

YILDIZ TEKNİK ÜNİVERSİTESİ

FEN BİLİMLERİ ENSTİTÜSÜ

**BİNALARIN PASİF SİSTEMLE ISITMA
TEKNİKLERİNİN ARAŞTIRILMASI**

79234

Mak. Müh. İlker DAMAR

**F.B.E. Makina Mühendisliği Anabilim Dalı Isı Proses Programında
hazırlanan**

YÜKSEK LİSANS TEZİ

Prof. Ümit Doğay Arınç Ü.D. A
Prof. Dr. Nihat TEKİN
Doç. Dr. Olcay Kınay C. Kınay

Tez Danışmanı : Prof. Ümit Doğay ARINÇ

İSTANBUL , 1998

**T.C. YÜKSEKÖĞRETİM KURULU
İSTANBUL YERİNE**

İÇİNDEKİLER

ŞEKİL LİSTESİ	v
TABLO LİSTESİ	viii
TEŞEKKÜR	ix
TÜRKÇE ÖZET	x
ABSTRACT	xi
BÖLÜM 1 GÜNEŞ ENERJİSİNİN KULLANIMI	1
1.1. Enerji-Günümüz Enerji Kaynakları ve Kullanımı	1
1.2. Güneş Enerjisi	4
BÖLÜM 2 GÜNEŞ GEOMETRİSİ	8
2.1. Genel	8
2.2. Güneşin Hareketi	9
2.3. Güneş Yükseklik ve Azimut Açıları	10
2.4. Güneş Yörünge Diyagramları	14
BÖLÜM 3 PASİF GÜNEŞ ENERJİSİ DİZAYN KAVRAMLARI	22
3.1. Pasif Güneş Enerji Sistemleri	25
3.2. Aktif Sisteme Karşı Pasif Sistem	27
3.3. Pasif Sistemin Sınıflandırılması	29
3.3.1. Direkt Isı Kazanım Sistemleri	29
3.3.2. İndirekt Isı Kazanım Sistemleri	31
3.3.3. İzole Edilmiş Isı Kazanım Sistemleri	33
3.3.4. Konvektif Kütle Sistemleri	34
3.3.5. Melez Sistem	35
3.4. Pasif Sistemlerin Avantaj ve Dezavantajları	38
3.4.1. Mimari Bakımdan	38
3.4.2. İnşaat Yeri Bakımından	39
3.4.3. Pasif Sistemlerin Basitliği	40
3.5. Pasif Solar Sistemlerde İnsan Konforu	41
3.5.1. İnsan Konforu	41
3.5.2. Biyoklimatik Tablosu	44
3.6. Yaşam Mahalinde Sıcaklık Kontrolü	46
3.7. Pasif Sistemler için Dizayn Faktörleri	48
3.7.1. Güneş Girişinin Belirlenmesi	48
3.7.1.1. Solar Giriş Cihazları	48

3.7.1.2. Güneş Tablolarının Kullanımı	51
3.8. Pasif Solar Sistem Dizaynında Temel Aşamalar	57
3.8.1. Şematik Dizayn Aşaması	58
3.8.2. Dizayn Geliştirme Aşaması	58
3.8.3. İnşaat ve Tesisat Döküman Aşaması	58
3.8.4. Şematik Dizayn Aşaması için Parmak Masdarları	59
3.8.4.1. Los Alamos Güneş Toplama Alanı Parmak Masdarı	59
3.9. Solar Performansın Hesaplanması	62
3.9.1. Solar Yükleme Oranı Metodu	62
3.9.1.1. Solar Yükleme Oranı Metodunda Kullanılan Terimlerin Tanımları	63
3.9.1.2. Solar Performansın Solar Yükleme Oranı Metodu ile Hesaplanması	69
3.10. Dizayn Alıştırmaları	77
BÖLÜM 4 DİREKT ISI KAZANIM SİSTEMLERİ	82
4.1. Direkt Isı Kazanım Sistemlerinin Önemli Özellikleri	82
4.2. Direkt Isı Kazanım Sistemlerinin Avantajları ve Dezavantajları	83
4.3. Direkt Solar Isı Kazanımın Sağlanması	85
4.4. Güneş Toplama Bölgesinin Boyutlandırılması	86
4.4.1. Los Alamos Toplama Alanı Parmak Masdarı Kullanımı	86
4.4.2. Solar Isı Kazanımı Hesaplanması	88
4.4.2.1. Solar Isı Kazanım Faktörleri (Solar Heat Gain Factors-SHGF)	88
4.4.3. Günlük ve Mevsimlik Güneş Işığı Çevrimleri	94
4.4.3.1. Odaya Gelen Güneş Işığındaki Günlük Değişimler	94
4.4.3.2. Güneş Işınlarda Mevsimlik Değişimler	94
4.4.3.3. Güneş Işınlara Yüksekliğin Etkisi	96
4.5. Güneş Toplama Alanı Dizaynını Etkileyen Faktörler	99
4.5.1. Güneye Bakan Camların Kullanımındaki Sınırlamalar	99
4.5.2. Klerestori Pencere ve Gökyüzüne Bakan Pencere (Skylights)	101
4.5.2.1. Güneş Boşluklarının Kullanımı	107
4.6. Direkt Isı Kazanımının Kontrolü	109
4.6.1. Çatı Çıkıntısı (Roof Overhang)	109
4.6.2. Gölgeleme ve İzolasyon Teknikleri	111
BÖLÜM 5 PASİF SİSTEMİN UYGULANMASINA AİT ÖRNEKLER	122
5.1. Direkt Isı Kazanımı Yaklaşımı- Curtis Evi	122
5.2. Blackheat Evleri, Londra	123
5.3. St. George's Okulu, Wallasey	124
BÖLÜM 6 CEPHEUS (AVRUPA STANDARTLARINDA ETKİN MALİYETLİ PASİF BİNALAR)	126
6.1. CEPHEUS Stratejik Hedefler	128
6.2. CEPHEUS Gerçek Buluş	130

SONUÇLAR	135
ÇEVİRİM	136
KAYNAKLAR	137
ÖZGEÇMİŞ	138



ŞEKİL LİSTESİ

Şekil 2.1.	Güneşle Dünya Arasındaki İlişkiler	9
Şekil 2.2.	Güneş Yükseklik ve Azimut Açıları	10
Şekil 2.3.	Güneş Yükseklik Açıları ve Azimut Açılarının Değişimi	11
Şekil 2.4.	40°K Enlemi için Kış ve Yaz Güneş Yükseklikleri	13
Şekil 2.5.	21 Haziran'da Ankara'da Güneş Diyagramı	15
Şekil 2.6.	23 Temmuz'da Ankara'da Güneş Diyagramı	16
Şekil 2.7.	24 Ağustos'da Ankara'da Güneş Diyagramı	17
Şekil 2.8.	23 Eylül-21 Mart'da Ankara'da Güneş Diyagramı	18
Şekil 2.9.	21 Aralık'da Ankara'da Güneş Diyagramı	19
Şekil 2.10.	40° Enlemde Detaylı Güneş Diyagramı	20
Şekil 2.11.	Deklinasyon Açısının Yıl Boyunca Değişimi	21
Şekil 3.1.	Antik Şehir Priene'den Klasik Bir Yunan Evi Tanıtımı	23
Şekil 3.2.	Antik Kültürlerde Güneşle Yaşam	24
Şekil 3.3.	Pasif Güneş Enerjisi Sisteminin İki Temel Bileşeni	26
Şekil 3.4.	Aktif Güneş Enerji Sistemi Temel Elemanlarının Sistematik Gösterimi	28
Şekil 3.5.	Güneş Boşluklarının Güneş Isısını Toplaması	31
Şekil 3.6.	İndirekt Isı Kazanım Sistemi	32
Şekil 3.7.	Çatı Isı Deposu	33
Şekil 3.8.	İzole Edilmiş Isı Kazanım Sistemleri	34
Şekil 3.9.	Konvektif Kütle Enerji Sistemleri	36
Şekil 3.10.	Melez Güneş Enerji Sistemi	37
Şekil 3.11.	İçi Boş Kargir Duvarın Uzaktan Kumandalı Isı Deposu Olarak Kullanılması	38
Şekil 3.12.	Klerestori Pencere	40
Şekil 3.13.	ASHRAE Konfor Tablosu	42
Şekil 3.14.	Biyoklimatik Tablosu	45
Şekil 3.15.	Solar Kart®'ın Kullanımı	49

Şekil 3.16.	Solar Yön Ayırıcı®nın Kullanımı	50
Şekil 3.17.	Solar Yön Bulucu®nın Kullanımı	51
Şekil 3.18.	Güneş Girişinin Belirlenmesi	53
Şekil 3.19.	Solar Elementlerin Tam Güney Yerine Solar Giriş Merkezine Doğru Yönlendirilmesi	54
Şekil 3.20.	Ağaç veya Bina Direkt Olarak Solar Bölgenin Güneyindeyse Kış Güneşinin Engellenmesi	55
Şekil 3.21.	Örnek Problem 3.3. için Ufuk Çizgisinin Belirlenmesi	57
Şekil 3.22.	Solar Binanın Brüt Isı Yükünün Net Referans Isı Yükü ile Karşılaştırılması	66
Şekil 3.23.	Net Cam Duvar Alanı İle Projelendirilmiş Alan Arasındaki Açı	72
Şekil 3.24.	Pasif Solar Eleman veya Sistem için Korelasyon Eğrileri	73
Şekil 3.25.	Dizayn Alıştırmasında Bina İnşaat Alanına Güneş Girişinin Belirlenmesi	78
Şekil 3.26.	Dizayn Alıştırması için Solar Tasarrufu ve Güneş Toplama Alanının Toplam Kat Alanına Oranının Gösterimi	79
Şekil 4.1.	Isı Deposu Olarak Kullanılan, İçte Su Duvarı Bulunan Basit Direkt Isı Kazanım Sistemi Dizaynı	83
Şekil 4.2.	Yarı Saydam Cam Malzemesi	84
Şekil 4.3.	Güneş Toplama Alanının Mahal Alanına Oranının, Solar Tasarruf Fonksiyonu Olarak Gösterilmesi	87
Şekil 4.4.	Net Enerji Kazanımı	92
Şekil 4.5.	Oda İçine Gelen Güneş Işınlarnın Günlük Değişimleri	96
Şekil 4.6.	40°K Enleminde Bulunan Bir Yerleşim Birimine Öğle Vaktinde Gelen Güneş Işını Dağılımının Yıllık Değişimi	97
Şekil 4.7.	Ekvator'da veya Yakın Bir Yerde Öğle Vaktinde Güneye Bakan Bir Odaya Gelen Güneş Işınları Yayılımı	98
Şekil 4.8.	54°K Enleminde Bulunan Güneşe Bakan Bir Yerleşim Birimine Öğle Vaktinde Gelen Güneş Işınının Yayılımı	101

Şekil 4.9.	21 Aralık'da, 40°K Enlemdeki Yerleşimde, 3.85 m Yüksekliğe Sahip Pencereden Oda İçine Yayılacak Güneş Işını İçin Derinlikler	102
Şekil 4.10.	Klerestori Pencerelelerin Normal Olarak Direkt Kış Güneşini Alamayan İç Duvarlara Solar Radyasyon Sağlaması	103
Şekil 4.11.	Klerestori Pencerelelerde Yansıtıcı Yüzeyler	104
Şekil 4.12.	Klerestori Pencerelelerin Testere Dişli Düzenlenemesi	105
Şekil 4.13.	Skylightların Direkt Solar Kazanım İçin Alternatif Çözüm Oluşturmaları	106
Şekil 4.14.	Sacramento, California'da bulunan Bateson Binasının Kullanımı	107
Şekil 4.15.	Evin Güneş Boşluğu Olarak Geliştirilen Giriş Kısmı	108
Şekil 4.16.	Çatı çıkıntısının gelen kış solar radyasyonuna etkisi	110
Şekil 4.17.	Pencere vitrini (Window Showcase®)	112
Şekil 4.18.	Yatay pancurların kullanımı	113
Şekil 4.19.	Dikey pancurların kullanımı	113
Şekil 4.20.	Skylid® izole edici pancurlar	114
Şekil 5.1.	Curtis Evi	123
Şekil 5.2.	Blackheat Evleri, Londra	124
Şekil 6.1.	Pasif binaların şematik gösterimi	126
Şekil 6.2.	Yaşam mahalleri için enerji performanslarının karşılaştırması	127
Şekil 6.3.	Avrupa'daki pasif ev yerleşimlerinin haritada gösterimi	128

TABLO LİSTESİ

Tablo 2.1.	(E) Düzeltme Faktörü Sayıları	13
Tablo 3.1.	Los Alamos Güneş Toplama Alanı Parmak Masdarında Kullanılan Parametreler	61
Tablo 3.2.	Solar Tasarruf Oranı (SSF)nın Yıllık Değerlerinin Altı Farklı Tipteki LFR Değerleri için Gösterimi	77
Tablo 4.1.	Bazı Pencere Tipleri için Gölgeleme Katsayıları	90
Tablo 4.2.	Bölge için Muhtemel Ortalama Güneş Işını Yüzdesi	115
Tablo 4.3.	Seçilmiş Kuzey Yarımküre Enlemleri için Solar Yoğunluk ve Solar Isı Kazanım Faktörleri (24°K)	116
	Seçilmiş Kuzey Yarımküre Enlemleri için Solar Yoğunluk ve Solar Isı Kazanım Faktörleri (32°K)	117
	Seçilmiş Kuzey Yarımküre Enlemleri için Solar Yoğunluk ve Solar Isı Kazanım Faktörleri (40°K)	118
	Seçilmiş Kuzey Yarımküre Enlemleri için Solar Yoğunluk ve Solar Isı Kazanım Faktörleri (48°K)	119
	Seçilmiş Kuzey Yarımküre Enlemleri için Solar Yoğunluk ve Solar Isı Kazanım Faktörleri (56°K)	120
Tablo 4.4.	Duvari Güneş Vaktinde Gölge Altında Tutmak için Gerekli Yatay Çatı Çıkıntısı	121
Tablo 6.1.	Pasif Evlerde Yenilikçi Teknolojiler	134

TEŞEKKÜR

Tez çalışmalarım sırasında yardımlarını esirgemeyen değerli hocam Prf. Ümit Doğay ARINÇ'a ve başta Prf. Dr. Doğan ÖZGÜR, Prf. Dr. İsmail TEKE ve Doç. Dr. İbrahim GENTEZ olmak üzere tüm Y.T.Ü. Makina Fakültesi Makina Mühendisliği Bölümü Öğretim Görevlilerine teşekkür ederim.

Ayrıca bugüne kadar hiçbir konuda desteklerini esirgemeyen sevgili anneme ve babama, bana her zaman destek olan sevgili ablama, biricik Eda'ya ve dostum Muhammed'e teşekkür ederim.



ÖZET

Bu tez çalışmasında binaların pasif sistemle ısıtma teknikleri araştırılmış ve bu sisteme ait çeşitli örnekler verilerek konu detaylı bir şekilde açıklanmıştır. Öncelikle güneş enerjisi kullanımı hakkında bilgi, güneş geometrisi, hareketi ve güneş yörünge diyagramları hakkında açıklamalar yapılmıştır. Türkiye'den Ankara'ya ait güneş diyagramları verilmiştir.

Pasif güneş enerjisi dizayn kavramları ele alınıp, aktif sisteme karşı pasif sistem incelenmiştir. Pasif sistemler sınıflandırılmış, herbiri ayrı ayrı şekillerle açıklanmıştır. Pasif sistemlerin avantaj ve dezavantajları mimari bakımdan, inşaat yeri bakımından ve sistemin basitliği bakımından vurgulanmıştır.

Pasif sistemlerde insan konforu, yaşam mahalinde sıcaklık kontrolü ve solar giriş cihazları hakkında bilgi verilmiştir. Solar performansın hesaplanması da detaylı bir şekilde incelenmiş ve konuyla ilgili bir dizayn alıştırması yapılmıştır.

Pasif sistemlerden direkt ısı kazanım sistemleri ayrıca incelenmiştir. Konuyla ilgili tüm şekiller AutoCAD çizim programıyla çizilmiştir.

Pasif sistemlerle ilgili dünyadaki uygulamalar şekilli örneklerle açıklanmıştır. Sistemin avantajları gözler önüne serilmiştir.

Bunlara ilaveten, 1998 yılından itibaren bir çok Avrupa ülkesinde uygulanacak CEPHEUS (Avrupa standartlarında etkin maliyetli pasif bina) projesine ait ön bilgiler de verilmiştir. Kullanılan bileşenlerin tanımı, teknik özellikleri ve şekilli açıklamaları verilmiştir.

ABSTRACT

In this study, the techniques of passive heating systems are examined. First of all, the use of solar energy, solar geometry, sun's movement, and sun diagrams are discussed. Then, sun diagrams of Ankara, Turkey are given.

Passive solar energy concepts are taken into consideration and passive system versus active system is given. And then passive systems are classified and explained in details by figures. The advantages and disadvantages of passive systems in terms of architectural style, construction, and ease of it are discussed.

Human comfort in passive systems, temperature control in living room and information about solar devices are given. Information of the basic steps of solar system design is given, as well. Calculation of solar performance is done in details and a design exercise is given to review the chapter.

In addition, passive system direct heating heat gain systems are examined. Figures related to the topic are given, too.

The worldwide examples of the system are given in both text and picture. The advantage of the system is defined once more.

In addition, some basic definitions of CEPHEUS (Cost Efficient Passive Houses as European Houses) project, which will be started to be practiced early 1998), are given. Definitions, technical futures and figures of components are given, too.

BÖLÜM 1

GÜNEŞ ENERJİSİNİN KULLANIMI

Gerçekte bütün enerji kaynakları güneşten türemiştir. Yaygın olarak kullanılan fosil yakıtlar, çağlar öncesi güneşten aldıkları enerji sayesinde karakteristiklerini değiştirmişler ve bugünkü kullanılır şekillerini almışlardır. Fosil yakıtların bulunmasıyla birlikte kullanımları öyle hızlı bir şekilde artmıştır ki, çok yakın bir gelecekte bitirilmeleri sözkonusudur. Bu nedenle enerji ihtiyaçlarımızın büyük bir bölümünü depolanmış enerji kaynaklarından değil güneşten elde etmeye, mümkün olduğu kadar kısa sürede başlamalıyız.

1.1. ENERJİ-GÜNÜMÜZ ENERJİ KAYNAKLARI VE KULLANIMI

Termodinamikte enerji, klasik olarak iş yapabilme kabiliyeti olarak tanımlanır. Pratik olarak enerji, sanayileşmiş toplumların vazgeçilmez, ayrılmaz bir parçasıdır. Günümüzde enerji büyük oranda birincil enerji kaynaklarından elde edilmektedir. Kömür, odun, petrol, likit petrol gazı ve tabii gaz temel enerji kaynaklarıdır. Odun hariç bu temel enerji kaynakları sınırlıdır. Bu yakıtlardan tabii gazın 25 yıl ve kömürün 180-200 yıl arasında tükenecekleri tahmin edilmektedir.

Bir yandan enerji kaynakları azalırken, buna ters oranda dünya nüfusunun sürekli olarak artması ve enerjiye olan bağımlılık, enerji açığının sürekli olarak artmasına neden olmaktadır. Temel enerji kaynakları tüketildiğinde, (fosil yakıt çağı olarak da isimlendirilmektedir) insanlık daha uzun ömürlü enerji kaynaklarına dönmek zorunda kalacaktır. Nükleer enerji ve güneş enerjisi bunlardan en önemli ikisidir. Nükleer enerjinin yüksek teknoloji gerektirmesi, maliyetinin yüksek oluşu ve insan sağlığına son derece zararlı oluşu kullanılabilirliğini azaltmaktadır. Bunun yanı sıra güneş enerjisinin güvenilir bir kaynak olması ve yaygın olarak kullanımında yüksek ve özel bir teknoloji

gerektirmemesi kullanılabilirliğini arttırmaktadır. İlâveten, kullanılması sırasında hiçbir şekilde önemli bir çevre kirliliği meydana getirmemektedir.

Fosil yakıt kaynaklarının çoğunluğu sanayileşmiş ülkeler tarafından kullanılmaktadır. Bu ülkelerin kullanmış oldukları kaynak miktarı, sahip oldukları kaynaklara ve nüfuslarına oranla oldukça yüksek seviyededir (Örnek olarak A.B.D.'de, fosil yakıt kaynaklarının dünya fosil yakıt kaynaklarına oranının %20 ve nüfusun dünya nüfusuna oranının %6 olmasına rağmen, dünya fosil yakıtlarının yaklaşık %35'ini kullanmaktadır).

Güneş enerjisi kullanımının arttırılması sağlanırken, bir taraftan da çeşitli kaynaklardan elde edilen enerjinin tasarruflu bir şekilde kullanımı sağlanmalıdır. Binalarda kullanılan klasik veya yenilenebilir alternatif enerji kaynaklarına olan talebin düşürülmesinin sağlanması tasarrufta ilk adımdır. İkinci adım ise fosil yakıt talebini azaltmak için güneş teknolojilerinin uygulanmasıdır.

Konutlarda ki enerji tüketimi, toplam enerji tüketiminin yaklaşık %20'sini oluşturmaktadır. Ticari binalar, endüstriyel binalar ve ulaşım enerjinin diğer kullanım yerleridir. Isıtma amaçlı kullanılan enerjinin yaklaşık olarak %30'u duvarlardan, %11'i tavan ve döşemelerden, %28'i pencerelerden ve kapı aralıklarından olmaktadır.

Konutun konumu, çevre özellikleri, iklim özellikleri, binanın şekli, kapı ve pencerelerin büyüklükleri, binadaki yalıtım özellikleri, kullanılan ısıtma sisteminin tipi, havalandırma düzeyi ve ev halkının yaşam tarzı bir konutun ısı ihtiyacını belirleyen temel faktörlerdir. Adı geçen bu faktörlerden her biri gelen yakıt faturasında önemli oranlarda artışa ya da tasarrufa neden olmaktadır.

Dış ortam havası soğuduğunda binalar, duvar, pencere ve tavandan dış ortama doğru ısı kaybederler. Kapı ve pencere aralıklarından bina içine giren soğuk hava da binada ısı kaybına neden olmaktadır. Binalarda meydana gelen ısı kayıplarını minimum değerlere

getirmek için bazı basit tedbirler alınmaktadır. Bunlardan en önemlisi bina pencerelerinin, binanın güneşe bakan yönlerine yerleştirilmesi ve çift camlı olarak yapılmasıdır. Böylece yapıya bol miktarda güneş girmei sağlanır ve klasik ısıtma sistemlerine olan ihtiyaç azalır. Güneş ışınlarının bu şekilde bina ısıtılmasında kullanılması 'PASİF SİSTEM' olarak adlandırılır.

Binaların güneş enerjisinden verimli bir şekilde faydalanması sağlandıktan sonra yapılacak olan ilk iş yalıtımla ilgilenmek olmalıdır. Bilindiği gibi yapılardan dış ortama olan ısı kayıplarının çoğunluğu duvarlarlar aracılığı ile olmaktadır. Bir yapı elemanının izolasyonunun iyi yapıp yapılmadığını anlamak için, bu yapı elemanının toplam ısı geçirme katsayısı (k) değerine bakılır. Yüksek bir 'k' değeri, ısıtımın o elemandan birim zamanda daha fazla geçtiğini, düşük bir 'k' değeri ise yapı elemanının ısı yalıtımının iyi olduğunu açıklar.

Normal olarak inşaa edilmiş tipik bir konutta, duvarların 1 m²'sinden 1°C'lik sıcaklık farkı için dış ortama doğru olan ısı kaybı yaklaşık olarak 1 watt (0.860 kalori)'dır. Konutta meydana gelen bu ısı kaybı miktarı, aynı anda, yaklaşık 150-200 adet 50 watt'lık ampulün yakılmasına eşdeğer olmaktadır. Böylesine büyük bir ısı kaybını yarıya indirmek için küçük bir yalıtımın kullanılması yeterli olmaktadır. Duvar boşluklarına konacak olan bu ek yalıtım malzemesi kısa zamanda kendini geri ödeyebilmektedir. Bazı ülkelerde, evin yaklaşık olarak 1 m²'sinden 1°C'lik sıcaklık için dış ortama olan ısı kaybı 0.1 watt'a kadar indirilmiştir. Böyle bir evde normal bir eve göre yaklaşık olarak 10 kat enerji tasarrufu sağlandığı açıktır.

Bazı durumlarda enerji tasarrufu sağlamak için, sadece duvarların iyi bir şekilde yalıtılmaları yeterli olmayabilir. Eğer soğuk dış ortam havasının kapı ve pencere aralıklarından bina içine girişi önlenemiyorsa veya önlenmiyorsa, duvar yalıtımı için boşuna masraf edilmiş olunur. Başlangıçta kapı ve pencerelerin infiltrasyona (hava sızıntılarına) karşı iyi bir şekilde izole edilmeleri yapı maliyetini çok yükseltiyor diye düşünülse de, uzun süreli ele alındığında geçerli olmadığı görülmektedir. Tasarruf

edilen enerji, maliyet artışını çok kısa sürede karşılayabilmektedir. Bununla birlikte, bina içinde meydana gelecek yoğunlaşmaları önlemek ve ortam havasını temiz tutmak için evin havalandırılması gerekmektedir. Ancak havalandırmanın fazla olması ısı kaybına neden olacağından, aşırı havalandırmadan kaçınılmalıdır.

Tropikal iklimlerde ise ısıtmaya pek gerek duyulmamaktadır. Bu bölgelerde ısıtma enerjisi yerine soğutma enerjisine ihtiyaç duyulmaktadır. Güneş enerjisinden soğutma amaçlı da yararlanmak mümkündür.

Son yıllarda hükümetler tarafından, binalarda ısı kayıplarını düşürmek için bazı kanuni tedbirler alınmış olmasına rağmen, konulmuş olan bu kurallara pek uyulduğu söylenemez. Bazı ülkelerde, konut olarak kullanılan mahallerde saatte izin verilen en fazla ısı kaybının ne olması gerektiği belirtilmiş ve bunun sağlanması için binanın ısı yalıtımlı yapılması zorunlu koşulmuştur.

Ancak yeterli yalıtımın yapılması ve hava sızıntılarının azaltılmasıyla binalarda ısı kayıplarının düşürülmesi sağlanmaktadır. Etkili bir yalıtım ve kontrollü bir sızmayla, ısıtmada kullanılan yakıtın %40'ı tasarruf edilebilir. Bu tasarruf, mevcut teknolojilerle uygun yapı dizaynı, geliştirilmiş yalıtım, gereksiz havalandırma ve bina içine olan hava sızıntılarının düşürülmesiyle sağlanabilir.

1.2. GÜNEŞ ENERJİSİ

Güneş, hidrojen ve helyum gazlarından oluşan orta büyüklükte bir gazdır. Sıcaklığı merkeze doğru artar ve 20.000.000 °C'yi bulur. Yüzey sıcaklığı ise 6000 °C'dir. Güneşteki bu yüksek sıcaklık nedeni ile elektronlar atom çekirdeklerinden ayrılır. Bu sebeble, güneşte atom ve molekül değil serbest elektronlar ve atom çekirdekleri bulunur. Bu karışıma PLAZMA adı verilir. Bu sıcaklıkta, hafif atomların çekirdekleri bir araya gelerek daha ağır elementlerin çekirdeklerini oluştururlar. Dört hidrojen çekirdeği birleşerek bir helyum çekirdeğini yapar. Birleşme çok yüksek sıcaklıkta meydana gelir.

Füzyon adı verilen bu olay yüksek sıcaklıkta ve atom çekirdeği yardımıyla olduğundan TERMONÜKLEER REAKSİYON adını alır. Güneşin içi, yakıtı hidrojen ve ürünü helyum olan çok büyük bir fırın olarak düşünülebilir. Güneşte oluşan helyum miktarı, harcanan hidrojen miktarından daha azdır. Aradaki fark güneşten ışın olarak çıkan (güneş radyasyonu) enerjiyi verir. Bu enerji çeşitli dalga boylarında ışınlar halinde dünyaya ulaşmaktadır.

Güneşin bir saniyede üretmiş olduğu enerji miktarı, insanlığın şimdiye kadar kullanmış olduğu enerji miktarından fazladır. Dünya, güneşten gelen enerjinin sadece milyarda birini alır. Bu enerji 15 dakika depo edilebilse, toplam dünya nüfusunun yıllık enerji ihtiyacı karşılanırdı. Güneşin merkezinde bir saniyede 564 milyon ton hidrojen 560 milyon ton helyuma dönüşmektedir. Aradaki 4 milyon ton fark ısı ve ışık enerjisi halinde uzaya yayılmaktadır.

Uzaya yayılan güneş ışınları yakıcı ve öldürücüdür. Işınların zararlı olanları, dünyaya ulaşmadan 22 km yukarıda, ozon gazı tarafından yutulur. Ozon gazı güneşin morötesi ışınlarını yutmakla tüm canlıları bu zararlı ışıklardan korumaktadır. Ozon şimdiki miktarından daha fazla olsaydı, canlı organizmalar için gerekli olan miktarda yutacak ve canlıların gelişimi sağlıklı olmayacaktı. Hücrelerin, dokuların, kemiklerin gelişmesi, bünyenin serpilmesi, metabolizmanın düzenlenmesi için güneş ışınlarına ihtiyaç olduğu bilinen bir gerçektir. Atmosferdeki ozon gazı ne fazlasını ne de azını göndermeyip, canlılar için gerekli olduğu kadar morötesi güneş ışığının dünyaya ulaşmasını sağlamaktadır.

Yüzey sıcaklığı yaklaşık 6000°C olan güneş, Stefan Boltzman kanununa göre çok yüksek değerlerde radyasyon enerjisi yaymaktadır. Hatırlanacağı gibi, Stefan Boltzman kanunu;

$$E = \sigma \times T^4 \quad (1.1)$$

formülü ile ifade edilmektedir. Formülde;

E : Enerji miktarını (W/m^2)

σ : Stefan Boltzman sabitini ($5.77 \times 10^{-8} \text{ W/m}^2\text{K}^4$) -deneysel-

T : Sıcak cismin mutlak sıcaklığını ($T=t+273$)°K ifade etmektedir.

Kanuna göre bir cismin yaydığı enerji o cismin mutlak sıcaklığının dördüncü kuvveti ile orantılıdır.

Diğer taraftan bir cismin sıcaklığı arttıkça yayılan maksimum şiddetteki radyasyon dalga boyu azalır (Wien kanunu).

$$\lambda_{\max} = \frac{a}{T} \quad (a \text{ sabit}) \quad (1.2)$$

Wien kanununa göre güneş enerjisi taşıyan radyasyon dalgaları kısa dalga boyundadır. Gerçekten güneş radyasyonunun %99'unun dalga boyu 0.15-4 mikron arasında değişmektedir.

Yüzey sıcaklığı yaklaşık 15°C olan dünya da uzaya enerji göndermektedir. Ancak, Stefan Boltzman kanununa göre bu enerjinin miktarı düşük, radyasyonu ise Wien kanununa göre uzun dalga boyuna sahiptir.

Atmosfere gelen güneş radyasyonunun yaklaşık %17.5'u atmosferi ısıtmak için harcanır. Yaklaşık %35'i de bulutlardan ve yerden yansiyarak tekrar uzaya döner. Bulutların üst yüzeyi güneş ışınları için çok iyi bir yansıtıcı görevi görürler. Bu yansımada bulut cinsi, kalınlığı ve taşıdığı taneciklerin sayısı da önemli rol oynamaktadır. Yeryüzüne gelen ışınların bir kısmıda yansıtılır. Yansıyan ışınların miktarı toprağın cinsine, nem derecesine, rengine ve toprak üstü şartlara bağlıdır. Taze kar ideal bir yansıtıcıdır. Üzerine gelen ışınların yaklaşık %90'ını yansıtır. Yansıtma,

ışınların geliş açısına da bağlıdır. Aynı yerdeki günün değişik zamanlarındaki yansıtma değerleri farklıdır. Araştırmalar yeryüzü ve atmosferin ortalama %35 yansıtma değerine sahip olduğunu göstermektedir.

Güneşten gelen radyasyonun tümünü 100 birim kabul edersek, atmosferi ısıtmak için harcanan ve yansıtılarak uzaya dönen değerlerin toplamından geriye 47.5 birim kalır ki, bu miktar yeryüzüne düşmekte ve burada ısıya dönüşmektedir.

Turfanda sebze yetiştiriciliğinde cam ya da plastik örtülerle sera yapıldığını herkes bilir. Amaç, bitkileri aşırı soğuktan koruyarak daha çabuk sürede yetiştirilmelerini sağlamaktır. Güneş ışınları cam ya da plastik malzemeden geçerek toprağı ısıtır. Isınan toprak radyasyon kanunlarına göre ışın yaymaya başlar. Uzun dalga boyunda olan bu ışınlar örtü malzemesinden geçemezler. Böylece toprakla saydam örtü arasında kalan hava ısınmış ve fidelerin gelişmesi için uygun bir ortam hazırlanmış olunur.

Benzer şekilde güneşten gelen ve çoğunlukla kısa dalga boyunda olan ışınlar yeryüzünü ısıtır. Isınan yeryüzü radyasyon yayar. Yeryüzü ortalama sıcaklığı düşük olduğundan radyasyonu uzun dalga boyundadır. Seralarda görülen olay aynen yeryüzünde de oluşur. Atmosferdeki su buharı ve karbondioksit gazları yeryüzünden dönen radyasyonun önemli bir kısmını yutarak ısınırlar ve onlar da radyasyon yaymaya başlarlar. Yayılan radyasyonun bir kısmı tekrar yeryüzüne yönelebilir. Böylece yeryüzü tekrar geriye aldığı ışınlarla ısınmaya başlar. Yeryüzünün hem güneşten hem de geri dönen ışınlarla ısınmasına GREEN HOUSE TESİRİ denir.

Yeryüzüne gelen ortalama güneş radyasyonu değeri yaklaşık $270-540 \text{ kcal/m}^2\text{h}$ 'dir. Birim yüzeye gelen radyasyon değerinin çeşitli nedenlerle daha az oluşu, geniş kollektör yüzeyini gerektirir ve bundan dolayı güneşli ısıtma sistemlerinin ilk kuruluş maliyetleri diğer enerji kaynaklarına göre fazla olabilir. Ancak uygun dizayn ve verimli bir çalışma ile tesisler kendini kısa zamanda geriye ödeyebilmektedir.

BÖLÜM 2

GÜNEŞ GEOMETRİSİ

2.1. GENEL

Aktif ve pasif sistemlerde üç tip güneş radyasyonundan yararlanmak mümkündür. Termal sistemler (ısıtma sistemleri) için güneş radyasyonunun en önemlisi ışık radyasyonudur. Güneş ışınlarının hiçbir yere çarpmadan, dünyadaki bir noktaya direkt olarak gelmeleri ışık radyasyonunu oluşturur. Güneşli bir günde bir yüzeye gelen toplam radyasyonunun %80 kadarı ışık radyasyonudur (direkt).

İkinci radyasyon şekli yayılmış ya da dağılmış radyasyondur. Her yönden gelen güneş ışınlarıdır. Atmosfer havasında bulunan partiküller, su buharı ve mikroskopik ve katı cisimlere çarparak dağılmış güneş ışınları, yayılmış radyasyonu oluşturur. Difüz radyasyon olarak da adlandırılır. Bulutlu bir günde güneş ışınlarının %100'ü difüz radyasyon şeklindedir.

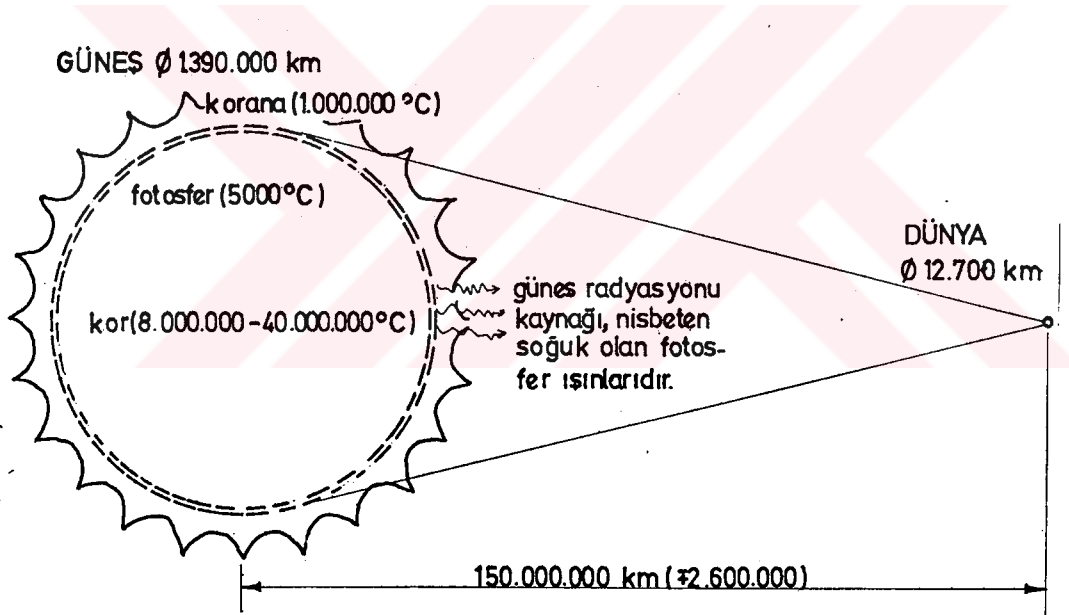
Üçüncü tip radyasyon ise, parlak yüzeylerin yansıttığı yansıtılmış güneş radyasyonudur. Cisimlerin ön yüzeylerine gelen direkt ya da difüz radyasyonun yansıtılmış şeklidir. Yansıtılmış radyasyonun miktarı, yansıtan yüzeylerin renklerine göre önemli ölçülerde değişiklik gösterir.

Direkt, difüz ve yansıtılmış radyasyon hesaplamaları, güneş enerjisinden çeşitli şekillerde faydalanmayı düşünenlerin yapması gereken ilk işlerdendir. Meteoroloji istasyonları bu üç ayrı radyasyon değerlerini ölçmezler. Bu nedenle bu radyasyon değerlerinin hesabı gereklidir.

Bir yüzeye gelen direkt radyasyon miktarının belirlenmesinde, güneşin hareketi sırasında yüzeye yaptığı açı önemlidir. Bu sebepten dolayı mevsim, ay ve günlere göre güneşle dünya arasındaki konumun tesbit edilmesi gerekir.

2.2. GÜNEŞİN HAREKETİ

Dünyadan bir yerden gözleendiğinde, güneş dünyanın çevresinde bir yörüngedeymiş gibi görünür. Bu görüş yanlış olmasına rağmen dünyada yapılacak bir güneşli sistem için uygundur. Sonuçlar, dünyanın güneş çevresinde dönmesini esas alarak yapılan incelemeler kadar doğru olmaktadır. Şekil 2.1 güneşle dünya arasındaki bazı ilişkileri göstermektedir.



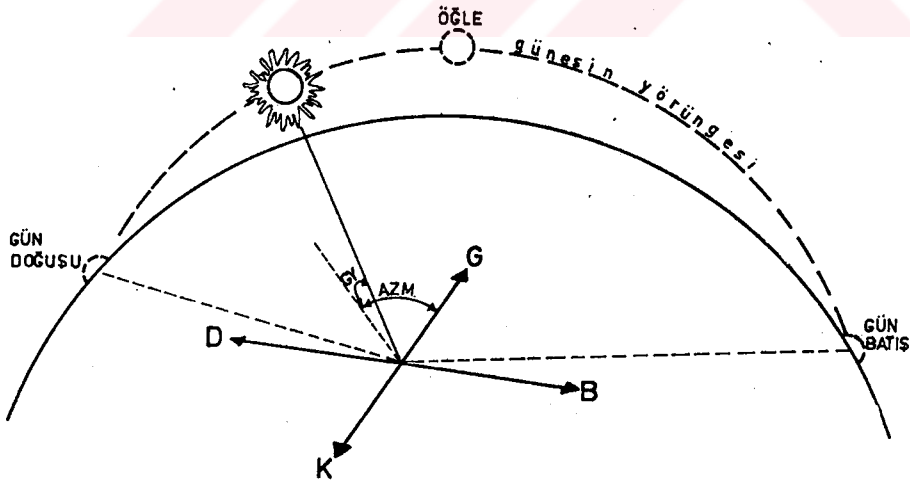
Şekil 2.1 Güneşle dünya arasındaki ilişkiler. Dünyanın güneş yanında ne kadar küçük olduğu şekilden kolayca görülmektedir. Güneşin çapı dünyanınkinden 109 defa daha büyük, dünyaya uzaklığı yaklaşık 108 güneş çapı kadardır. Eğer güneş 5 cm çapında bir top olarak düşünülürse, dünya 0.5 m çapında ve güneşten 5.4 m uzakta olurdu.

Güneş dünyadan, doğu-batı doğrultusunda, dünya çevresinde bir yörüngede ve uzaya sürekli parlak ışık gönderen bir cisim gibi görünür. Kuzey yarımkürede, güneşin doğuşu ve batışı, kışın daha çok güney yönündedir. Güneşin yüksekliği artıp günlerin daha uzun olduğu yazın, güneşin yörüngesi kuzeye doğru kayar. Mevsimleri oluşturan bu hareket, dünyanın kuzey-güney kutuplarından geçtiği farzedilen doğrunun, dünyanın güneş çevresinde dönerken yaptığı açıdan dolaydır.

2.3 GÜNEŞ YÜKSEKLİK VE AZİMUT AÇILARI

Şekil 2.2’de güneş yükseklik ve azimut açısı görülmektedir. Güneş yükseklik açısı, bölgenin yatay düzlemi ile güneşin, herhangi bir anda, bulunduğu noktaya varsayılan çizgi arasındaki açı olarak tanımlanır (şekilde GY açısı).

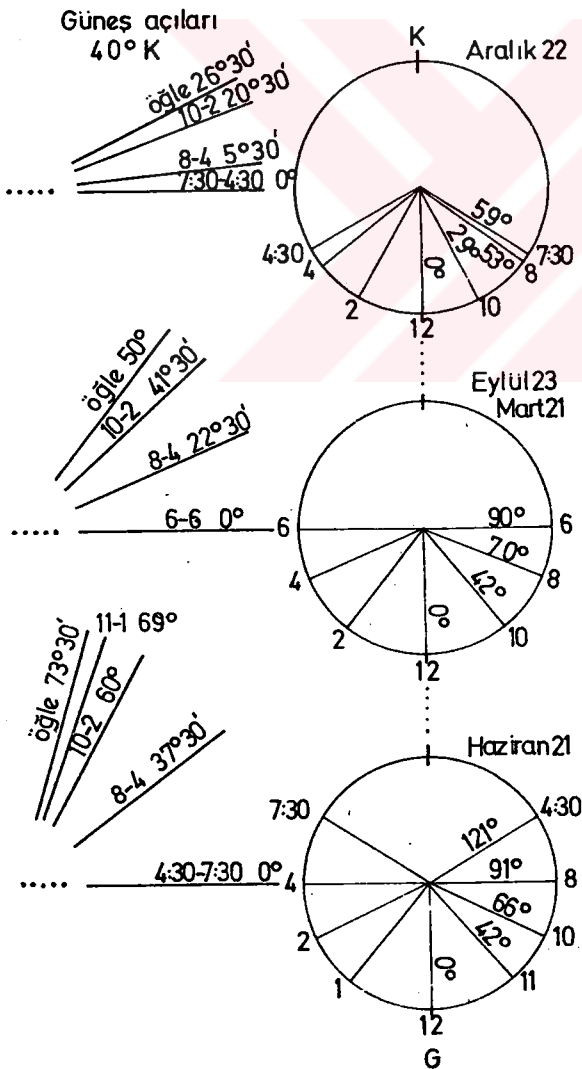
Azimut açısı ise herhangi bir bölgede ve zamanda güneşe doğru varsayılan doğrunun yatay düzlemdeki izdüşümü ile güney doğrultusu arasındaki açıdır. Şekilde bu açı (AZM) açısı olarak belirtilmiştir.



Şekil 2.2 Güneş yükseklik ve azimut açıları

Şekil 2.3'de 40° enlemdeki bir bölgede, yılın üç değişik zamanında güneş yükseklik ve azimut açı değerleri görülmektedir. Güneş yükseklik açısı en yüksek değerini, bütün mevsimlerde, öğle vaktinde almaktadır. Şekilden güneş yükseklik açısının en yüksek değerinin kışın 26.5°, yazın ise 73.5° olduğu görülmektedir. Güneş yükseklik açısının mevsimlere göre değişiminin bu kadar fazla oluşu, güneş kollektörlerinin yatay düzlemle yapacağı açının mevsimlere göre ayarlanmasını ve böylece güneş ışınlarının kollektör yüzeyine mümkün olduğu kadar dik gelmesinin teminini gerektirir. Toplanması istenen güneş enerjisi miktarını, yıl boyunca maksimize eden eğim açısı değeri bölgenin enlem derecesidir.

Şekil 2.3'deki daireler 22 Aralık, 23 Eylül-21 Mart ve 21 Haziran'da, günün değişik



saatlerinde, azimut açılarını göstermektedir. Şekillerdeki saatler mahalli (yerel) saat olarak alınmıştır. Yerel saat, güneşin azimut açısının 0° olduğu, başka bir deyişle güneş yükseklik açısının en yüksek olduğu zamanın saat 12 olarak alındığı saat sistemidir. Bir ülkenin kullandığı standart saat zamanı ile yerel saat arasında fark vardır. Standart zaman (ülkenin kullandığı saat sistemi) ile yerel saat arasındaki ilişki aşağıda belirtilmiştir.

$$YS = GOZ + \{E - 4(Boylam)\} : 60 \quad (2.1)$$

Şekil 2.3 Güneş yükseklik açıları ve azimut açılarının değişimi

GOZ : Greenwich ortalama zamanı (İngiltere'deki Greenwich'de yerel saat. Greenwich 0° boylamında bulunur).

$$GOZ = (SSA-3) \text{ (Türkiye için)} \quad (2.2)$$

SSA : Standart saat

E : Dünyanın yörüngesindeki ve dönüşündeki düzensizlik için alınan düzeltme faktörü (Tablo 2.1'den alınır).

Boylam Greenwich'in doğusundaki ülkeler için (-), batısındakiler için (+) değerdedir. Türkiye için (-) değerde alınmalıdır. Yerel saatin bulunması istenilen bölgenin boylam derecesidir. Türkiye 26-45 boylam dereceleri arasında bulunmaktadır.

Örnek Problem 2.1: 28 Eylül'de Ankara için (yaklaşık 40° enlem, 33° boylam) güneşin doğuşu yerel saatle 6:09 olarak hesaplanmıştır. Güneş standart zamana göre saat kaçta doğar?

$$\text{Çözüm 2.1: } GOZ=(SSA-3) \quad YS(\text{Yerel saat})= GOZ + \{E - 4(\text{Boylam})\}:60$$

(E) düzeltme faktörü Tablo 2.1'den interpolasyonla 9.10 olarak bulunur.

$$YS=(SSA-3) + \{9.10 - 4(-33)\} : 60$$

Yerel saat (YS) 6:09 olarak verilmişti. Bu değer kesirli yazılırsa 06:15 olur.

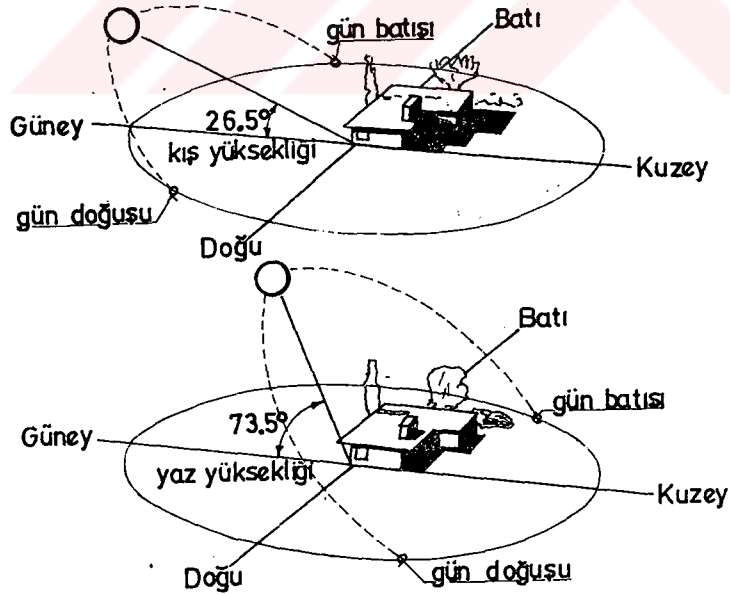
$$6.15 = SSA - 3 + 2.351 \quad \text{buradan}$$

$$SSA = 6.15 + 3 - 2.351 = 6.799 \quad \text{bulunur.}$$

28 Eylül'de, Ankara'da güneşin doğuşu yerel saatle 6:09, standart saatle saat 6:48'dedir.

GÜN	1	8	15	22
Aylar				
Ocak	-3.27	-6.43	-9.20	-11.45
Şubat	-13.57	-14.23	-14.25	-12.68
Mart	-12.60	-11.07	-9.23	-7.20
Nisan	-4.18	-2.12	-0.25	1.32
Mayıs	2.83	3.52	3.73	3.50
Haziran	2.42	1.25	-0.15	-1.17
Temmuz	-3.55	-4.80	-5.75	-6.32
Ağustos	-6.28	-5.67	-4.58	-3.07
Eylül	-0.25	2.05	4.48	6.97
Ekim	10.03	12.18	13.98	15.33
Kasım	16.33	16.27	15.48	14.03
Aralık	11.23	8.43	5.22	1.78

Tablo 2.1 (E) Düzeltme Faktörü Sayıları



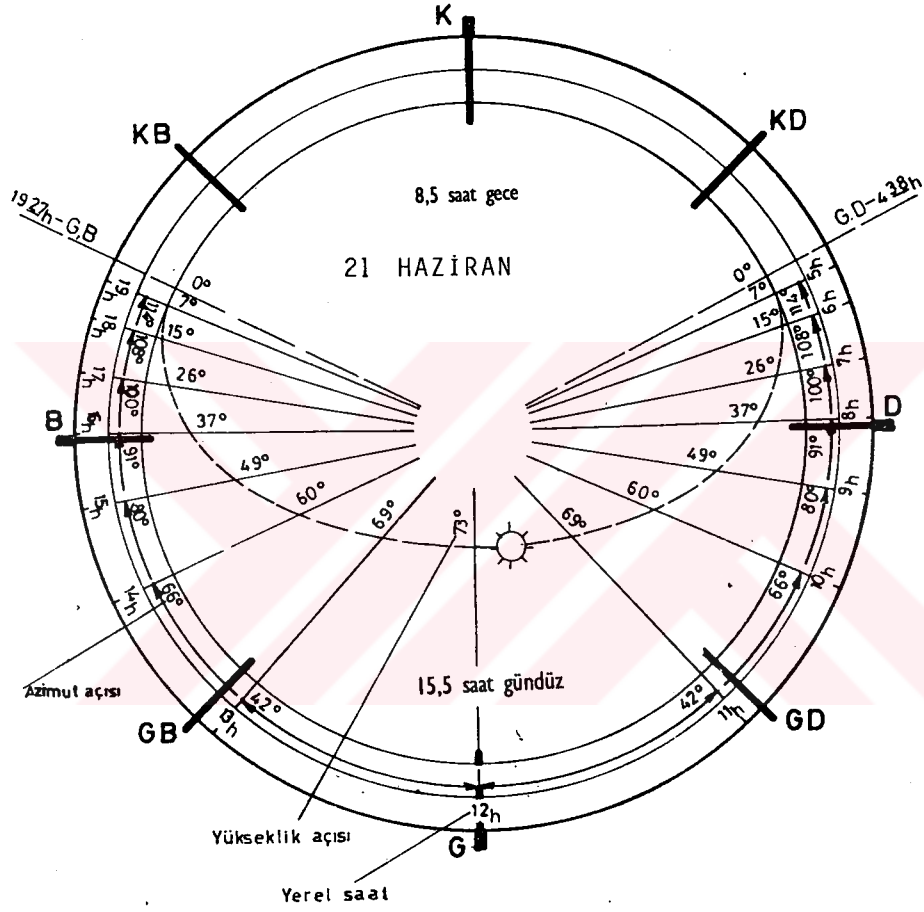
Şekil 2.4 40° Enlemi için Kış ve Yaz Güneş Yükseklikleri

Güneşin yüksekliği 21 Aralık'da 26.5° ile en küçük, 21 Haziran'da 73.5° ile en büyük değerini almaktadır. Binanın gölgesinin uzunluğunun güneş yükseklikleri ile ters orantılı olduğu görülmektedir. Yılın herhangi bir günü için, güneş yükseklik açısına bağlı olarak binanın gölgesinin uzunluğu hesaplanır.

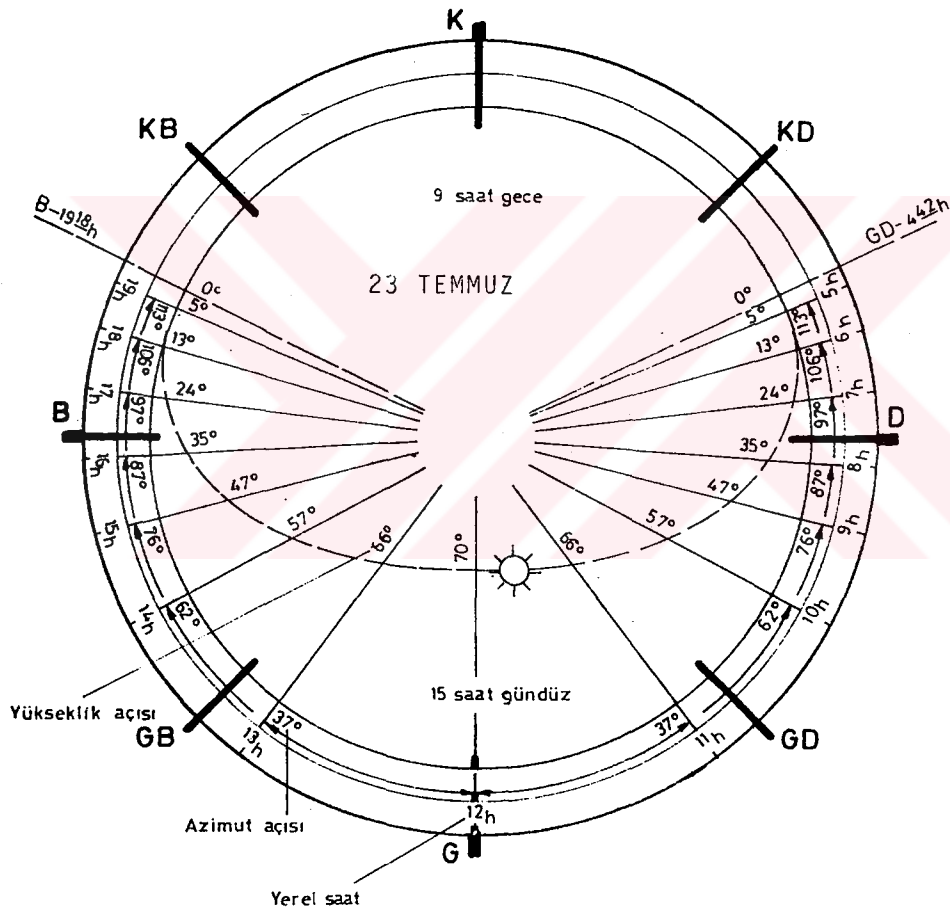
2.4 GÜNEŞ YÖRÜNGE DİYAGRAMLARI

Güneş yükseklik ve azimut açıları, çizilecek güneş yörünge diyagramları ile, kullanışlı grafik metodlarla gösterilebilir. Bu grafikler yardımı ile, verilen bir enlem derecesindeki bir bölgede, yükseklik ve azimut açısı değerleri ile güneşin doğuş ve batış saatleri kolayca görülebilir. Şekil 2.5, 2.6, 2.7, 2.8 ve 2.9'da Ankara için çizilmiş ($39^\circ 52'$ kuzey enlemi) 21 Haziran, 23 Temmuz, 24 Ağustos, 23 Eylül-21 Mart ve 22 Aralık tarihlerindeki güneş diyagramları görülmektedir. Azimut açıları güney yönü ile yapılan açılardır. Diyagramlardaki saatler yerel saatleri göstermektedir. Ankara'da güneş yüksekliğinin en büyük değerinin 73° ile 21 Haziran'da, en düşük değerinin ise 22 Aralık'da 27° olduğu diyagramlardan görülmektedir. Yine diyagramlardan, güneşin doğuş ve batışının yaz aylarında kuzeye, kış aylarında ise güneye doğru kaydığı görülmektedir. Bu diyagramlar, bir bölge için, yılın her günü ayrı çizilebilir.

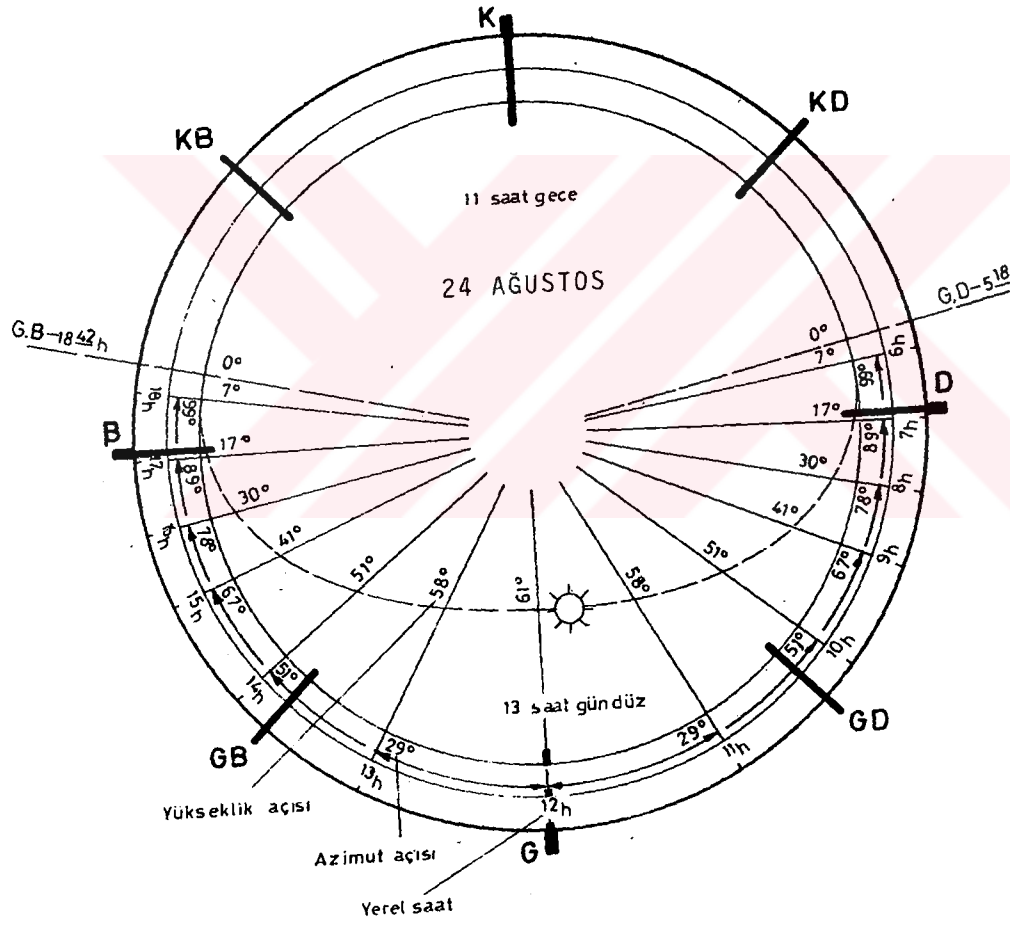
Şekil 2.10'daki diyagram daha detaylı bir şekilde çizilmiştir. Deklinasyon açılarına bağlı olarak 40° enlemdeki bir bölgede yılın herhangi bir günü ve saatinde güneş yükseklik açısı, azimut açısı, güneşin doğuş ve batış saatleri okunabilir. Yılın herhangi bir gününe ait deklinasyon açısı Şekil 2.11'den bulunarak ya da hesaplanarak, diğer bütün değerler Şekil 2.10'dan okunabilir.



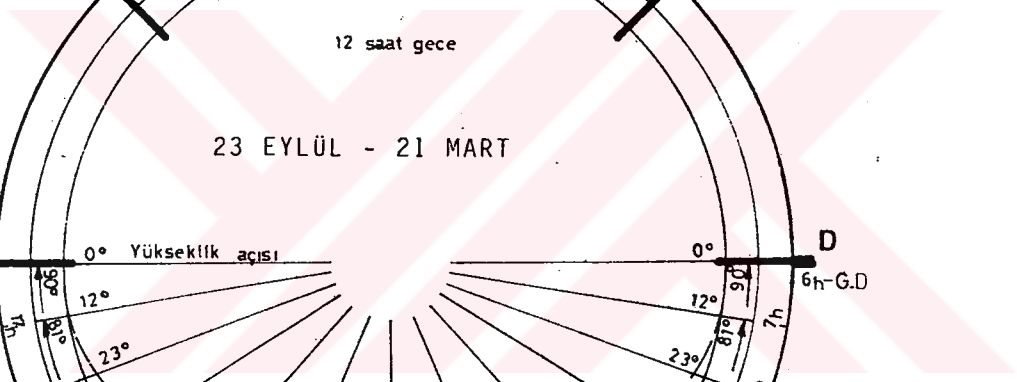
Şekil 2.5 21 Haziran'da Ankara'da Güneş Diyagramı



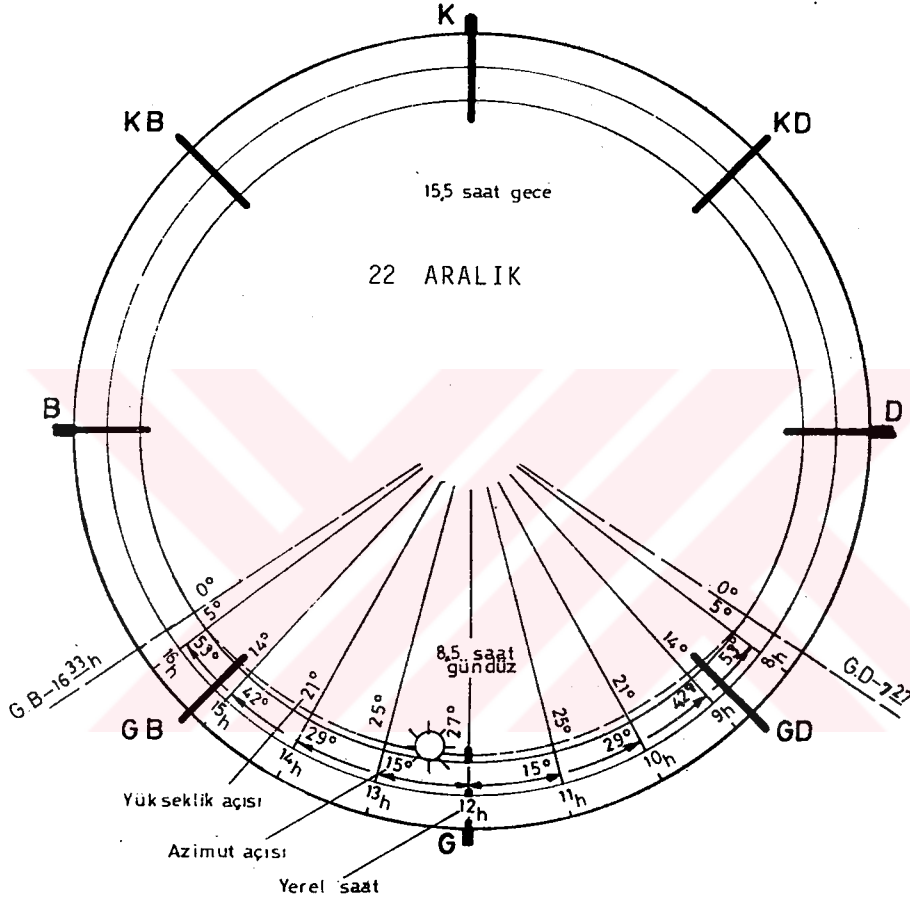
Şekil 2.6 23 Temmuz'da Ankara'da Güneş Diyagramı



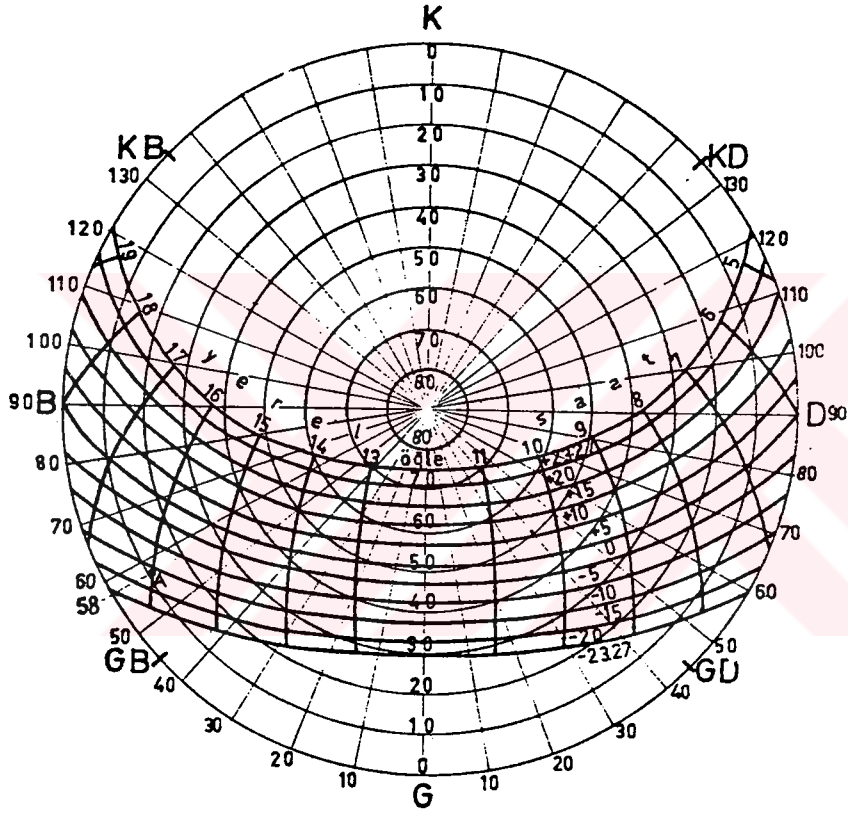
Şekil 2.7 24 Ağustos'da Ankara'da Güneş Diyagramı



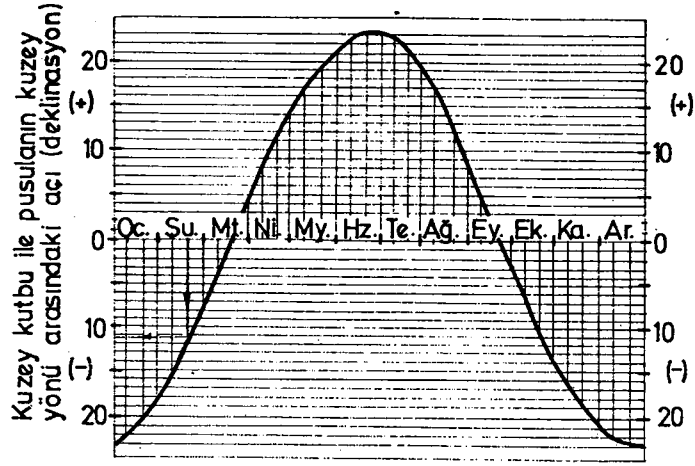
Şekil 2.8 23 Eylül-21 Mart'da Ankara'da Güneş Diyagramı



Şekil 2.9 21 Aralık'da Ankara'da Güneş Diyagramı



Şekil 2.10 40° Enlemde Detaylı Güneş Diyagramı



Şekil 2.11 Deklinasyon Açısının Yıl Boyunca Değişimi

BÖLÜM 3

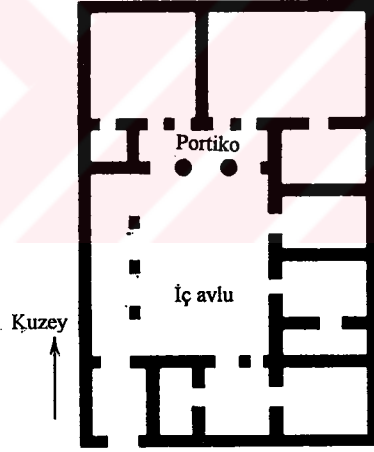
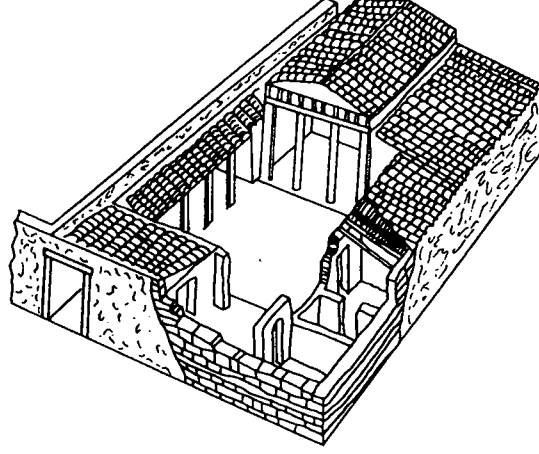
PASİF GÜNEŞ ENERJİSİ DİZAYN KAVRAMLARI

Mimari dizaynın doğal ısınma ve soğumadan yararlanması sağlanırsa, binaların ısıtılması ve soğutulmasında kullanılacak enerji ihtiyacında önemli ölçüde azalma görülecektir. Yüzyıllardan beri birçok uygarlık, iklimlere uyumluluk gösteren mimariler geliştirmişlerdir. Yunanlılar, kış güneşinin evlerinin iç kısımlarına yansımalarının önemini farketmişler ve asırlarca süren bir peryod içerisinde, binaların güneye bakan iç kısımlarında avlu içeren bir yapı geliştirmişlerdir. Evin ana odalarını avlunun kuzey kısmına yerleştirmişlerdir (Şekil-3.1). Avlunun güneyinde kalan odalar ise alçak yapıldılar ve genellikle depolama amaçlı kullanıldılar. Bu dizayn, kış güneşinin binaya girişinde, kuzey kısımda bulunan odalarca engellenmemesini sağladı. M.Ö. 500 yılından sonra inşaa edilen Yunan şehirlerinde, caddeler, her binanın güneşin girişine engel teşkil etmeyecek şekilde dizayn edildiler.

Binaları yazları serin tutabilmenin oldukça önemli olduğu Orta Doğu'nun kıraç bölgelerinde, doğal soğutmadan yararlanılacak mimari stiller geliştirildi. Binalar serinletici rüzgarları alacak ve havanın iç odalar arasında rahatlıkla hareket edebileceği kanallar meydana getirebilecek şekilde inşaa edildiler. Fıskiyeler ve su havuzları, havanın bina içinde hareketi sırasında soğuyabilmesine yardımcı olabilmek için sık sık kullanıldılar.

Amerika'nın güneybatı bölgesinde çağlar öncesi Anasazi Hintlileri, aşağı doğru sarkık kayalara şekil vererek, güneye bakan geniş yerleşim birimleri inşaa etmişlerdir (Şekil-3.2). Kışları güneş gökyüzünde yere oranla daha alçak seviyedeyken, sarkık kayalar altına inşaa edilmiş bu yapılar, güneş ışınını tamamıyla absorbe etmişlerdir. Taş ve çamurdan yapılmış duvarlar böylelikle ısınmış ve tam arkalarına inşaa edilen odaların da ısınmasına yardımcı olmuşlardır. Yazları ise tam aksine, güneş gökyüzünde daha yüksek

seviyedeysen, sarkık kayalar binaları gölgelemiş, böylelikle yapıların serin tutulması sağlanmıştır. Sarkık kayalar ayrıca binaları yağmur, rüzgar ve kardan da korumuşlardır.



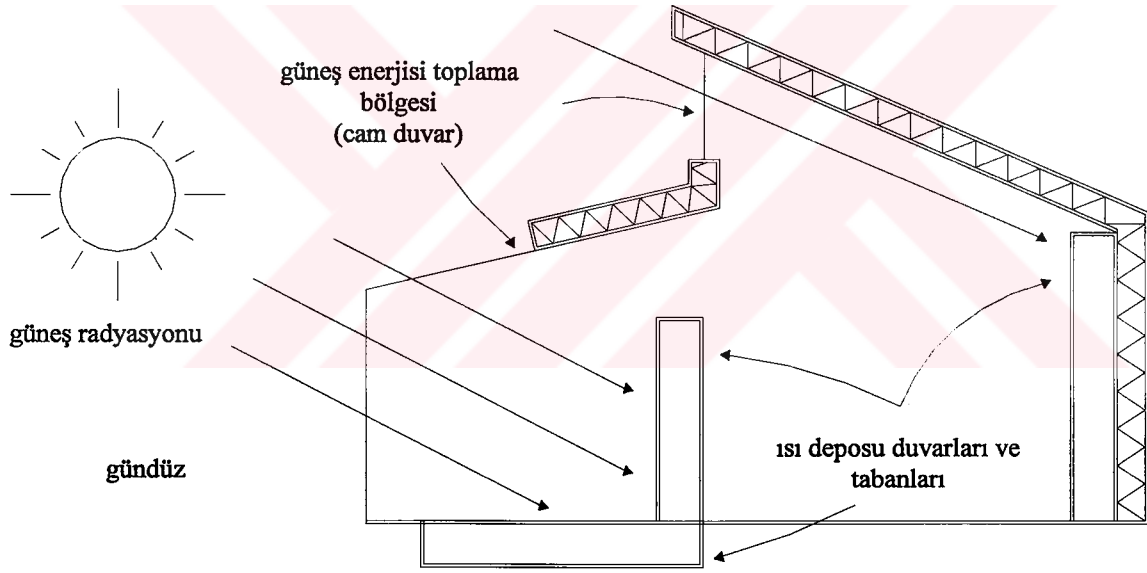
(Şekil-3.1) Antik şehir Priene'den klasik bir Yunan evi tanıtımı. Portiko'nun arkasında kalan odalar, iç avlunun güney kısmına bakıyorlar. Xenophon tarafından ifade edilen, açıklanan Yunan güneş enerjisi mimarisi: "Güneye doğru bakan binalarda, güneş kışın portikoya nüfuz eder, yazın ise güneş başımızın tepesinde ve çatılar üzerindeyken gölge olur."



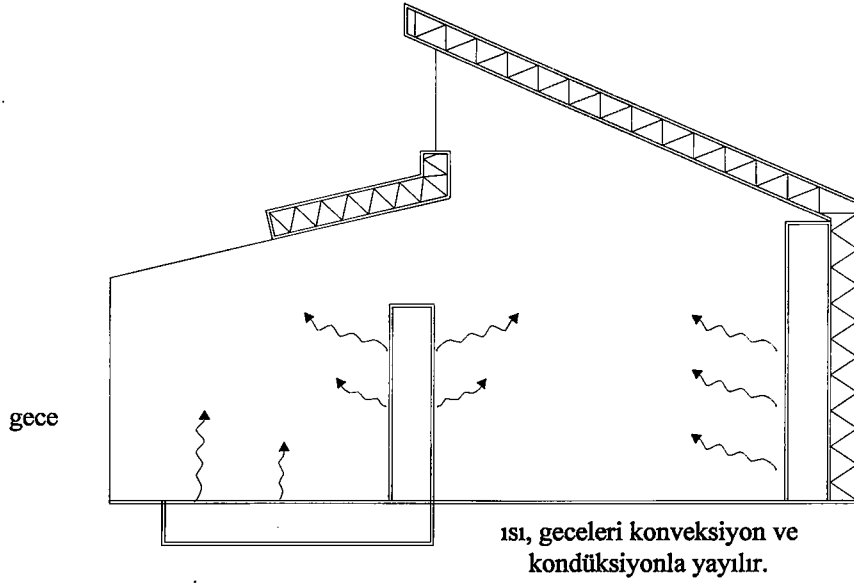
(Şekil-3.2) Antik kültürlerde güneşle yaşam. Çağlar öncesi Amerika'nın güney batısına ait Anasazi Hintlileri, konutlarını sarkık kayaların altlarına inşa ettiler. Şekilde görülen Colorado Mesa Verde Milli Parkı'nda "Kaya Sarayı". Günümüz güneybatı Amerika yerlilerinin ataları tarafından M.S. 1200-1300 yıllarına ait dönemlerde kullanıldı (Amerika Birleşik Devletleri Milli Park Servisi).

3.1. PASİF GÜNEŞ ENERJİ SİSTEMLERİ

Yukarıdaki örneklerde, binaların doğal ısıtma ve/veya soğutmasını artırıcı özellikler taşıyan ve yerel olarak bulunabilen bina malzemeleri kullanılmıştır. Benzeri mimari stillerden, günümüzde de aynen veya daha geliştirilmiş modern malzemelerin kullanımıyla yararlanılabilir. Mesela ne Yunanlılar ne de Anasazi Hintlileri, pencere için cam kullanmışlardır; halbuki cam ve transparan plastik malzemeler hava şartlarına dayanıklı bir yüzey oluştururlarken, güneş radyasyonunun da bina içine geçmesini sağladıkları için çok önemli bina malzemeleridirler.



ısı enerjisi, ısı depolama birimleri tarafından güneşli saatler boyunca depolanır.



Şekil-3.3 Pasif güneş enerjisi sisteminin iki temel bileşeni var:

- 1- Cam duvar, veya güneş enerjisi toplama bölgesi, güneş radyasyonunun bina içine girmesini sağlar
- 2- Isı depoları, ısı enerjisini absorbe eder ve depolar, geceleri veya bulutlu günlerde bina içine yayılmasını sağlar.

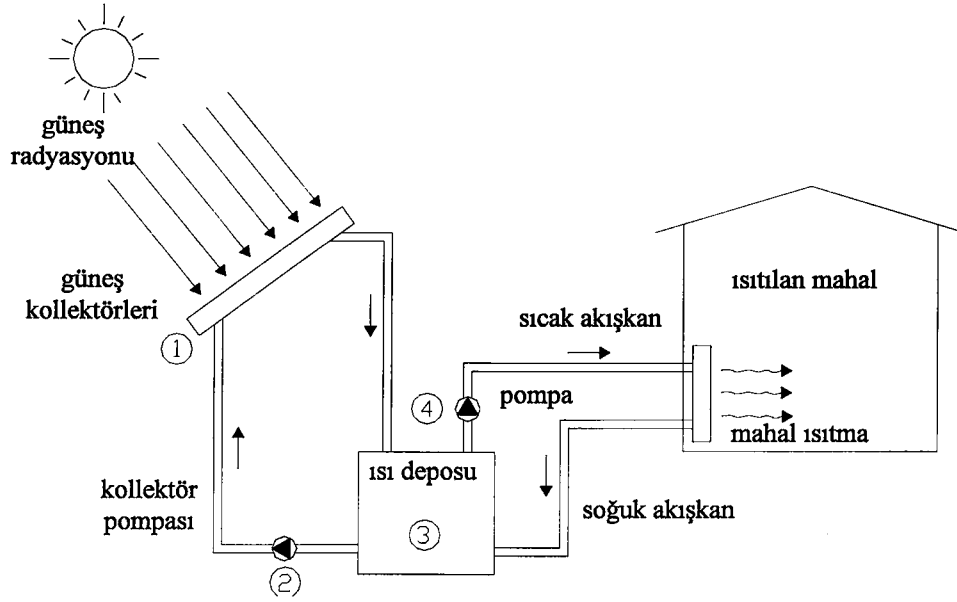
Şekil-3.3’de, güneş radyasyonu cam duvarlı bölgelerden bina içine girer ve bina iç yüzeylerine çarpar. İç duvarlar, radyasyon enerjisini absorbe eder ve ısı enerjisini depo ettikçe sıcaklıkları artar. Geceleri bu iç ısı depo birimleri doğal konveksiyon ve ısı radyasyonu ile ısıyı yavaş yavaş bina içine geri yayarlar. Gündüz saatlerinde absorbe edilen ve depo edilen güneş radyasyonu miktarının, 24 saatlik periyot içinde binadan kaybolan enerjiye aşağı yukarı eşit olması durumunda, Şekil-3.3’deki yapı doğal olarak ısınacaktır. Bu tür güneş enerjili ısıtma sistemi, *pasif güneş enerji sistemi* olarak adlandırılır.

3.2. AKTİF SİSTEMLER KARŞI PASİF SİSTEM

Güneş enerji sistemlerini temelde iki ana sınıfa ayırabiliriz: *pasif sistemler* ve *aktif sistemler*. Pasif sistemler, ısıyı herhangi bir mekanik yola başvurmada toplar ve dağıtırlar; yani ısı enerjisinin doğal konveksiyon, kondüksiyon ve radyasyon yoluyla hareketinden yararlanılarak. Pasif güneş enerji sistemleri bina içine öyle bir entegre edilir ki, bina, gerçekte kendisi sistemi oluşturur. Güneşli günlerde, güneş radyasyonu bina içine cam duvarlı bölgelerden girer ve bina iç duvarlarına çarpar- bu duvarlarda ya absorbe edilir ya da öteki yüzeylere yansıtılır. Güneş radyasyonunu alması hesaplanan iç yüzeyler tuğla, taş veya beton gibi ağır malzemelerle inşaa edilirler- ağır malzemelerin hacim başına ısı depolama kapasiteleri tahta gibi daha az yoğunlukta malzemelere oranla daha fazladır.

Geceleri, ısı daha yüksek sıcaklıkta bulunan iç ortamdan dış ortama doğru, duvarlar ve çatı yoluyla naklolur ve iç sıcaklık yavaş yavaş düşer. Bu olay olurken, gün boyunca kargir duvarlarda ve tabanda depolanmış olan ısı doğal konveksiyon, radyasyon ve kondüksiyon yoluyla iç ortama akar. Isı depolarında meydana gelen akış, binadan kaybolan ısı geçişinin dengelenmesine yardımcı olur ve iç ortam sıcaklığının konfor şartlarında kalmasını sağlar.

Pasif sisteme karşılık, aktif sistemlerde ısı, mekanik yolla sistemin bir bileşeninden diğerine aktarılır. Şekil-3.4'de gösterildiği gibi, güneş kolektörleri, ısı deposu ve mekanik ısı taşıma sistemi, aktif sistemle ısıtmanın temel bileşenleridir. Güneş radyasyonunu absorbe etmek ve su veya hava gibi bir akışkana ısıyı transfer etmek, güneş kolektörlerinin temel fonksiyonudur. Isı depoları, güneş kolektörleri yardımıyla ısıyı depo ederler. Mekanik sistemlerin ise ısıyı güneş kolektörlerinden ısı deposuna ve buradan da ısıtılacak mahale transfer etmesi istenir.



Şekil-3.4 Aktif güneş enerji sistemi temel elemanlarının sistematik gösterimi:

- 1- Güneş kolektörleri, güneşten absorbe edilen ısıyla akışkanı ısıtır.
- 2- Pompa, akışkanın kolektörlerden ısı deposuna sirküle edilmesini sağlar.
- 3- Isı deposu, kolektörlerdeki ısının depolanmasını sağlar.
- 4- Pompa, ısının ısı depolarından ısıtılan mahale dağıtılmasını sağlar.

Pasif sistemin bina mimarisine entegre edilmesi ve inşaat bileşenlerinin iki amacı birarada gerçekleştirmesinin sağlanması ideal olanıdır. Pencerelerin güneş radyasyonunu toplayacak, aynı zamanda da binaya güzel bir manzara sağlayacak şekilde güneşe bakan yöne doğru yerleştirilmesi buna örnek verilebilir. Ayrıca, doğal olarak gün ışığından yararlanma ve istenildiğinde, iç kısımların ventilasyonu da sağlanabilir. Bina duvarları da, yapının önemli yük taşıyan kısımlarını oluşturmalarına karşılık, ısı deposu olarak da yararlanılabilirler.

3.3. PASİF SİSTEMİN SINIFLANDIRILMASI

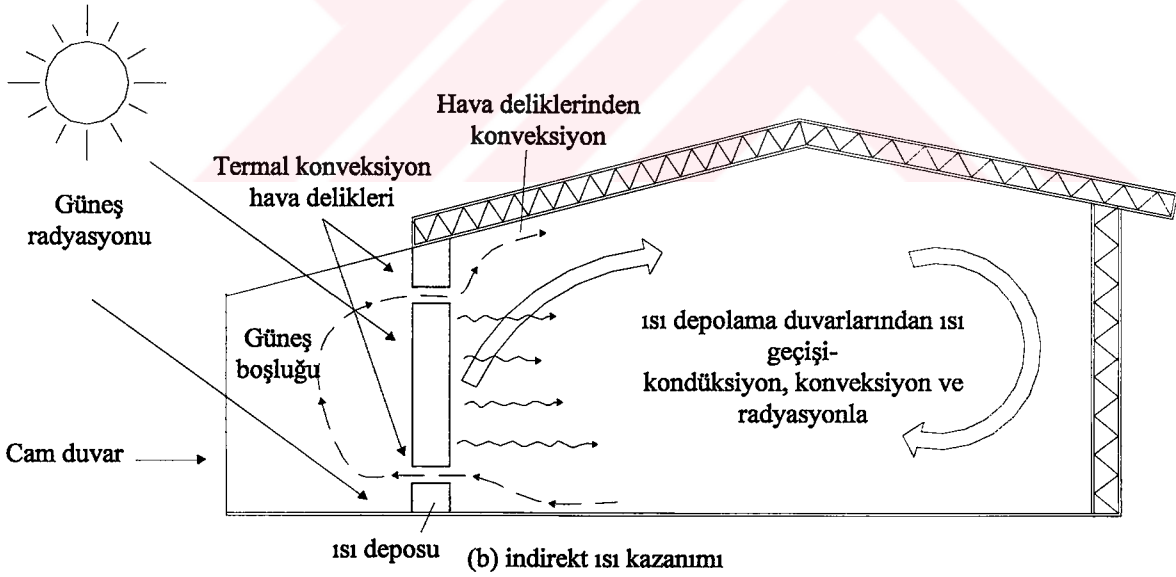
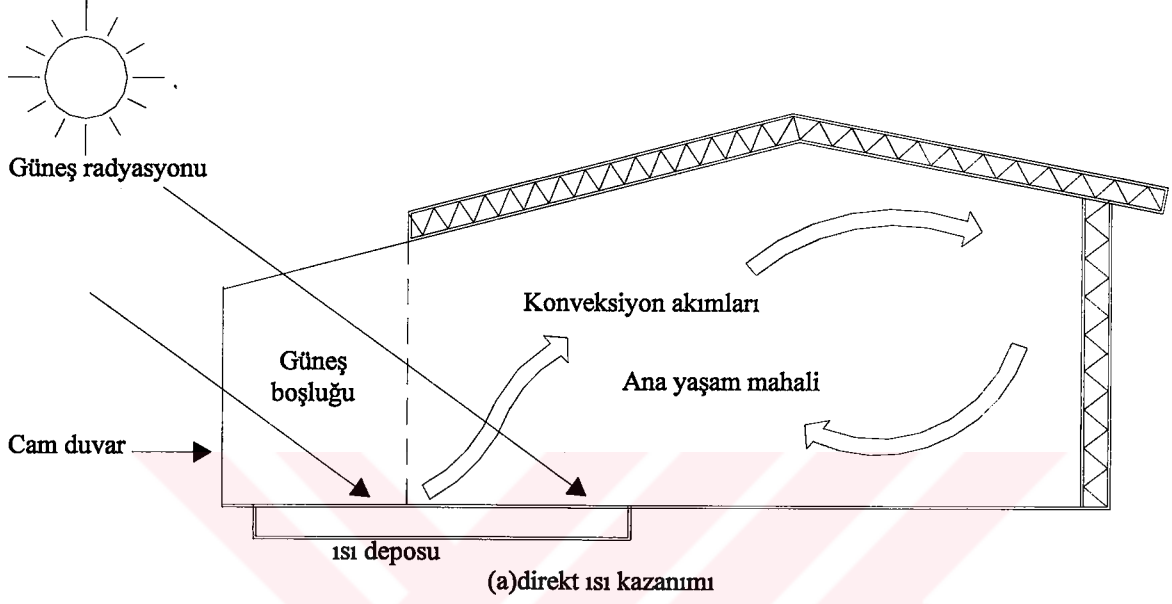
Pasif sistemler, aralarında kesin ayırt edici özellikler bulunan beş ana grupta sınıflandırılabilirler: *Direk ısı kazanım sistemleri*, *indirek ısı kazanım sistemleri*, *konvektif kütle sistemleri* ve *melez sistemler*. Bu kategorilerin bazılarında, aşağıda açıklanacağı gibi, alt kategorilere önem duyulacak farklılıklar bulunmaktadır.

3.3.1. Direkt Isı Kazanım Sistemleri:

Şekil-3.3'de gösterildiği gibi, pasif sistemler içinde en basit olanı direkt ısı kazanım sistemleridir. Güneş radyasyonu, duvarlarda ve/veya çatıda bulunan cam duvarlar yardımıyla bina içine girer. Cam duvarlı bölgelerin toplamı, bina için güneş radyasyonu toplama bölgesini oluştururlar. Güneş ışınları, bina içindeki absorbe edici yüzeylere çarptığı zaman ısıya dönüştürülür ve absorbe edici bina elemanlarının (ısı depolarının) sıcaklıklarının artmasına neden olurlar. Isı, direkt olarak radyasyona maruz kalan absorbe edici yüzeylerden diğer yüzeylere (duvar, tavan, taban) ve odaya, boşluk yoluyla radyasyon, kondüksiyon ve konveksiyonla yavaş yavaş yayılır. Geceleri, gün boyunca oda duvarları tarafından depolanan ısı, konveksiyon ve radyasyon yoluyla serbest kalırlar. Güneş radyasyonu, güneş radyasyonu, toplama bölgesinden bir kere girerse, direkt olarak ısıtılan mahalin içine girer ki, bu direkt ısı kazanım sistemlerinin önemli bir özelliğidir.

Güneş boşlukları (veya güneş odaları) ve güneş seraları, direkt ısı kazanım sistemlerinin iki önemli değişkenidir. Şekil-3.5, birleştirilmiş bir güneş boşluğunu göstermektedir. En basit formuyla, (Şekil-3.5a) güneş boşluğu geniş bir odanın bir kısmı olarak direkt ısı kazanım sistemini temsil eder. Güneş boşluğunda toplanan güneş enerjisi havayı ısıtır ve ısınan hava, konveksiyon akımlar yardımıyla daha geniş oda boşluğuna taşınır. Şekil-3.5b de güneş boşluğu, ısı deposu yardımıyla binanın diğer kısımlarından ayrılmakta ve ısı bölgesi olarak gösterilmektedir. Bu durumda güneş boşluğu direkt ısı kazanım boşluğu olarak kalır; bu sırada komşu bölge, ısı deposu duvarlarından geçen ısı

yardımla indirekt olarak ısınır. Güneş boşluğundan bitişik mahale ılık havanın konveksiyonla geçmesini sağlamak için, ısı deposu duvarlarına hava delikleri, menfezler konulabilir. Bu tür bir güneş boşluğu, sera veya güneş odası olarak davranabilir.



Şekil-3.5. Güneş boşlukları güneş ısını toplar

- (a) Güneş boşluğu geniş bir odaya yerleştirilir ve direkt ısı kazanım sistemi olarak kullanılır.
- (b) Isı deposu, güneş boşluğu ile odanın geri kalan kısmı arasına yerleştirildiğinde, iki ısı bölgesi oluşturulur- güneş boşluğu (direk ısı kazanım bölgesi) ve komşu bölge (indirek ısı kazanım bölgesi) ısıyı ısı deposundan alır. İsteğe bağlı olarak ısı depolarına yerleştirilen hava delikleri, güneş boşluğuna ve güneş boşluğundan konveksiyon çemberlerinin oluşmasına olanak sağlar.

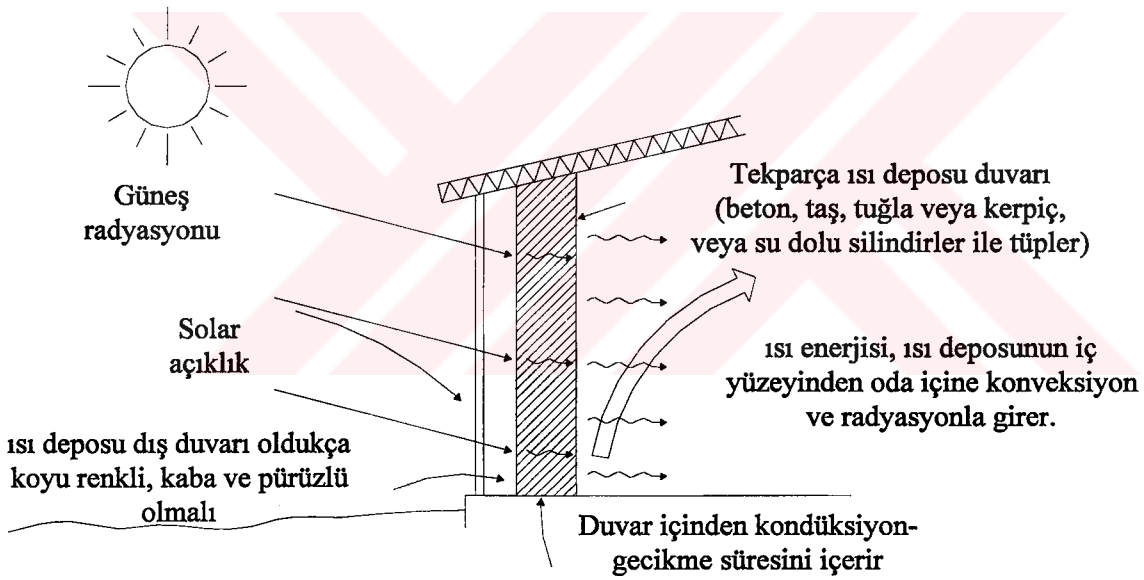
3.3.2. İndirek Isı Kazanım Sistemleri:

Isı kütlesi, cam duvarlı güneş toplama bölgesi ile iç bölge arasına yerleştirildiğinde, güneş radyasyonunun direkt olarak bina iç bölgelerine girmesi engellenir. Isı depoları tarafından absorbe edilen güneş radyasyonundaki ısı enerjisi, doğal konveksiyon, kondüksiyon ve radyasyonla bina içine indirekt olarak girer. Bu tür solar sistemler, *indirek ısı kazanım sistemleri* adını alır. İndirekt ısı kazanım sistemleri, ısı deposu duvarlı (Şekil-3.6) veya ısı deposu çatılı (Şekil-3.7) olabilir. İç ısı deposu duvarlı güneş boşluğu veya sera (Şekil-3.5b), güneş boşluğu için direkt ısı kazanımı olmasına rağmen, iç kısımda bulunan odayı indirekt kazanımla ısıtabilir. Isı deposundan olan ısı transferi, ısı deposunun sıcaklığı iç sıcaklıktan düşük olduğu sürece devam eder. Pasif sistemlerde ısı transferi, mekanik yollarla kontrol edilemez. Transfer olan ısı oranı, ısı deposu ve iç mahal sıcaklıklarına bağlıdır. Tekrar edecek olursak, ısı transferi konveksiyon, kondüksiyon ve radyasyonun sonucudur.

Eğer ısı deposu duvarı kullanılırsa, direkt olarak cam duvarı arkasında olmak kaydıyla, iç mahal ile cam arasına yerleştirilir. Isı deposu, kargir duvardan veya betondan inşaa edilebilir veya su dolu konteynerlerin yardımıyla şekillendirilebilir. Güneş radyasyonu cam duvardan geçip duvara çarptığında, duvarın koyu renkli yüzeyi tarafından absorbe edilir. Isı, ısı deposu malzemesinin geçirgenliğine bağlı olarak kondüksiyonla ısı

deposuna geçer. Belli bir süre sonra ısı deposunun da sıcaklığı artacak ve ısı sıcaklığı daha düşük olan iç mahale geçiş yapacaktır. Bu süre, duvarın gecikme süresi olarak isimlendirilir. Gecikme süresi, ısı deposu duvarının geçirgenliğine ve kalınlığına bağlı olarak değişir.

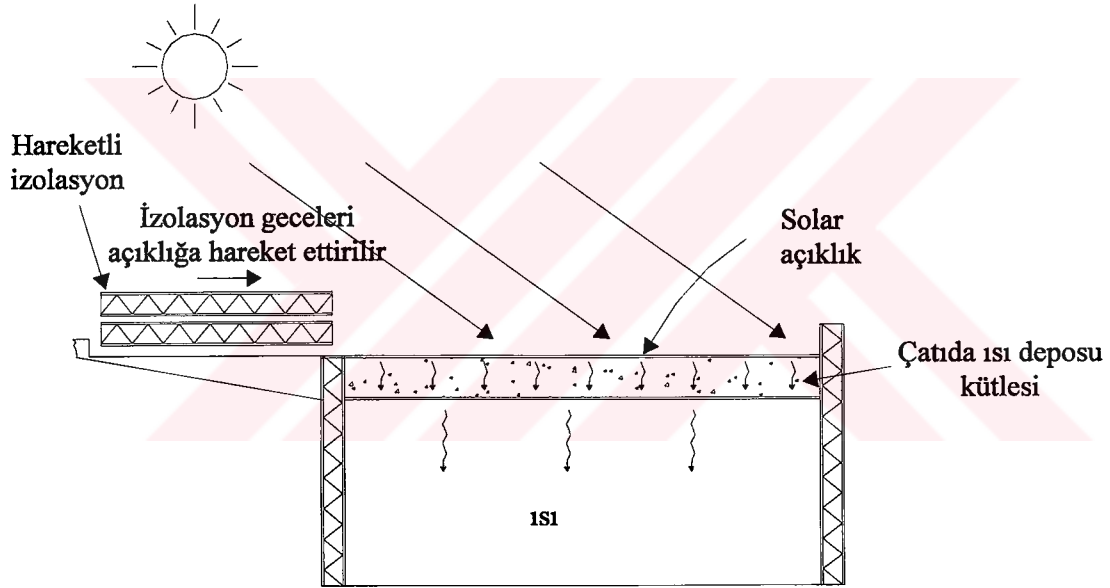
Şekil-3.7’de gösterilen çatı ısı deposu, diğer bir indirekt ısı kazanma sistemini temsil etmektedir. Isı deposu kütesinin çatı düzlüğünde yerleştirilmesi haricinde, ısı deposu duvarıyla benzerdir. Su havuzları bulunan ısı deposu çatıları sıklıkla kullanılmaktadır. Geceleri ve bulutlu günlerde ısı kayıplarını minimuma indirmek için, hareket edebilir izole sistemleri kullanılmaktadır.



Şekil-3.6 İndirekt ısı kazanım sistemi. Isı deposu duvarı, güneş radyasyonunu dış yüzeyinde absorbe eder. Güneş ışını, duvar arkasında kalan yaşam mahaline giremez. Absorbe edilen enerji, ısı deposu yardımıyla bina iç bölümüne nakledilmelidir.

3.3.3. İzole Edilmiş Isı Kazanım Sistemleri:

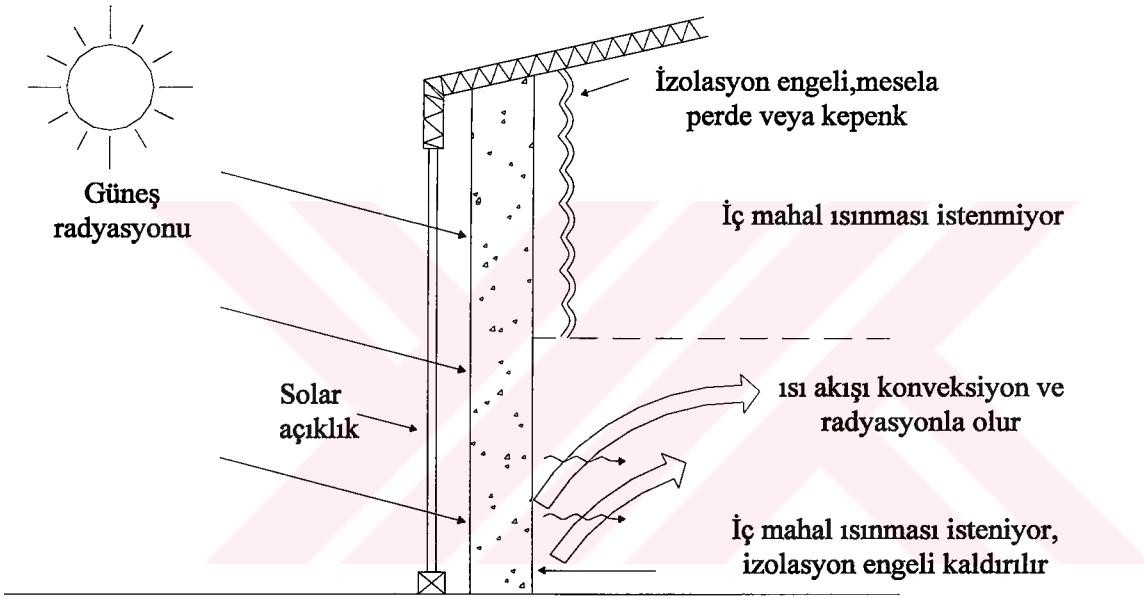
İç mahallerle, güneş radyasyonu ile ısınan ısı depoları arasında ısı bariyerleri yerleştirilirse, ısı deposundan bina içine olan ısı akışı kontrol edilebilir veya tamamen engellenebilir. Bu tür bir pasif sistem, *izole edilmiş ısı kazanım sistemi* olarak adlandırılır. Isı deposu ile iç bölge arasında ayırmanın dışında (izolasyon veya fiziksel ayırma), bu sistemler temelde indirekt ısı kazanım sistemleridir. Şekil-3.8’de gösterildiği gibi, izolasyonun eklenmesiyle ısı deposu, izole edilmiş ısı kazanım sistemi halini alabilir. İzole edici engel, izolasyon perdesi formunda olabilir veya kapak veya sürmeli panel olabilir.



Şekil-3.7. Çatı ısı deposu. Isı enerjisini depolayan ve absorbe eden ısı deposu dış yüzeyi gündüzleri güneş radyasyonuna açılır. Geceleri ise hareketli izolasyon ile ısı kaybını azaltmak için kapatılır. Isı, ısı radyasyonu ile tavandan bina içine girmeye devam eder.

3.3.4. Konvektif K t le Sistemleri:

Genel  zellikleri bakımından izolasyonlu ısı kazanım sistemlerine benzemekle beraber, ayrı bir sınıf oluşturacak yeterli özelliklere sahiptirler. Güneş radyasyonundan elde edilen ısı enerjisi, Şekil-3.9a'da gösterildiği gibi, izole edilmiş kaya yataklarında ve izole edilmiş i  mahallerde depo edilir. Isı istenildiğinde (Şekil-3.9b), hava delikleri açılır ve sıcak havanın bina içine konveksiyonla akışı sağlanır.

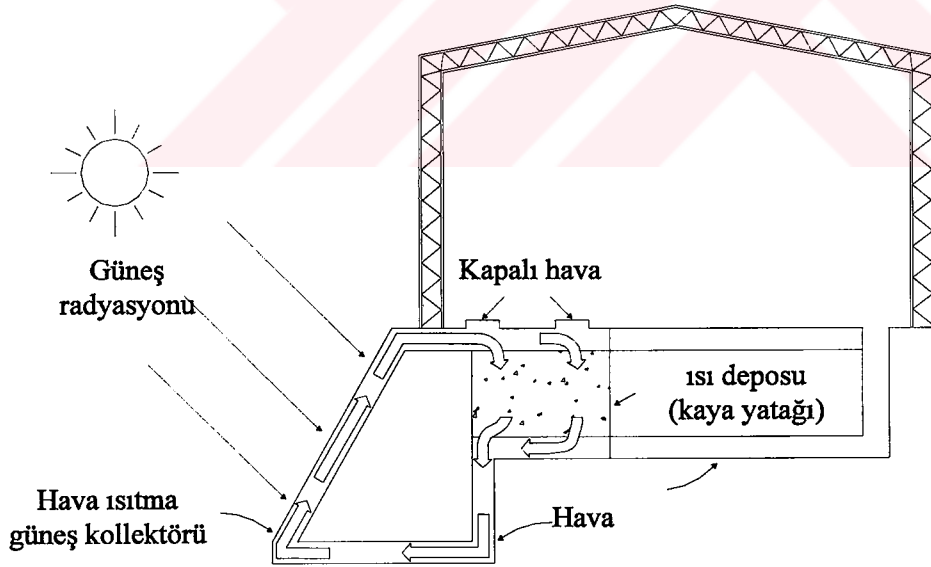


Şekil-3.8 İzole edilmiş ısı kazanım sistemleri. Isı enerjisi gün boyunca duvarlar ve tabanlarda depolanır. İzolasyon engeli bina i  mahaline ısı akışını engeller. Isı istendiği zaman izolasyon engeli kaldırılır ve ısı deposundan konveksiyon ve radyasyonla ısı akışı sağlanır.

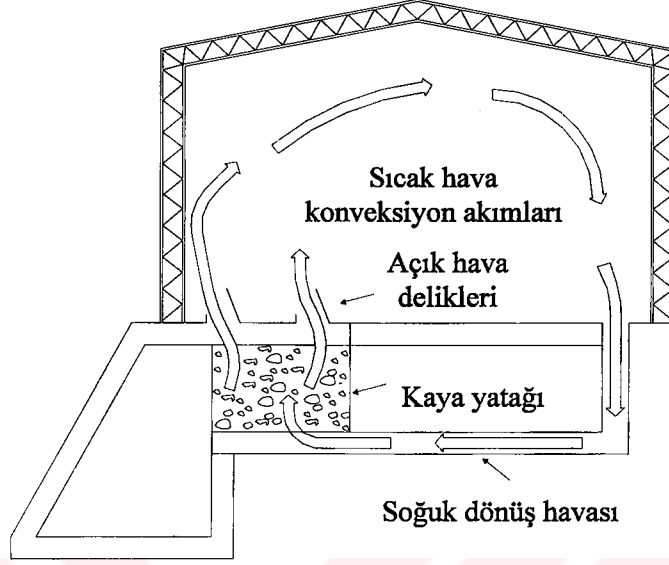
Ayrı bir güneş kolektörünün ve ısı deposu yatağının kullanılmaları bakımından aktif sistemlerin özelliklerini taşırlar. Fakat, ısı enerjisinin, kolektör ile ısı deposu ve ısı deposu ile ısıtılan mahal arasında doğal konveksiyonla akışı sağlandığından, pasif sistem olarak sınıflandırılırlar.

3.3.5. Melez Sistemler:

Güneş enerji sistemleri hem aktif hem de pasif sistem yöntemlerini içerdiğinden, *melez sistemler* olarak isimlendirilirler. Şekil-3.10 bu tür bir sistemin yaygın bir örneğini göstermektedir. Direk ısı kazanım serası, güneş kolektörü; fan zorlamalı kaya yatağı ise ısı deposu olarak kullanılır. Isı, kaya yatağı ısı deposundan radyasyonla, kaya yatağı üzerindeki taban levhasından ise konveksiyonla alınabilir veya havanın fan yardımıyla sirkülasyonu sağlanarak kaya yatağı yoluyla ısınması sağlanabilir. Melez sistemler için kullanılan ısı depoları, hava fan yardımıyla ısı deposuna doğru zorlandığında, çeşitli formlarda olabilir. Eğer plastik tüpler taban levhasına yerleştirilirse, güneş boşluğundaki sıcak hava, tabandaki beton kütle yoluyla hareket ettirilir. Bu olay, taban levhasının ısı deposu kütlesi olmasını sağlar. Veya Şekil-3.11’de gösterildiği gibi, iç duvarların sağlam kargir duvarlar yapılmasıyla ısı deposu olmaları sağlanabilir. Melez sistemler, ısı depolarının saf pasif sistemlerde uygulanabilirliğinin mümkün olmadığı yerleşimlerde kullanılırlar.



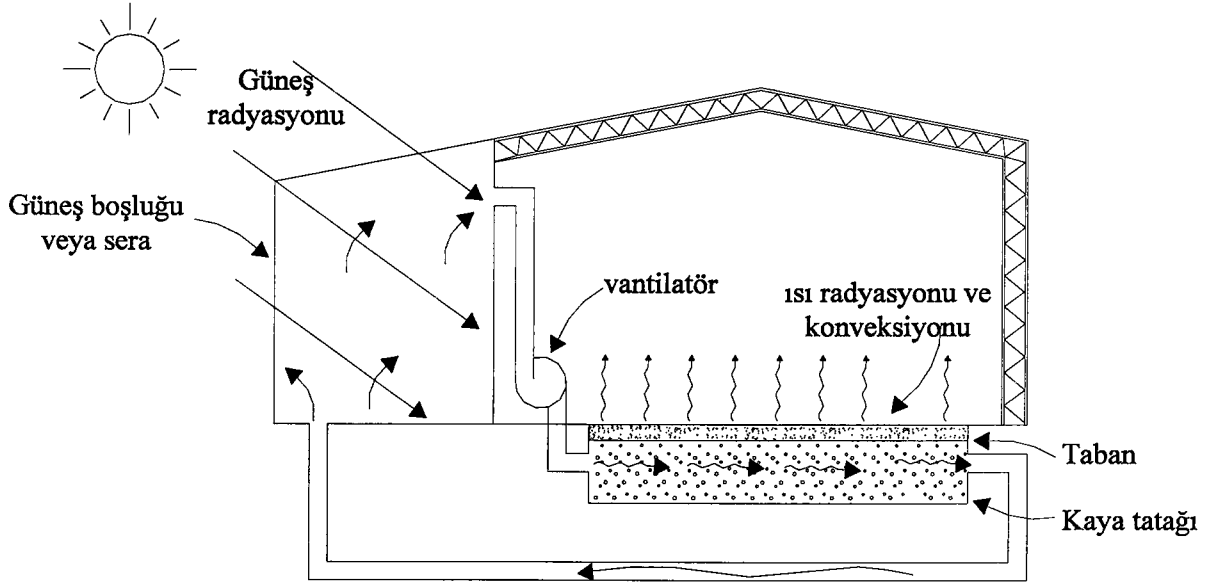
(a)güneşli gün- ısı depolanır



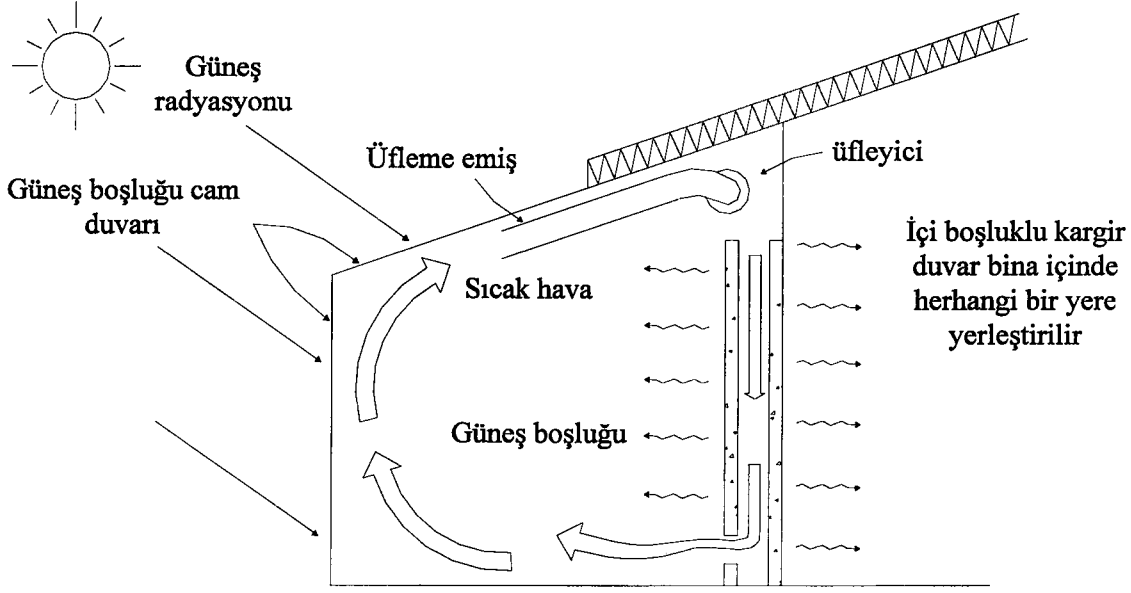
(b) gece veya bulutlu günler- ısı, ısı deposundan yaşam mahaline taşınır.

Şekil-3.9 Konvektif kütle enerji sistemleri

- (a) Gün boyunca, doğal konveksiyon ısıyı güneş kolektöründen ısı deposuna doğru hareket ettirir- bu durumda kaya yatağı.
- (b) Geceleri ve bulutlu günlerde ısı istendiği zaman, ısı deposuna doğru olan menfezler açılır. Isı, doğal konveksiyonla ısı deposundan bina iç mahaline hareket eder.



Şekil-3.10 Melez güneş enerji sistemi. Isı solar toplama bölgesinden ısı deposuna vantilatör gibi mekanik bir devre ile taşınır- bu durumda taban levhası altı kaya yatağı. Isı binaya konveksiyon ve radyasyonla taban levhasından girer ki, levha altında bulunan kaya yatağı ile ısıtılır, veya oda havası kaya yatağına doğru üflenir, burada ısınması sağlanır ve tekrar odaya geri dönmesi sağlanır.



Şekil-3.11 İçi boş kargir duvar, uzaktan kumandalı ısı deposu olarak kullanılabilir.

Kargir duvarın ısınmasını sağlamak için, sıcak hava aşağıya doğru vantilatör yardımıyla yönlendirilir. Duvar tarafından depo edilen ısı, termal kondüksiyon, radyasyon ve konveksiyon yoluyla yayılacaktır.

3.4. PASİF SİSTEMLERİN AVANTAJ VE DEZAVANTAJLARI

3.4.1. Mimari Bakımdan: Pasif sistemler, tüm solar sistemlerin binaya entegre edilmesi için mükemmel bir fırsat sağlar. Bu dizayn, prosesi, dizayn eden kişi veya mimar için komplike hale getirir; ve güneş enerji danışmanı ile proje dizaynının yakın ilişkilerde bulunmasını gerektirir. Pasif sistem kavramlarının, bina dizaynının ilk aşamasından itibaren gözönünde bulundurulması önemlidir. İyi dizayn edilmiş pasif binada, solar elementler bina içinde diğer fonksiyonları da yerine getirebilmektedir. Örnek olarak güneşe yerleştirilmiş olan pencereler, bina için manzara sağlamalarıyla birlikte, güneş enerjisi toplama amaçlı solar cam olarak da kullanılırlar. Şekil-3.12’de gösterildiği gibi tepe pencereleri veya klestori pencereleri gerek ısı enerjisinin elde edilmesinde, gerekse gün boyunca bina iç aydınlatmasının sağlanmasında önemli rol oynarlar. Isı deposu duvarları da yük yatağı yapı elementleri olarak ikinci bir fonksiyonu

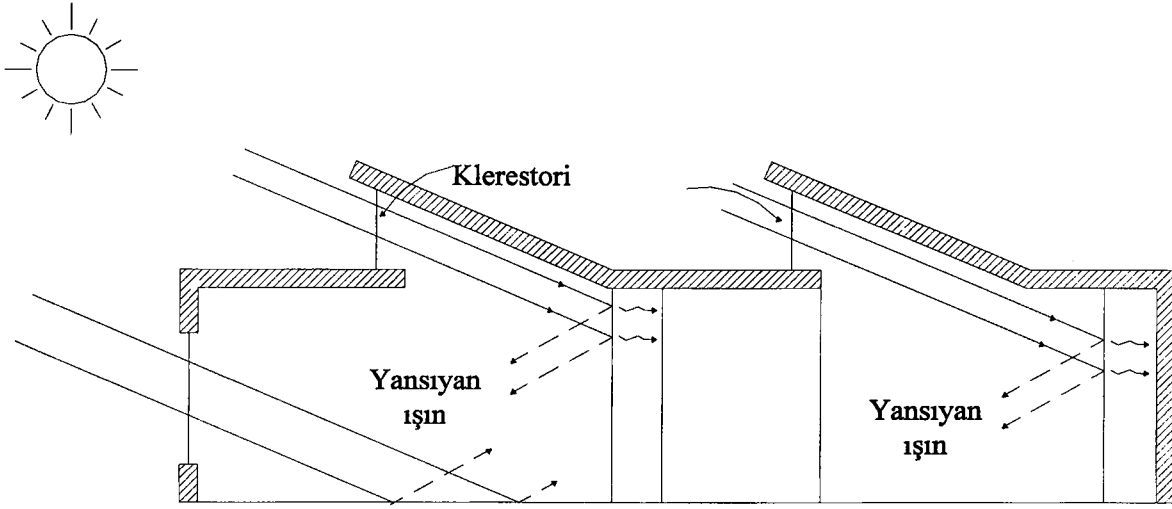
yerine getirirler. Kısacası, pasif bileşenlerinin bina içine entegre edilmesiyle, pasif solar sistem için gerekli olacak sermaye kısmen de olsa azaltılacaktır.

İyi dizayn edilmiş pasif solar sistem ayrıca bina alanını, hem görülebilir hemde artistik perspektif bakımından arttırabilir. Örnek olarak pasif solar sistemin bir kısmı olan koridor veya bekleme salonu, güneşin hareket etmesiyle doğal olarak aydınlanacak ve gün boyunca sürekli değişen parlak ışınların ve gölgelerin oluşmasına neden olacaktır. Buna ilaveten çeşitli bitkiler -ağaçlar bile- bu tür bir alanda rahatlıkla yetişebilir. Bu tür mahaller, suni olarak aydınlatılmış mahallere kıyasla daha ilgi çekici ve yaşanabilir yerlerdir.

Bununla birlikte pasif sistemler tamamen problemsiz değildirler. Güneş ışınlarının direkt olarak bina iç mahaline girdiği bu sistemlerde, meydana gelen parlak ışınlar, sık sık kabul edilemeyecek sonuçlar doğururlar. Güneş ışınları, kumaş ve tahtaların solmasına, renklerinin ağarmasına sebep olurlar, bu da bu mahallerde yaşayan ve çalışanlar için rahat olmayan ortamlar yaratır.

3.4.2. İnşaat Yeri Bakımından: Solar proje için temel olan yapıya güneş giriştir. İnşaat yeri, binanın güneşe bakmasına olanak sağlamalıdır, en azından solar bileşenler güneyden 20° batı ve 20° doğu yönünde sapma göstermelidirler. Kış güneşinin pencerelere ve ısı deposu duvarlarına gelmesini engelleyecek engellerin, güneşe bakan duvarların önünde bulunmasından kaçınılmalıdır. Klerestori pencereler, tepe pencereler veya çatıda su havuzlarının bulunması durumunda ise çatının kış güneşi alması sağlanmalıdır.

Binanın güneş almasını azaltacak birçok durum mevcuttur. Tepeler, binalar veya ağaçların gölgeleri örnek olarak verilebilir. Parsel yönü ve/veya bölge kısıtlamalarında binanın güneşe doğru yönlendirilmesini engelleyebilir. Bu yüzden inşaat yeri analizi, solar projenin ilk önemli kısmı olarak ssolar dizaynı yapan kişi tarafından yapılmalıdır.



Şekil-3.12 Klerestori pencereler, güneş ışının bina içine girmesinde ve duvarlarda yansımada kullanılabilir. Bu, gün boyunca iç duvarlar için aydınlatma sağlamanın yanı sıra, radyasyon enerjisinin oluşmasına da yardımcı olur.

3.4.3. Pasif Sistemlerin Basitliği: Pasif solar enerji sistemi doğal olarak dizaynda basittir. Pasif sistemlerde pompalar, borular, fanlar veya ısıyı bir yerden diğerine taşımak için kanallar yoktur; bu yüzden pasif binanın çalışması sessiz ve sürekliir. Bununla birlikte pasif sistemlerin günlük kullanımları ısı deposu duvarlarında açma ve kapama menfezlerini, açık güneşli günler boyunca fazla ısınmayı kontrol edecek hareket eden gölgeleme ve izole edici kısımları, sistem performansını arttırmak için mevsimlik gölgelik ve yansıtıcı ayarlamalarını ve fazla ısınmış havayı sistemden uzaklaştırıcı açma ve kapama egzoz menfezlerini gerekli kılar. İstenildiği takdirde yukarıda sayılan tüm bu işlemler otomatik olarak yapılabilir; zaten kontrol işlemlerinin günlük veya saatlik olarak manual ayarlanması gereksizdir.

Pasif sistem bir binanın bakımı, standart bir binanın bakımından pek farklı değildir. Bazı sistemlerde benzer inşaat malzemeleri kullanılmaktadır ve sınırlı teknik bilgisi olan personel tarafından bakımı kolayca yapılmaktadır. Tipik bakım prosedürleri cam

duvarların sızdırmazlığının sağlanması, yapının açık olan kısımlarının boyanması veya hava deliklerinin, menfezlerin çalışır durumda olmalarının sağlanması olarak sıralanabilir.

3.5. PASİF SOLAR SİSTEMLERDE İNSAN KONFORU

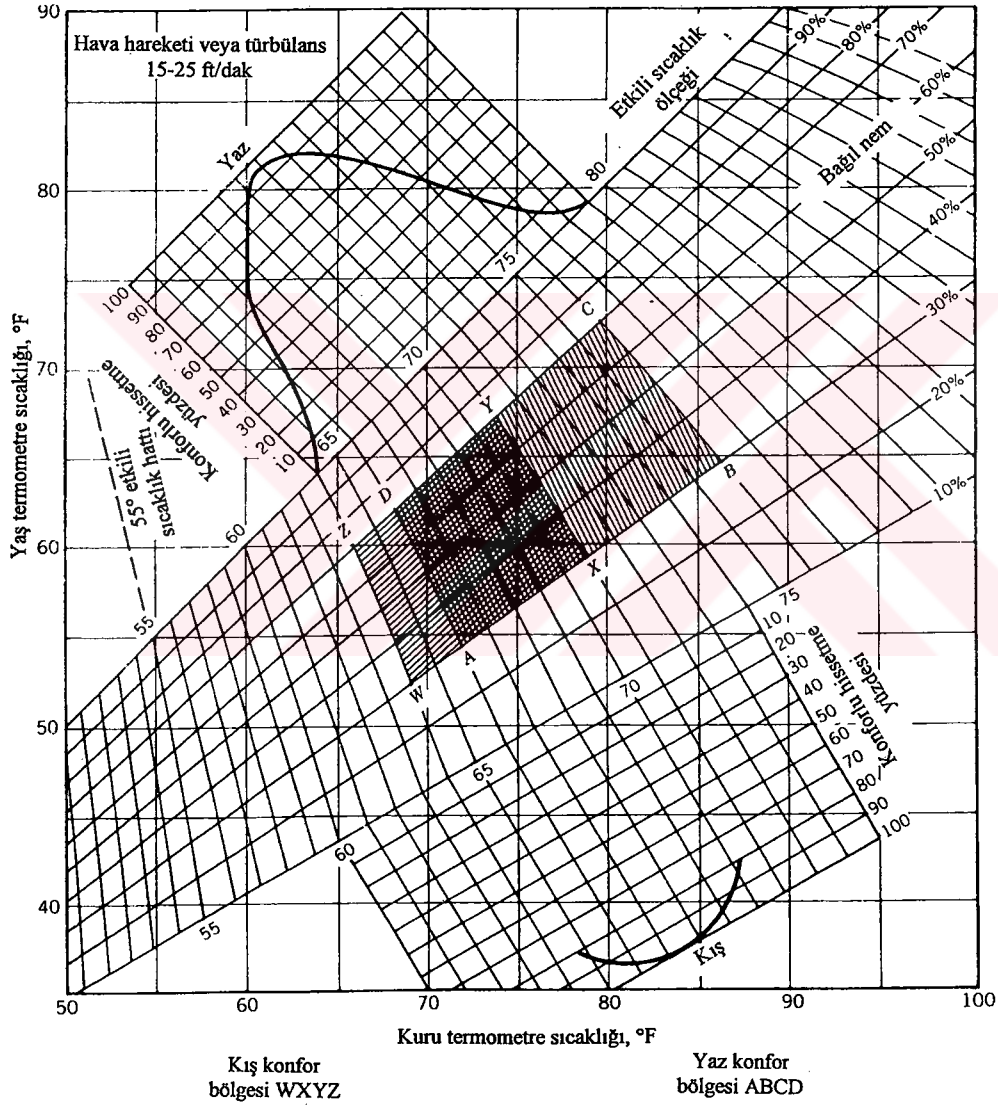
İnsan vücudu etrafında bulunanlarla komplike bir şekilde etkileştiğinden, pasif sistemlerde sıcaklık kontrolünün öncelikli bir önemi vardır. İnsan vücudu metabolizması gereği iç ısı üretir ve vücut sıcaklığını ortalama 37°C’de sabit tutabilmesi için, kazanılan bu ısının aynı oranda dağıtılması gerekmektedir. Isı vücuttan dört yolla yayılmaktadır: buharlaşma, solunum, konveksiyon ve termal radyasyon. İnsanlar dinlenme amaçlı oturduklarında üretilen ortalama ısı enerjisi 100 kcal/h dir ve bu ısı enerjisi yaklaşık olarak aşağıdaki gibi yayılır:

- 25 kcal/h - deriden nemin buharlaşması ile gizli ve duyulur ısının solunum yoluyla kaybıyla
- 25 kcal/h - konveksiyonla çevre havaya
- 50 kcal/h- radyasyonla vücut sıcaklığından daha düşük sıcaklıkta olan yüzeylere (31.1-33.3°C)

3.5.1. İNSAN KONFORU

Konfor tanımlaması çok zor bir konudur. Psikolojik faktörler kişilerin konfor hislerini etkiler ve fiziksel ölçülerden bağımsız olarak düşünüldüğünde elde edilmesi oldukça zordur. Bununla beraber ‘insan konforu psikolojik ölçü skalası’ oluşturmak için birçok denemelerde bulunulmuştur. Büyük Britanya’da British Equivalent Temperature, farklı ortamların eşdeğer sıcaklıklarının karşılaştırılmasında kullanılmaktadır. Amerikan Isıtma, Soğutma ve Havalandırma Mühendisleri Topluluğu (American Society of Heating, Refrigerating, and Air-Conditioning Engineers- ASHRAE) bünyesinde iklimlendirme, havalandırma mühendisleriyle çalışan araştırmacı bilim adamları

ASHRAE Konfor Tablosunu geliştirdiler ve tablonun önemli bir kısmını oluşturan Etkili Sıcaklık Ölçeği'ni eklediler (şekil-3.13). Etkili sıcaklık ölçeği sıcaklık, bağıl nem ve hava hareketinin insan konforuna etkisini içermektedir. Konfor tablosu özellikle durgun, sakin ortamlar için kullanılmaktadır; örnek olarak mahalde bulunanların oturarak dinlendiği veya hafif işler yaptığı yerler ile ortalama sıcaklığın hemen hemen kuru termometre sıcaklığına eşit olduğu kapalı alanlar için kullanılır. İnsan vücudundan kazanılan veya kaybedilen radyasyonunun sıfır olduğu kabul edilir.



şekil-13 ASHRAE Konfor Tablosu; kuru termometre sıcaklığı(KT), yaş termometre sıcaklığı(YT), bağıl nem(BN) ve insan konforu etkili sıcaklığı(ES). Tablonun taralı bölümü (konfor bölgesi) çoğu kimsenin konforlu tabir ettiği şartları

göstermektedir. İnsanların farklı yaz ve kış şartlarındaki konfor tanımlamalarına dikkat edin. Kaynak: ASHRAE Handbook of Fundamentals, Atlanta: ASHRAE, 1967, sayfa122

Konfor bölgesi, bağıl nemin %30 ila %70 arasında değişkenlik gösterdiği ve iç ortam şartlarının kontrol altında tutulduğu mahallerde, farklı araştırmacıların yüzlerce insanla yaptığı araştırmalar sonucu elde edildi. Kışın (Tablo'da WXYZ) etkili sıcaklığın, erkeklerin ve kadınların normal kıyafetlerle dinlenmede olduğu şartlarda, 17.7°C ile 21.6°C arasında değişkenlik gösterdiği ve ortalama 19.7°C olduğu saptanmıştır. Şekil-3.13'de görülen iki taralı alan konfor bölgesini oluşturmaktadır. İklima uyum gösterme, muhtemelen konfor bölgesinin yaz ve kış ayları arasında değişmesiyle açıklanabilir. Vücut kış aylarında kendini soğuğa karşı ayarlar ve herhangi bir soğuk ortamda kendini rahat hisseder. Yaz aylarında ise kış aylarının tam tersine, vücut ısıya karşı uyum içinde olur ve daha sıcak ortamlarda rahat hisseder. Coğrafi bölgelere göre iklima uyum gösterme de konfor bölgesinin değişmesine neden olur. Etkili sıcaklık her 5°lik enlem değişiminde (ekvatora doğru) 1°C artma göstermektedir. Konfor bölgesinin ayrıca kişilerin giymiş oldukları giysiler ve yapmış oldukları aktivitelerle değişkenlik gösterdiği saptanmıştır. Bununla beraber cinsiyet farklılıklarından doğan konfor bölgesi değişimlerinde söz konusudur; örnek olarak bayanlar kış aylarında 1°C daha yüksek sıcaklık değerini tercih etmektedirler. Ayrıca 40 yaş üzerinde olan kişiler yine kış aylarında 1°C fazla sıcaklık değerini tercih etmektedir.

Örnek Problem 3.1: %50 bağıl nem ve kış aylarında, konfor bölgesi ile sınırlanan kuru termometre sıcaklık aralığını bulunuz.

Çözüm 3.1: Şekil-3.13'den, %50 bağıl nem için kış konfor bölgesinin en alt sınırındaki kuru termometre değeri 19.4°C bulunur. Kış konfor bölgesi üst sınırında ise yaklaşık olarak 24.7°C'dir. Buna göre kuru termometre sıcaklığı aralığı 19.4-24.7°C'dir. Bu limitler dışında hemen hemen yok denecek kadar az sayıda insan, ortamın konforlu olduğunu söyleyecektir.

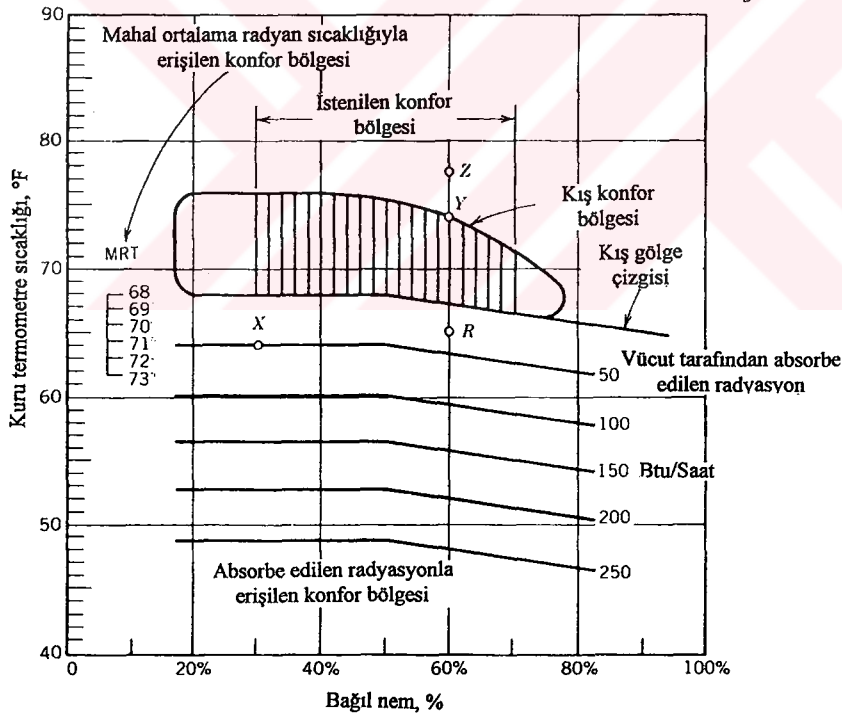
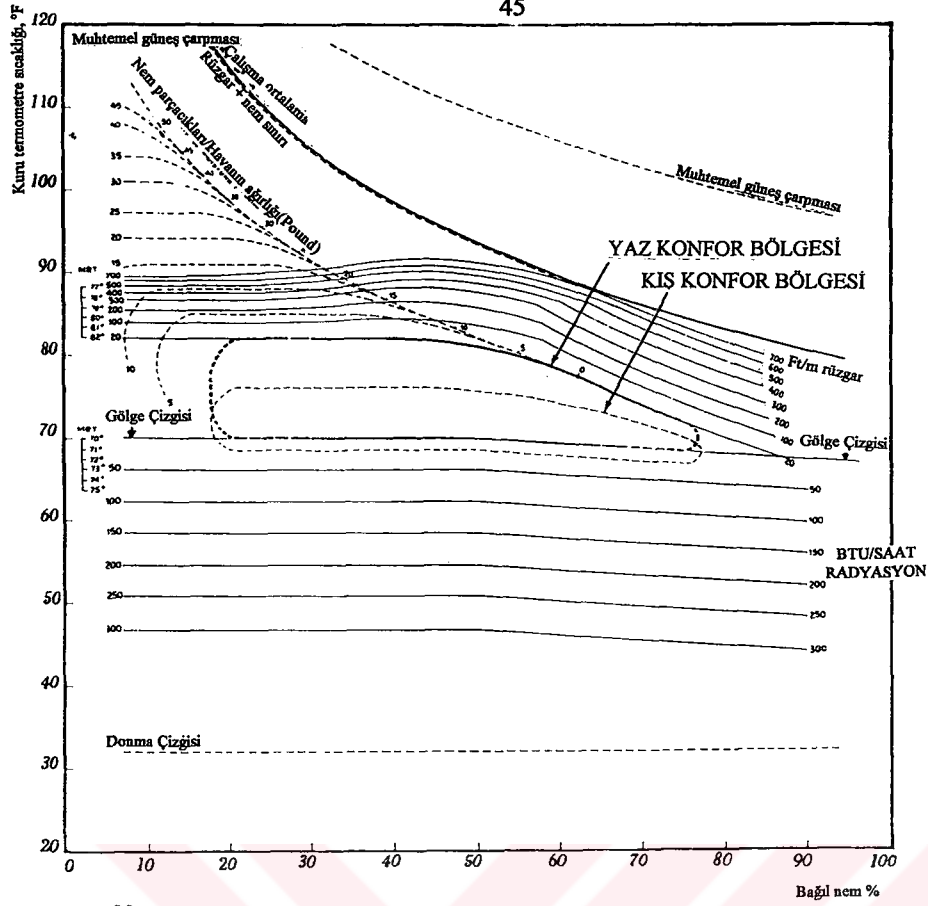
Örnek Problem 3.2: Pasif solar binadaki havanın kuru termometre sıcaklığı 20°C 'dir ve çoğu kimse ortamın çok soğuk olmasından şikayetçidir. Bina mühendisi bağıl nemin %20 olduğunu söylüyor. Bunun üzerine yedek perde açılıyor, sıcak havanın içeri girmesi sağlanıyor ve 22.2°C de şikayetler sona eriyor. Doğru ekipmanın uygun ve çalışır olması durumunda ne tür bir alternatif çalışma yapılabilirdi?

Çözüm 3.2: Eğer nemlendirici ekipmanın bir parçası olsaydı, hava odasına bağıl nem değeri %40 oluncaya kadar nem ilavesi yapılacaktı. Konfor tablosundan 20°C KT sıcaklık ve %40 bağıl nemin (17.7°C etkili sıcaklık), %70 oranında normal şekilde giyinmiş insanlar için konforlu ortam oluşturacağı görülmektedir. Bununla birlikte nem arttırmak için gereken enerji miktarı, kuru termometre sıcaklığını 21°C 'a çıkarmak için gerekli olandan fazla olacaktır.

3.5.2. Biyoklimatik Tablosu:

Konfor tablosuna herhangi bir şekilde farklı yaklaşma fikri V.Olgay tarafından önerildi ve oluşturulan tablo *Biyoklimatik Tablosu* olarak adlandırıldı. Tablo, konfor tablosunda olduğu gibi yine kuru termometre sıcaklığı ve bağıl nemin insan konforuna ilişkisi kavramı üzerine kurulu; fakat, buna ilaveten, radyasyon etkisi, hava hızı ve nemin buharlaşması da insan konforunu etkilediğinden tabloya eklendi (ASHRAE Konfor Tablosu ihmal edilebilir radyasyon etkilerini gözönünde bulundurur).

Şekil-3.14a Olgay'ın Biyoklimatik Tablosunu göstermektedir. Amerika'daki (40° - 42° kuzey enlem) yaz ve kış şartları gözönüne alınarak elde edilmiş konfor bölgeleri belirtilmektedir. Biyoklimatik Tablo sadece kış şartları için yeniden büyütülerek çizilmiş ve Şekil-3.14b'de gösterilmektedir. Her iki konfor bölgesinin en alt sınırları gölge çizgisi olarak adlandırılır. İnsanlar normal giyimli olduğu ve direkt güneş ışını



Şekil-3.14 Biyoklimatik Tablosu

(a) Yaz ve kış şartları için

(b) Kış şartları için

almadığı sürece, nem oranı ve kuru termometre sıcaklığı belirtilen konfor bölgesi sınırlarında, kış ve yaz şartlarında konforlu hissedeceklerdir. Gölge çizgilerinin üstündeki iç ortam şartlarında kişi rahat olabilmek için direk güneş ışının altında kalmalıdır. Gölge çizgilerinin altında kalan kuru termometre sıcaklığında normal giyinmiş biri, kış ya da yaz şartlarında oldukça fazla üşüyebilir. Kış konforu hissi gölge çizgisi altında sağlanabilir; vücuttan konveksiyon ve kondüksiyonla olan ısı kaybının, vücutun sıcak duvarlar (tabanlar veya tavanlar) dan yayılan radyasyon veya direk solar radyasyonu absorbe etmesi durumunda. Yapılan çalışmalar gösterdi ki 21°C altındaki kuru termometre sıcaklıklarında 1°C lik düşüş, yüzeylerin ortalama radyan sıcaklığının 0.8°C attırılmasıyla karşılanabilir. Ortalama radyan sıcaklık değerleri Şekil-3.14b'de solda ve gölge çizgisi altında gösterilmekte, 20°C sıcaklık altındaki kuru termometre sıcaklık değerlerini karşılayacak değerleri vermektedir. Oda havası ile duvar yüzey sıcaklıkları arasında $4-5^{\circ}\text{C}$ den fazla fark sağlanamadığından, bu metodu pratikte bazı engelleyici durumlar söz konusudur.

Vücutun kış konforunu hissetmesi için yapılması gereken diğer bir metod ise direkt solar radyasyonunun vücut tarafından absorbe edilmesini sağlamaktır. Çalışmalar gösterdi ki, 3.85°C lik kuru termometre sıcaklığındaki düşüş, vücutun saatte 12.5 kcal/h'lik direkt solar radyasyonu absorbe etmesiyle karşılanır. Şekil-3.14b'de kış konfor bölgesinin altında kalan eğriler, 20°C kuru termometrenin altındaki sıcaklıklar için insan vücutu tarafından absorbe edilmesi gereken radyasyon miktarını göstermektedir.

3.6. YAŞAM MAHALİNDE SICAKLIK KONTROLÜ

Pasif sistemlerin birçok avantajları olmasına karşılık kontrolündeki zorluklar en büyük dezavantajını oluşturur. Pasif sistem bina yapısının bir parçası olan ısı deposunun küçümsenemeyecek büyüklükte ısı kapasitesi vardır. Bu büyük kütlenin buna ilaveten öyle büyük ısı ataleti, veya kapasitansı, vardır ki, bina dış çevre sıcaklığında veya alınan solar radyasyonda meydana gelen ani değişmelere çabuk cevap verme yeteneğini

engeller. Pasif bir binanın verimli iç konfor kontrolünün sağlanabilmesi için aşağıdaki şartların yerine getirilmesi gereklidir:

- 1- Yapı çok iyi izole edilmeli ve düşük oranda hava sızıntısı olmalıdır. Bu, çevre sıcaklığında meydana gelen ani değişimlerin bina iç sıcaklığını da aynı oranda değiştirmesini engeller.
- 2- Güneş toplama alanı, sistemi dizayn eden kişi tarafından belirlenen ısı ihtiyacını karşılayacak büyüklükte olmalıdır.
- 3- Isı depolarının bina içindeki dağılımları öyle bir ayarlanmalıdır ki, absorbe edilen solar radyasyon enerjisi bina ortam sıcaklığını rahatsız edecek değerlere getirilmemelidir.
- 4- Güneş toplama alanı için koruyucu, gölge oluşturucu elemanlar da binaya tahsis edilmelidir- enerji toplamasına ihtiyaç duyulmadığı ve toplanan fazla enerjinin egzoz edilmesinin gerektiği zamanlarda.

Pasif sistemlerin günlük çalışmaları en iyi termik volan olarak tanımlanabilir. Nasıl ki mekanik volan hızda meydana gelen dalgalanmaları yumuşatmak ve belli bir seviyeye getirmek için kullanılıyorsa, aynı şekilde ısı depoları da bina içinde meydana gelecek sıcaklık değişimlerini, dalgalanmaları ayarlamak için kullanılır. Gün boyunca solar radyasyon bina içine taşındıkça ve iç duvarlar ile ısı depoları tarafından absorbe edildikçe, iç duvarlar ve ısı depoları sıcaklıklarında artış gözlenir. Eğer ki ısı depoları yüzeyleri ısı akışına kolaylık sağlayacak malzemelerden yapılmışlarsa, ısı deposu iç sıcaklığı yüzey sıcaklığındaki artışa paralel bir artış gösterecektir.

Isı deposunun gün boyunca güçlendirilmesi veya şarj edilmesine karşılık, absorbe edilen solar radyasyonunun tüm enerjisi ısı deposuna geçmez. Isı deposu yüzey sıcaklığı çevre sıcaklığından daha yüksek değerde olduğundan, ısı enerjisinin bir kısmı oda içine

transfer edilir. Bunun yanısıra güneş ışının bir kısmı halı, mobilya ve ısı deposu olmayan duvar yüzeylerine çarpar. Bu olay, bu yüzeylerin ısınmasına neden olur ve ortam havasına konveksiyonla, diğer yüzeylere de radyasyonla ısı kaybına sebebiyet verir. Pasif sistemlerde, binalarda havanın ısınmasını minimize etmek önemlidir. Aksi takdirde güneşli yaz günlerinde konfor bölgesinin alt sınırı olan 20°C ın çok çok üstünde sıcaklık değerleri elde edilebilir.

Geceleri binadan dış ortama doğru, bina yüzeyi ve ısı deposu olmayan iç yüzeylerden, çok hızlı bir şekilde ısı kaybı olacaktır. Hava sıcaklığı düşecek ve sıcaklığı diğer iç yüzeylerden fazla olan ısı deposundan bina içine ısı enerjisi sağlanacaktır. Isı deposu sıcak yüzeylerinden, daha düşük sıcaklıktaki yüzeylere radyasyonla ısı transferi gerçekleşirken, iç ortam havasına konveksiyonla, ısı deposu ile temas halinde bulunan yüzeylere de kondüksiyon yoluyla ısı transferi sağlanacaktır. Bu, volandan enerjinin serbest kalmasıdır ve gece boyunca binadan ısı kaybı olmasına rağmen, iç sıcaklığın sürekli artan bir şekilde düşme eğiliminin karşılanması ve azaltılmasıdır.

3.7. PASİF SİSTEMLER İÇİN DİZAYN FAKTÖRLERİ

Pasif solar sistem dizaynındaki ilk aşama, önerilen inşaat alanındaki güneş girişine veya güneş radyasyonu uygunluğuna karar verilmesidir. İklim şartlarından, inşaat alanının bulunduğu coğrafi bölgeden veya engellerden dolayı bina inşaat alanına bol miktarda güneş ışını ulaşmıyorsa, güneş girişinin sınırlı olduğunu söyleyebiliriz. Bu durumda solar enerji sistemini düşünmek akılcıl değildir.

3.7.1. Güneş Girişinin Belirlenmesi:

3.7.1.1. Solar Giriş Cihazları: İnşaat sahasına güneş giriş alanının değerlendirilmesinde birçok ticari (patentli) cihazlar kullanılmaktadır. Bu cihazlar ya güneş tablosunun görülebilir ufuk çizgisi üzerine yerleştirirler, ya da tam tersine

görülebilir ufuk çizgisini güneş tablosu üzerine yerleştirirler. (Güneş tablosu, güneşin gökyüzünde belli bir enlemdeki görülebilir hareketinin grafik olarak gösterimidir.)

Güneş girişinin belirlenmesinde kullanılan çok basit ve çok kullanışlı bir cihaz olan Solar Kart™ (Solar Card™), Şekil-3.15’de gösterildiği gibi gözlem yapan kişinin önünde tutulur ve önerilen inşaat sahasından kart yoluyla güneysel ufuk çizgisi gözlemlenir. Eğer ufuk çizgisi güneşin izlediği yol üzerindeyse, gözlemcinin durduğu yer belirlenen günboyu saatlerde ve yıllık periyotlarda güneş almayacaktır.



Şekil-3.15 Solar Kart® (Solar Card®) güneş yolunun ufuk çizgisi üzerine izdüşümü için kullanılır. Üzerinde güneş yolu eğrileri bulunan kart, gözlemcinin gözü önünde tutulur ve güneysel ufuk çizgisi gözlemlenir; böylelikle güneş yolları ufuk çizgisi üzerine yerleştirilir.(Solar Age Magazine, Solar Vision, Inc. Harrisville, N.H.)

Kullanılan diğer bir cihaz ise Şekil-3.16’da gösterilen Solar Yön Ayırıcı™ (Solar Site Selector™) dır. Cihazın kurulmasına ve yönlendirilmesine yardımcı olmak için cihaz üzerinde tesviye aleti ve pusula vardır. Gözlemlerin yapıldığı farklı enlemler için farklı güneş tabloları kullanılmalıdır.



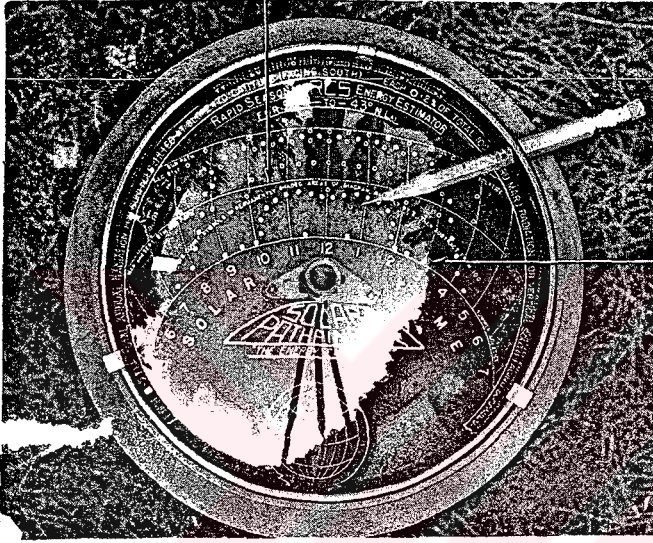
Şekil-3.16 Solar Yön Ayırıcı® (Solar Site Selector®) güneş yolu çizgilerini ufuk çizgisi üzerine düşürmekte kullanılan diğer bir cihazdır. (Lewis and Associates, Grass Valley, Calif.)

Diğer bir benzer cihaz ise Şekil-3.17 de gösterilmiştir. Ufuk çizgisinin güneş yolu üzerine optik dom kullanılarak izdüşümü sağlanır. Bu el aleti de Solar Yolbulucu™ (Solar Pathfinder™) olarak adlandırılır.

3.7.2. Güneş Tablolarının Kullanımı: Solar girişinin belirlenmesindeki temel yöntem güney yönüne doğru farklı aralıklarla ufuk çizgisinin yükseldiğini ölçmek ve bunu bölgenin enlemine göre güneş tablosu üzerine işaretlemektir. Ufuk çizgisi boyunca azimut (açıklık) açılarını belirlemek için pusulaya ihtiyaç vardır. Ayrıca ufuk çizgisi yüksekliğinin ölçülmesi için açı ölçerli cep nivosuna da ihtiyaç vardır. İlk olarak pusula kullanılarak güney yönü tam olarak belirlenmelidir (Manyetik farklılıktan dolayı pusulayı düzeltmeyi unutma!). Sonra uygun güney yönünde ufuk çizgisi yüksekliği ölçülür- cep nivosu ve açı ölçer kullanılarak. Bu yükseklik güneş tablosunda azimut açısının sıfır olduğu noktanın üzerinde işaretlenir. Sonra benzer yükseklik ölçmeleri

15°lik aralıklarla 120° batı ve 120° doğu yönüne doğru yapılır (Şekil-3.18a). Bu işlem sonucunda toplam 17 nokta işaretlenir (Şekil-3.18b). Eğer ufuk çizgisinde geniş, büyük çizgiler mevcutsa- mesela binalar veya yapraklarını dökmeyen ağaçlar- bu nesnelerin dış hatları işaretlenir ve taslağı çizilir.

Güneşyolları
Pathfinder domu
altındaki tabloda
gösterilir.



Ufuk çizgisinin ve
değişken nesnelerin
gölgelerinin Pathfinder
domundaki yansımaları.

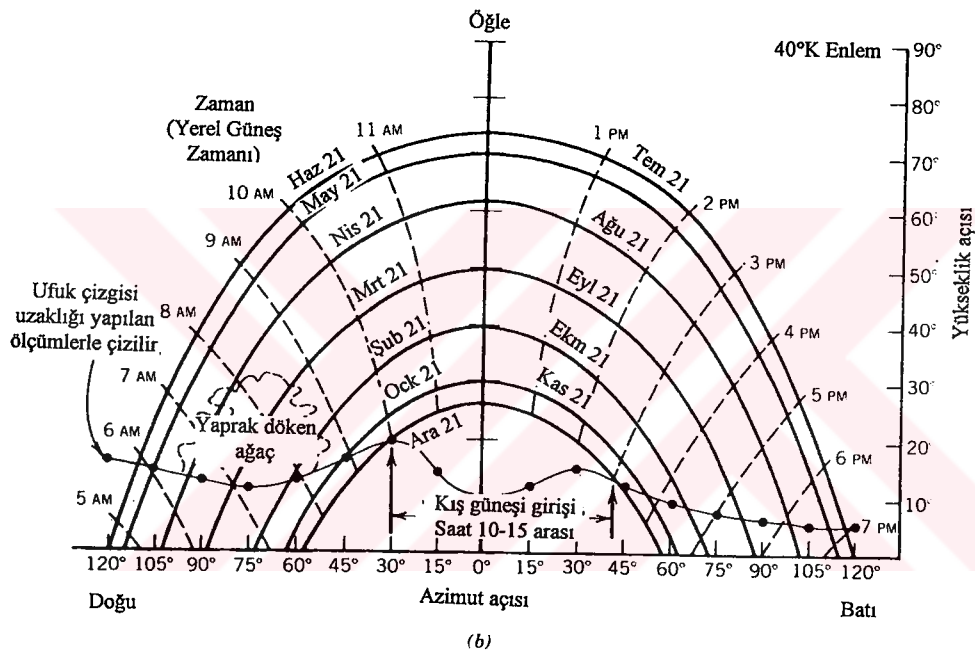
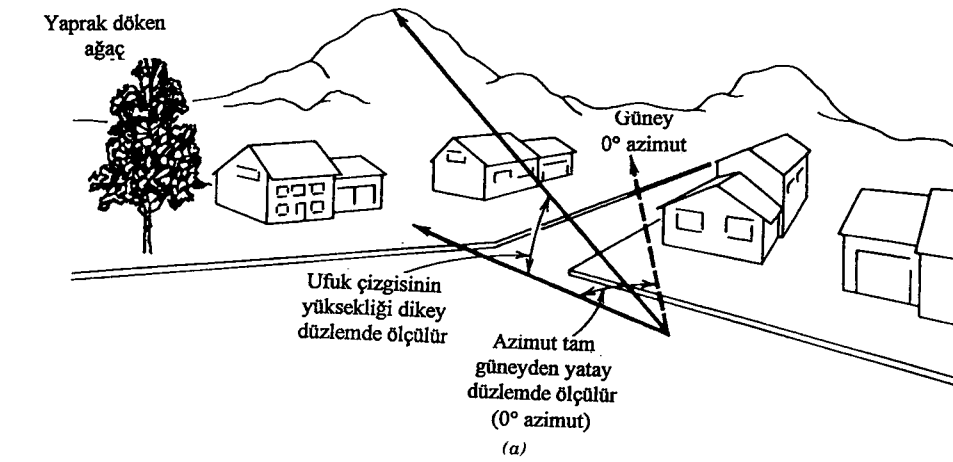
Şekil-3.17 Solar Yönbulucu® (The Solar Pathfinder®) ufuk çizgisinin dairesel güneş yolu diagramı üzerine düşürülmesinde kullanılan bir cihazdır. (Solar Pathways, Inc., Glenwood Springs, Colo.).

Yapraklarını döken ağaçlar mevcut ise Şekil-3.18b’de gösterildiği gibi kesik çizgilerle çizilir. Bunun anlamı, bu ağaçların kışın yapraklarını dökecekleri ve kış güneşini engellemeyecekleridir. Bununla birlikte bazı ağaçlar, yapraklarını dökmüş olanlar bile, kış güneşini büyük ölçüde engellerler- bazı ağaçlar %50 engellerler.

Ufuk çizgisi güneş tablosu üzerine çizildiği zaman ufuk çizgisi üzerinde kalan açık alanlar, gözlemin yapıldığı bölgeye güneş ışının ulaşacağı zamanları belirtir. Eğer Şekil-3.18b’de görüldüğü gibi ufuk kış güneşini engellemezse, inşaat alanı tamamen güneş

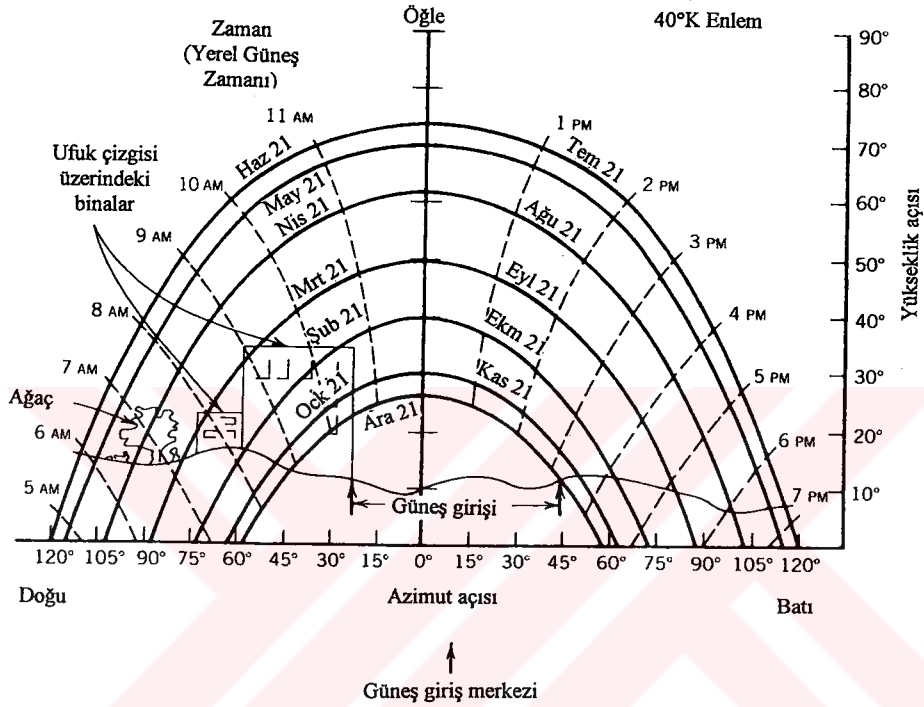
alacaktır. Eğer Şekil-3.19’da görüldüğü gibi doğuya ve batıya doğru engellemeler varsa, bina yüzeylerini engellerden uzaklaştıracı doğrultuda yönlendirerek, kısmen de olsa engellemenin etkisini azaltırız. Bu işlemler, önerilen yapıdaki güneş toplama alanları içinde uygulanabilir- güneyden batı ve doğu yönüne doğru 20°den fazla olmamak kaydıyla. Eğer ki tam güney yönünde engellemeler varsa, bu kış güneşinin engelleneceğı anlamına gelir ki bu durumda engelleme maksimum 30-40 dakika sürmelidir. Böylece solar enerji sisteminin performansında negatif yönde olumsuz bir değışme meydana gelmeyecektir. Fakat Şekil-3.20’de görüldüğü gibi engellemenin 2-3 saat süreceğı bir durum sözkonusu olursa, sistem performansı hakkında hassas analizler yapılmalı ve solar yapının uygulanıp uygulanmayacağına karar verilmelidir.



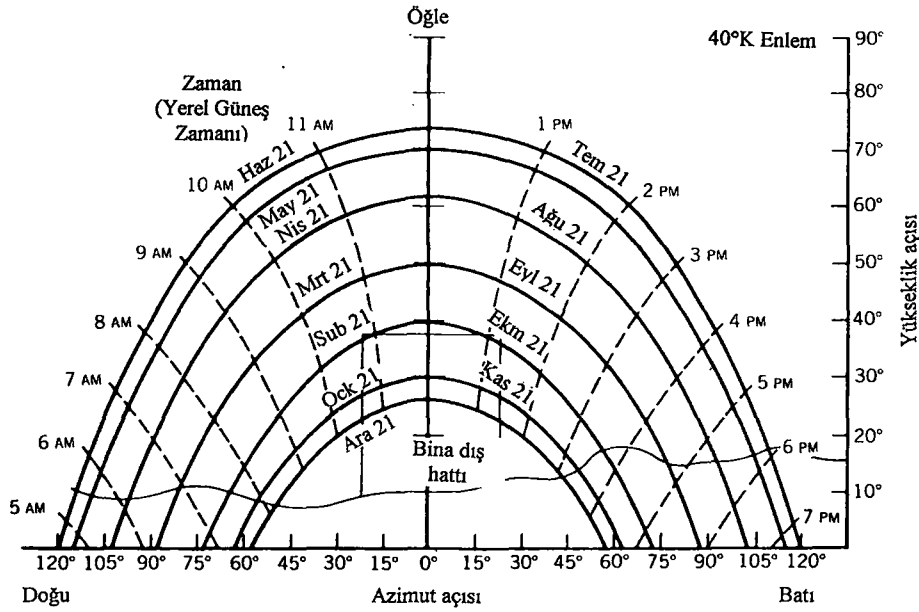


Şekil-3.18 Güneş girişi belirlenmesi:

- (a) Ufuk çizgisi yüksekliği doğuya ve batıya doğru azimutta 15°lik açılarla ölçülür.
- (b) Ölçülen yükseklikler güneş tablosu üzerine işaretlenir (40°K Enlem) ve ufuk çizgisinin yılın her ayında, günün hangi zaman dilimi içinde güneşi engelleyeceği saptanır. Yaprak döken ağaçlar kış güneşini tamamen engellemeyeceğinden kesik çizgilerle gösterilir. Bu çizimden görülüyor ki, Aralık 21'den itibaren saat 10 A.M. ile 3 P.M. arasında kış güneşi uygundur.



Şekil-3.19 Eğer doğuya veya batıya doğru kış güneşini engelleyecek bir nesne varsa, solar elementlerin tam güney yerine solar giriş merkezine doğru yönlendirilmesiyle sorun ortadan kalkabilir. Bu durumda uygun yönlendirme güneyden 15° batıya doğru olacaktır.



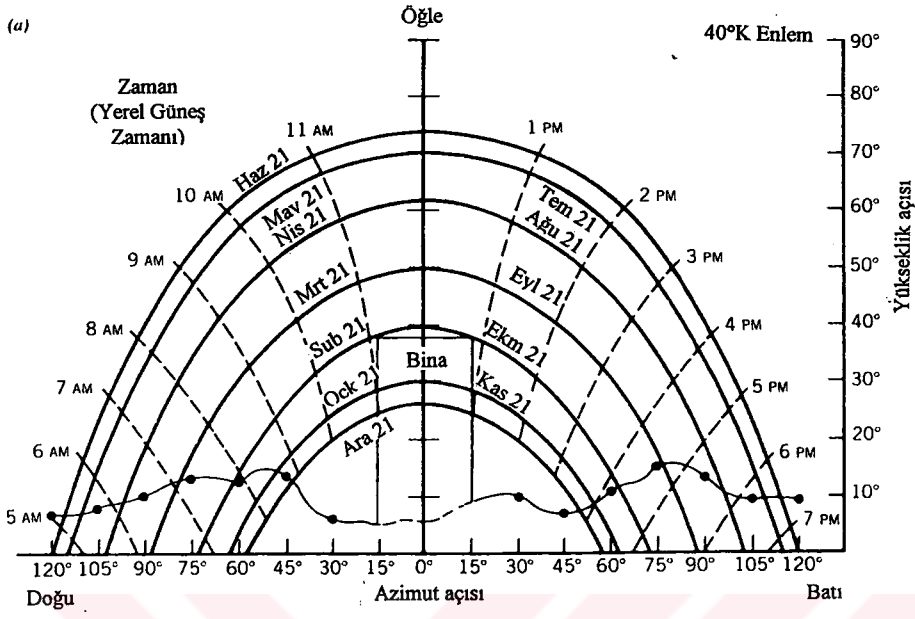
Şekil-3.20 Ağaç veya bina direkt olarak solar bölgenin güneyindeyse, kış güneşinin ciddi bir şekilde engellenmesi söz konusudur. Bu durumda 21 Aralıkta öğle güneşinden 3 saat yararlanılamayacaktır.

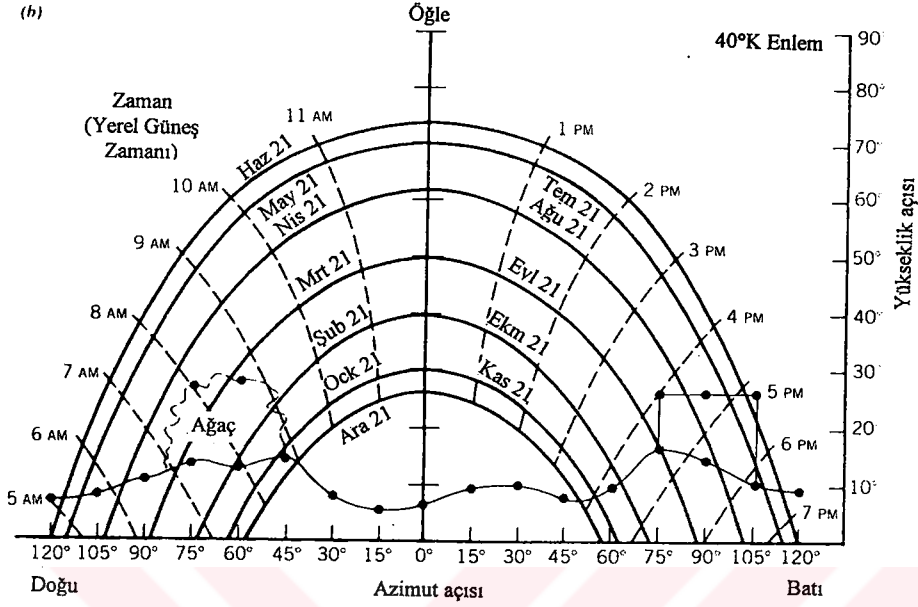
Örnek Problem 3.3: 40° Kuzey enlemde bulunan çok geniş bir inşaat alanında A ve B ile gösterilen iki yerden ufuk çizgisi gözlemlendi ve aşağıda gösterilen yükseklik ve azimut açıları kaydedildi. İki ufuk çizgisini de güneş tablosunda göster ve hangisinin daha iyi solar girişi sağladığını belirt.

Çözüm 3.3: Tabloda verilen değerlere göre noktalar yerleştirilip birleştirildi ve Şekil-21a ve Şekil-21b de gösterildi. A bölgesinde kış gününü 11 A.M. ile 1 P.M. arasında engelleyen çok büyük bir engel var. B bölgesinde ise gözlemci binadan uzaklaştı ve güneş yolunu engellemesini önledi. Bu seferde doğuda kışın yapraklarını döken, sabah güneşini engelleyen bir ağaç var; fakat bu güneş girişini önemli bir oranda etkilemez. Sonuç olarak B bölgesi A bölgesine oranla, güneş girişi bakımından, daha iyi bir inşaat alanıdır.

Ağaç Bölgesi	0	0	0	26	25	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
--------------	---	---	---	----	----	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---

tam güney





Şekil-3.21 Örnek problem 3.3 için ufuk çizgisinin belirlenmesi.

- (a) A bölgesi için
(b) B bölgesi için

3.8. PASİF SOLAR SİSTEM DİZAYNINDA TEMEL AŞAMALAR

Pasif binalar için dizayn prosesi 3 temel aşamadan oluşmaktadır:

- ◆ Şematik dizayn aşaması
- ◆ Dizayn geliştirme aşaması
- ◆ İnşaat ve tesisat döküman aşaması

Aşamalardan herbiri detaylı analiz ve planlama proseslerini içerir.

3.8.1. Şematik Dizayn Aşaması:

Şematik dizayn aşamasında inşaat alanı, bina büyüklüğü, bina kullanımı, kabul edilebilir maliyet, uygun alan ve gerekli malzemeler, genel tarz ve uygulanabilir inşaat nizamnameleri hakkında beyin fırtınası ve karşılıklı fikir alışverişleri yapılır. Uygulanabilirliği mümkün birçok kaba taslak dizayn fikirleri, dizayn prosesinin bu ilk aşamasında elde edilir.

3.8.2. Dizayn Geliştirme Aşaması:

Şematik dizaynlar gözönünde bulundurularak genel bir fikir elde edildiği zaman dizayn geliştirme aşaması başlar. Bu aşamada odalar yerleştirilir, açılar ve yönelmeler seçilir, kullanılacak yapı malzemeleri saptanır ve bina ölçüleri yavaş yavaş kesinleşir. Müşteri istek ve ihtiyaçları da dizayn geliştirme aşamasında gündeme gelir. Bazı durumlarda birden fazla kavram dizayn geliştirme aşamasında ortaya konulur- mesela farklı kat planları, değişken mimari stiller ve inşaat malzemeleri için alternatif seçenekler. Bu aşamanın karar sürecinde ekonomik faktörler her zaman önemli rol oynarlar. Örnek olarak ısı deposu duvarlarının, yerinde dökme betondan mı yoksa tuğladan mı yapılacağı veya su konteynırlarının mı yoksa taşın mı daha uygun olacağı, yapının ihtiyaçları gözönünde bulundurularak karar sürecinde değerlendirilir. Müşterinin onayı dizayn geliştirme aşamasında son noktayı koyar. Bu pasif solar sistem dizaynında dönüm noktasıdır; çünkü bu noktadan sonra değişiklikler yapmak oldukça zor ve masraflıdır.

3.8.3. İnşaat ve Tesisat Döküman Aşaması:

Bu son aşamada kesin ölçüler, detaylar ve kesinleşmiş malzeme seçimleri yapılır ve bunlar binanın yapımında kullanılacak çizimlere ve spesifikasyonlara uygulanır. Binanın temel dizaynı genelden özele doğru gelişme gösterdiğinden, yukarıda belirtilen dizayn prosesiyle uygunluk göstermelidir. Genel olarak klasik (solar olmayan) binalarda

ısıtma, soğutma ve havalandırma dizaynları, son inşaat ve tesisat döküman aşamasına bırakılır (Dizayn geliştirme aşamasına ait olan mekanik cihazlar için yer tahsis edilmesi hariç). Fakat inşaat ve tesisat döküman aşaması, pasif solar binalar için solar elementlerin dizaynına başlamak için çok geçtir.

3.8.4. Şematik Dizayn Aşaması için Parmak Masdarları

Şematik dizayn aşamasında binanın diğer ölçüleri gözönünde bulundurularak, solar ışın toplama bölgelerinin kabaca ölçülendirilmesinde, ısı deposu kütlelerinin miktar ve yerleşimlerine karar verilmesinde ve bina yönlendirilmesinde, parmak masdarlarına ihtiyaç duyulur.

New Meksiko'da bulunan Los Alamos Milli Laboratuvarı'nda, pasif solar ısıtma sistemlerinin analiz ve performans değerlendirilmesiyle ilgili çok geniş bir araştırma yapıldı. Bu çalışma, çok fazla miktarda teknik deneyi ve sistem değerlendirmesini içermektedir. Deney programı, gerekli dataların 14 pasif sistem test odasından toplanmasından, bir çok test hücresinden ve kontrol edilen 15 pasif solar binadan oluşmaktadır. Teknik değerlendirme ve analiz, prensipte, Los Alamos Laboratuvarı'nda geliştirilen PASOLE bilgisayar koduna dayanmaktadır. Bu çalışma ve Amerika'da ki bir çok farklı bölgenin hava durum raporları baz alınarak, solar ışın toplama bölgesi, ısı deposu kütlesi ve bina yönlendirilmesi için şematik dizayn aşamasında kullanılmak üzere parmak masdarları geliştirildi ve bu masdarlar *Los Alamos Parmak Masdarları* olarak isimlendirildi.

3.8.4.1. Los Alamos Güneş Toplama Alanı Parmak Masdarı: Bu cedvel aşağıdaki gibi açıklanabilir:

Binanın yıllık ısı yükünü yüzde S1 ile S2 arasında azaltmak için, güneş toplama alanının toplam kat alanının yüzde R1 ile R2 arasında olması beklenir; güneş toplama alanında

geceleri R-9 izolasyon kullanılırsa, toplam ısı yükündeki azalma yüzde S3 ile S4 arasında olacağı söylenir.

R1, R2, S1, S2, S3 ve S4 parametrelerinin değerleri bazı bölgeler için Tablo-3.1'de verilmiştir. Güneş Toplama Alanı Parmak Masdarının kullanımı aşağıdaki örneklerle açıklanabilir.

Örnek Problem3.4: Denver için 150 m² yaşam mahali planlanmaktadır. Yıllık ısı yükünde %60 azalma sağlamak için (güneş toplama alanı parmak masdarını kullanarak) gerekli güneş toplama alanını hesaplayınız.

Çözüm4: Denver için Tablo-3.1'den:

R1=%12	S1=%27	S3=%47
R2=%23	S2=%43	S4=%74

%S1,S2,S3 ve S4 yıllık ısı yükü azalmalarını karşılayacak solar toplama alanını bulmak için yaşam mahal alanı R1 ve R2 ile çarpılır. Sonuçlar aşağıda verilmektedir.

Solar Toplama Alanı (m ²)	Isı Yükünde Azalma (Gece İzolasyonsuz)	Isı Yükünde Azalma (Gece İzolasyonlu)
18	%27	%47
34.5	%43	%74

Yıllık ısıtma yükünde %60 azalmanın sağlanması için gece izolasyonu kullanılması gereklidir, çünkü gece izolasyonu kullanılmadan sadece %43 azalma sağlanabilmektedir. Güneş toplama alanı, %60'lık azalmanın sağlanması için aşağıdaki gibi S3 ve S4 ara değeri hesaplandıktan sonra hesaplanabilir: %60 yıllık azalma, %47 ile %74 arasındaki aralıkta, %48'de yer alır. Yani %60 yıllık azalma için 18 ile 34.5 arasında 0.48 değeri elde edilir. Buna göre:

Güneş toplama alanı = $15 \text{ m}^2 + (34.5-15) \text{ m}^2 \times 0.48 = 24.4 \text{ m}^2$

bulunur.

Bölge	Gece izolasyonsuz				Gece izolasyonlu(R-9)	
	R1(%)	R2(%)	S1(%)	S2(%)	S3(%)	S4(%)
Albany	21	41	13	15	43	66
Albuquerque	11	22	29	47	46	73
Boston	15	29	17	25	40	64
Charleston	7	14	21	41	34	59
Chicago	17	35	17	23	43	67
Denver	12	23	27	43	47	74
Ely	12	23	27	41	50	77
Fort Worth	9	17	26	44	38	64
Fresno	9	17	29	46	41	65
Hartford	17	35	14	19	40	64
Houston	6	11	25	43	34	59
Indianapolis	14	28	15	21	37	60
Knoxville	9	18	20	33	33	56
Lexington	13	27	17	26	35	58
Little Rock	10	19	23	38	37	62
Madison	20	40	15	17	51	74
Medford	12	24	21	32	38	60
Miami	1	2	27	48	31	54
Midland	9	18	32	52	44	72
New Orleans	5	11	27	46	35	61
Phoneix	6	12	37	60	48	75
Salt Lake City	13	26	27	39	48	72
San Francisco	6	13	34	54	45	71
Santa Maria	5	11	31	53	42	69

Tablo-3.1 Los Alamos Güneş Toplama Alanı Parmak Masdarında kullanılan parametreler.

3.9. SOLAR PERFORMANSIN HESAPLANMASI

Pasif solar binanın performansının tahmin edilmesi, dizayn prosesinin oldukça önemli bir aşamasıdır. Proje, dizayn geliştirme aşamasına ve inşaat ve teknik döküman aşamasına doğru ilerledikçe, oldukça güvenilir doğru metodlara ihtiyaç duyulur. Bu metodlar, farklı pasif solar sistemlerin performansı ile ilgili oldukça güvenilir değerler verir.

Pasif yöntemle ısıtılan binaların performanslarının hesaplanmasında iki yaklaşım vardır. İlk yaklaşım, çeşitli kaynaklardan satın alınacak bilgisayar programları yardımıyla, pasif binadaki enerji akışının benzer şekilde uygulanmasıdır. Bu tür analizler, normalde olağan bir sene için saatlik güneş ışını miktarlarını ve hava durumu bilgilerini verir ve de aylık ve yıllık performans hesaplarını içerir. İç oda sıcaklıkları, yardımcı ısıtma ihtiyaçları, ısı deposu ve aşırı ısıtma tahminleri bunlara örnektir. Fakat, pasif binanın yıllık analizi için bina parametrelerinin oluşturulmasında geçecek zaman, bilgisayar için kullanılacak zamanın maliyeti ve benzeri durumlar, bu tür bilgisayar programlarının hergün kullanımına engel teşkil ederler. Çoğu projelerde solar sistem dizaynırları, kısa zamanda düşük maliyetlerin gerçekleşeceği masa üstü bilgisayarların kullanılabildiği metodları tercih ederler.

Bu tür metodlar günümüzde yaygın olarak kullanılmaktadır ve pasif solar ısıtma performansının değerlendirilmesinde ikinci bir yaklaşımı temsil ederler. Bu metodlar, temelde istenen sonucun (solar performans) bir veya daha fazla türemiş parametrelere ve katsayılarla bağlı olduğu korelasyon tekniklerine dayanmaktadır. Sonuçlar genellikle boyutsuzdur. Bu tekniklerin ikisi aşağıda incelenecektir.

3.9.1. Solar Yükleme Oranı Metodu

Los Alamos Milli Laboratuvarındaki araştırmacılar, solar performansı hesaplamak için Solar Yükleme Oranı (Solar Load Ratio - SLR) metodunu geliştirdiler. Bu metodda

Solar Yükleme Oranı olarak adlandırılan, aylık net bina ısı yükünün aylık net absorbe edilen solar enerjiyle ilişkisini gösteren katsayıdan yararlanılır. Solar Yükleme Oranı, Los Alamos Milli Laboratuvarındaki araştırma gurubu tarafından yoğun bir şekilde birçok pasif sisteme uygulandı.

3.9.1.1. Solar Yükleme Oranı (SLR) Metodunda Kullanılan Terimlerin Tanımları

Los Alamos Laboratuvarının SLR metodunu açıklamaya devam etmeden önce solar performansa ait birçok ölçüyü tanımlamak gerekir. Bu terimler hazır referans olarak burada toplandı ve sunulmaktadır. Bu aşamada ezberlemeye gerek yoktur. Zaten dizayn problemleriyle karşı karşıya kalındığında sıkça kullanılacak ve daha da netleşecektir.

1) Bina Yükleme Katsayısı (Building Load Coefficient - BLC): Bina ısı kaybı, binadan dış ortama doğru ısı transferi ve dış ortam havasının bina içine infiltrasyonu ile gerçekleşir. BLC birimi $W-h / ^\circ C-gün$ 'dür.

2) Net Yükleme Katsayısı (Net Load Coefficient-NLC): Yapılan son araştırmalarda yüklemenin net yükleme olduğunu vurgulamak için Bina Yükleme Katsayısından farklı olarak Net Yükleme Katsayısı oluşturuldu. NLC, bina solar elementlerinden kayıp ve kazançların hariç tutulması ile hesaplanır. NLC birimi de $W-h / ^\circ C-gün$ 'dür.

3) Yardımcı Isı (Auxiliary Heat - AH): Bina tarafından alınan ısıya ek olarak konvensiyonel mahal ısıtma cihazı ile de binaya ısı gönderilir.

4) Net Referans Isı Yüğü (Net Reference Thermal Load - NRTL): İç sıcaklık sabit kabul edilerek, bina solar olmayan elementlerinin günlük derece farkı (DD) hesaplanır. Bu yük aşağıdaki eşitlikle açıklanır:

$$NRTL = NLC \times DD \quad (3.1)$$

Net Referans Isı Yüktü, ay veya yıl gibi belirlenmiş bir zaman diliminde solar olmayan bir bina tarafından ihtiyaç duyulan ısı olarak da açıklanabilir. NRTL kavramı:

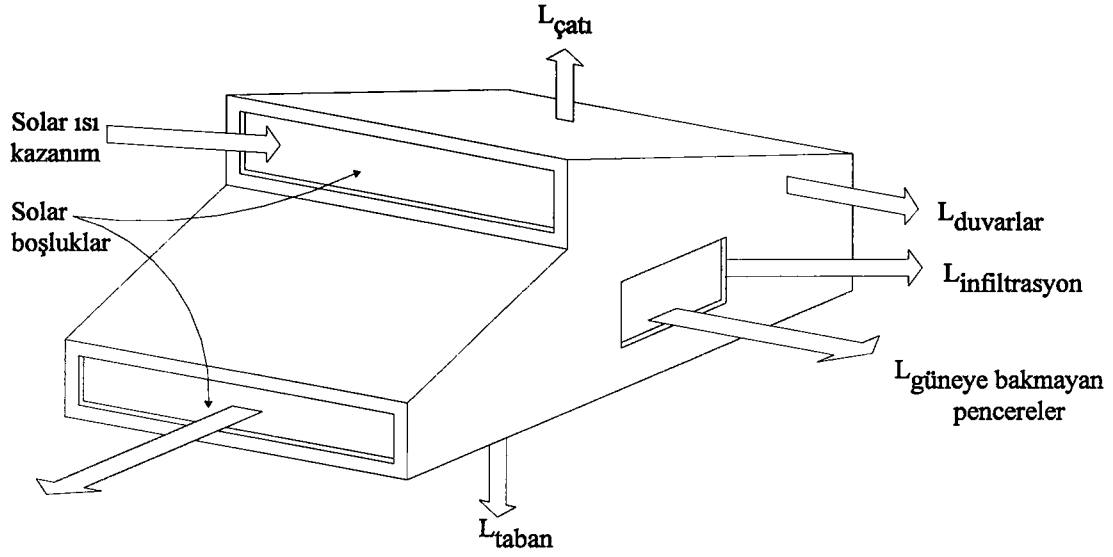
- (a) İstenen iç ortam sıcaklığı veya referans sıcaklığına dayanır.
- (b) Net Isı Yüktü için güneş toplama alanının, termal olarak yüksüz (adyabatik) duvar ile yer değiştirdiği kabul edilir.
- (c) İç ortamda üretilen hiçbir ısı dikkate alınmaz.

Şekil-3.23 NRTL'yi tam anlamıyla ifade eder.

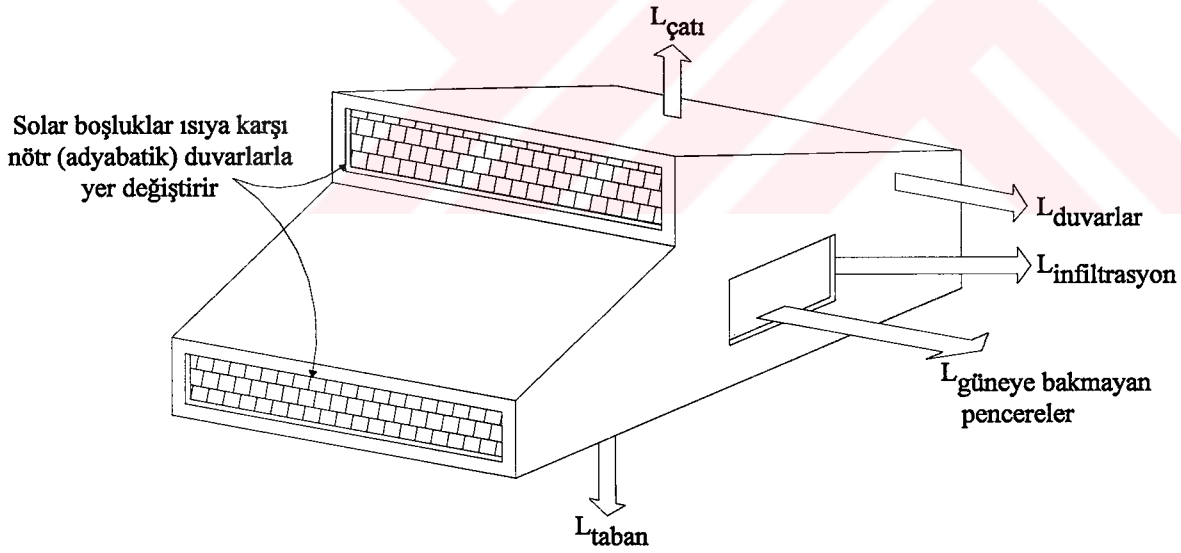
5) Günlük Derece Farkı (Degree-Days-DD): Sabit temel sıcaklık (genellikle 18.5°C) ile günlük ortalama dış ortam sıcaklığı arasındaki farktır. Belirlenmiş peryodlar -ay veya yıl gibi- için toplanır. Örnek olarak ortalama dış ortam sıcaklığı bir ay içinde hergün 8°C ise, aylık günlük derece farkı:

$$DD_{\text{aylık}} = 30 \text{ gün} \times 8^{\circ}\text{C} = 240 \text{ DD}$$

olacaktır.



(a) Brüt ısı yükü = $L_{\text{çatı}} + L_{\text{duvarlar}} + L_{\text{taban}} + L_{\text{güneye bakmayan pencereler}} + L_{\text{solarboşluk}} + L_{\text{infiltrasyon}} - \text{solar ısı kazanım}$



(b) Net referans ısı yükü = $L_{\text{çatı}} + L_{\text{duvarlar}} + L_{\text{taban}} + L_{\text{güneye bakmayan pencereler}} + L_{\text{infiltrasyon}}$

Şekil-3.22. Solar binanın brüt ısı yükünün net referans ısı yükü ile karşılaştırılması:

(a) Tipik bir solar ev için ısı yükü elemanları. Isı kaybının ve ısı kazancının güneş toplama alanında olduğuna dikkat edilmelidir.

(b) Benzer bir solar ev, fakat bu sefer bütün güneş toplama alanı ısıya karşı nötr (adyabatik) duvarlarla yer değiştirmiş. Güneş toplama alanından ısı kaybı ve kazancı yok. Bu şartlar altında ısı kaybı, Net Referans Isı Yükü (NRTL) olarak isimlendirilir.

6) Solar Ekonomi (Solar Savings-SS): Pasif sistem güneş toplama elemanlarından doğan, ısıtma ihtiyaçlarında azalma- Kcal/ay (veya Kcal/gün). Terimin sadece, eşitlikte görüldüğü gibi net referans ısı yüküne (NRTL) bağımlı olduğu görülmektedir:

$$SS = NRTL - AH \quad (3.2)$$

7) Solar Yükleme Oranı (Solar Load Ratio-SLR) :

$$\text{Solar Yükleme Oranı} = \frac{\text{Absorbe edilen aylık net solar enerji}}{\text{Net referans aylık termal yükleme}} \quad (3.3)$$

Burada:

Absorbe edilen aylık net solar enerji (Q_s), pasif binanın iç yüzeyleri tarafından belirli bir ay içerisinde absorbe edilen toplam solar radyasyon enerjisidir. Bu, depo edilen ve mahal ısıtmasına ihtiyaç duyulduğunda aylık ısı ihtiyacının bir kısmını karşılayabilecek enerjidir.

Aylık Net Referans Isı Yükü (Monthly Net Referans Thermal Load-MNRTL) belli bir ay için toplam ısıtma yüküdür ve aşağıdaki gibi hesaplanır:

Aylık net referans ısı yükü = Net yükleme katsayısı x Aylık gün-derece farkı

$$\text{Aylık net referans ısı yükü} = NLC \times DDay \quad (3.4)$$

Eşitlik,

$$SLR = \frac{Q_s}{MNRTL} \quad (3.5)$$

olarak da yazılabilir.

Denklemden hem pay hem de paydadaki değerler enerji cinsinden olduğundan, SLR birimsiz bir değerdir. Unutulmamalıdır ki, (3.3), (3.4) ve (3.5) nolu eşitliklerden herhangi birisi kullanıldığında yer alan ısı yükü, net referans ısı yüküdür- yani tüm güneş toplama birimlerinin adyabatik duvarlarla değiştirilmesi sonucu elde edilen ısı yüküdür.

8) Solar Tasarruf Oranı (Solar Savings Fraction-SSF): Solar tasarrufun net referans ısı yüküne oranıdır.

$$SSF = \frac{SS}{NRTL} \quad (3.6)$$

Eşitlik oran olduğu için SSF de birimsiz bir değerdir. SSF, aynı zaman periyodu içerisindeki solar tasarruf olarak bilinen net ısı yükü oranıdır. Başka bir deyişle, binanın solar bileşenleri tarafından tasarruf edilen ısı yükünün, binanın solar olmayan kısımlarının ısı yüküne oranıdır. Örnek verecek olursak, binanın aylık net referans ısı yükü (NRTL) 2 milyon kcal ve aylık solar tasarruf da 1 milyon kcal ise, solar tasarruf oranı $\frac{1}{2}$ veya 0.5 dir.

Solar performansın tahmin edilmesinde veya hesaplanmasında, yukarıda tanımlanan ölçülerden ikisinin öncelikli önemi vardır. Yardımcı Isı (3.3) ve Solar Tasarruf (3.6). Ne

kadar yardımcı ısıya ihtiyaç duyulacağı ve ne oranda konvensiyonel ısıdan azalma veya tasarruf elde edileceği solar performans ekonomisinin kilit faktörleridir.

(3.2) nolu eşitlik hem SS'i hem de AH'yi içerir, fakat, ikisi aynı eşitlikte aynı oranda değerlendirilemez. Eğer (3.2) nolu eşitliğin her iki tarafını net referans ısı yüküne (NRTL) bölersek,

$$SS = 1 - \frac{AH}{NRTL}$$

eşitliğini elde ederiz.

Burada $SS / NRTL$, (3.6) nolu eşitlikte tanımlandığı gibi solar tasarruf oranıdır(SSF).

Buna göre,

$$SSF = 1 - \frac{AH}{NRTL}$$

ve (3.1) nolu eşitlikten,

$$SSF = 1 - \frac{AH}{(NLC) \times (DD)} \quad (3.7)$$

elde edilir.

(3.7) nolu eşitliği AH'ye göre düzenlersek,

$$AH = NLC \times DD \times (1-SSF) \quad (3.8)$$

eşitliğini elde ederiz ki, AH'nin bize NLC, DD ve SSF ile orantılı olduğunu gösterir.

Aynı mantıkla (3.6) nolu eşitlikten,

$$SS = NRTL \times SSF$$

elde edilir ve (1) nolu eşitlik uygulanırsa,

$$SS = NLC \times DD \times SSF \quad (3.9)$$

bulunur.

(3.8) ve (3.9) nolu eşitliklerle hem Solar Tasarrufun (SS) hem de Yardımcı Isının (AH), herhangi bir bina ve bölge için karar verilebilir birimlerle (NLC ve DD) ve SSF parametresiyle açıklanabildiğini elde etmiş olduk.

3.9.1.2. Solar Performansın Solar Yükleme Oranı (SLR) Metodu ile Hesaplanması

Yukarıda açıklanan tanımlara ve eşitliklere dayanarak, aylık solar yükleme oranı metodunun, pasif solar binaların solar performansını hesaplamak için kullanılan bir yöntem olduğunu göreceğiz. Aylık SLR metodu çoğunlukla, bina dizaynının son aşamalarında uygulanır.

(3.2) nolu eşitlikle verilen aylık SLR metodu, Solar Tasarruf bakımından pasif solar binanın performansını hesaplar. Sistem dizaynını aynı binanın solar performansını, güneş toplama alanında kullanılan farklı elemanları karşılaştırarak mukayese edebilir; mesela direkt ısı kazanım sistemi, ısı deposu duvarı veya bitişik sera. Ayrıca karışık pasif sistemlerin de performansı değerlendirilebilir ısı deposu duvarının ve bitişik seranın aynı anda güneş toplama alanının parçası olması durumu gibi.

Solar yükleme oranı (3.5) nolu eşitlikte aşağıdaki gibi verildi:

$$SLR = \frac{Q_s}{MNRTL}$$

Aylık absorbe edilen net solar enerji (Q_s) de,

$$Q_s = S \times A_p \quad (3.10)$$

olarak ifade edilebilir.

S : Pasif solar binanın projelendirilmiş birim toplama alanı tarafından absorbe edilen aylık net solar radyasyon

A_p : Güneş toplama alanının projelendirilmiş dikey düzlemi, m^2

Eğer toplama alanı dikey değil, fakat yatay düzleme 90° den küçük bir açıyla meyilliye- eğimli cam çatı veya gökyüzüne bakan pencere- A_p , gerçek toplama alanından daha küçük değerde olacaktır.

A_p değeri,

$$A_p = \sin\theta \times \text{güneş toplama alanı} \quad (3.11)$$

olarak hesaplanır. Burada,

Yataydan ölçülen güneş boşluğu (solar aperture) düzleminin meyil açısı θ , solar cam duvarın gerçek alanı da güneş toplama alanı (m^2)dır.

(3.4) ve (3.10) nolu eşitlikleri kullanarak solar yükleme oranı,

$$SLR = \frac{Q_s}{MNRTL} = \frac{S \times A_p}{DD_{ay} \times NLC} = \frac{S}{DD_{ay}} \times \frac{A_p}{NLC} \quad (3.12)$$

olarak yazılabilir.

Solar yükleme oranının, S/DDay ve Ap/NLC'nin fonksiyonu olduğu görülmektedir. İlk kısım pasif solar binanın projelendirilmiş birim toplam alanı tarafından absorbe edilen aylık net solar radyasyonunun, aylık ısıtma günlük derece farkın oranıdır. Bu oran genel iklim şartları hakkında bize bilgi vermektedir. Her bir bina yerleşimi için bu değer farklı olacaktır, çünkü yerel iklim şartlarına bağlıdır.

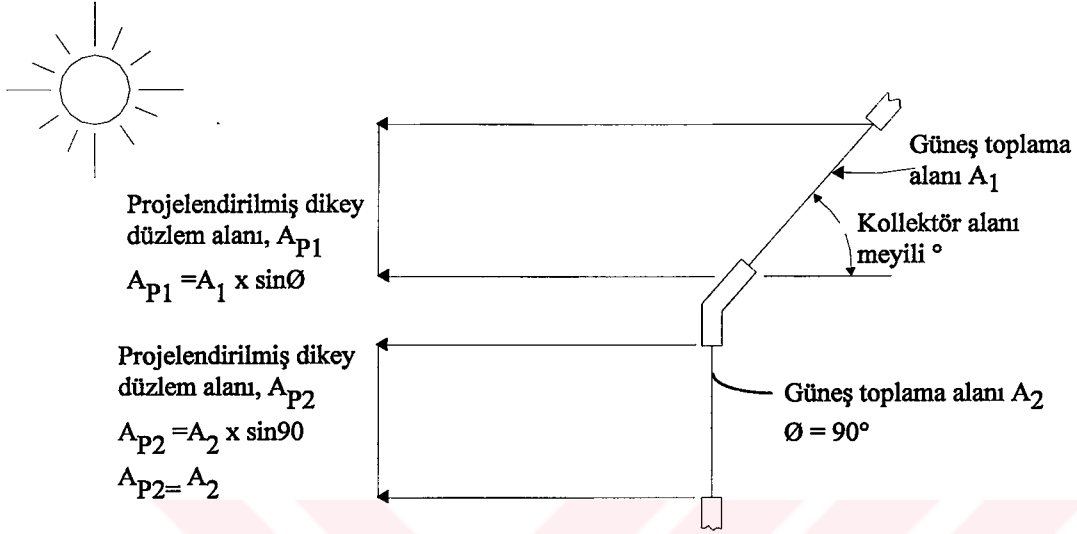
Diğeri ise güneş toplama alanı projelendirilmiş dikey düzleminin, pasif solar bina net yükleme katsayısına oranıdır. Bu oran binanın dizaynına ve inşasına bağlıdır, çünkü net yükleme katsayısı güneş toplama alanı hariç binadan kaybolan ısıya bağlı olarak hesaplanır. Güneş toplama alanının projelendirilmiş dikey düzlem alanı, projelendirilmiş dikey düzlem pasif güneş toplama alanının boyutlarına ve meyil açısına bağlıdır.

Solar Yükleme Oranı korelasyonları, Los Alamos'da yürütülen araştırmalar sonucu, solar yükleme oranının iki kesirli kısmının kullanılmasıyla hazırlandı. Solar Tasarruf Oranı (Solar Savings Friction-SSF) dikey eksen üzerinde, S/DDay ise Şekil-3.25'de gösterildiği gibi yatay eksen üzerinde işaretlenir.

NLC/Ap oranı, Kollektör Yükleme Oranı (Load Collector Ratio-LCR) olarak adlandırılır; çünkü net yükleme katsayısının güneş toplama alanı projelendirilmiş dikey düzlemine (Ap) oranıdır. Bu halde kollektör yükleme oranı,

$$LCR = \frac{NLC}{A_p} \quad (3.13)$$

olarak yazılabilir. Burada,



Şekil-3.23 Net cam duvar alanı ile projelendirilmiş alan (A_p) arasındaki açı.

$A_p = A \sin \theta$, burada θ , yatay ile cam duvar düzlemi arasındaki açı.

LCR : Kollektör yükleme oranı, projelendirilmiş toplama alanının

NLC : Bina için net yükleme katsayısı

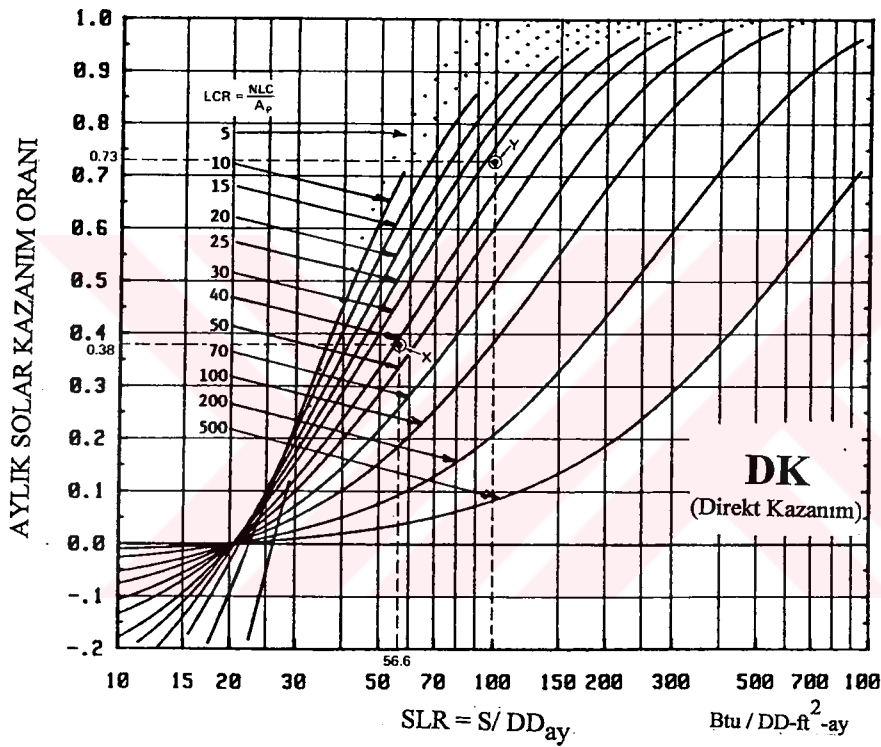
A_p : Güneş toplama alanı projelendirilmiş dikey düzlem, m^2

Solar yükleme oranı (3.12) nolu eşitlikten aşağıdaki gibi yazılabilir:

$$SLR = \frac{S}{DDay} \times \frac{1}{LCR} \quad (3.14)$$

Şekil-3.25’de gösterilen eğrilerin herbiri, NLC/A_p oranı için farklı değerler verir ve aşağıda belirtilen karakteristikler dahilinde, belirli direkt ısı kazanım solar sistemler içindir.

- 1) Termal kütle, kalınlığı yaklaşık 18 cm olan betondan veya kargir duvardandır.
- 2) Binadaki termal kütle için açık yüzey alanı, yaklaşık olarak projelendirilmiş boşluk alanının üç katıdır.
- 3) Bu boşluk alanının çift cam olduğu kabul edilir.



Şekil-3.24 Pasif solar elaman veya sistem için korelasyon eğrileri. Eğer ki şartlar çok önemli farklılıklar gösteriyorsa bu eğriler kullanılmamalıdır. Eğriler iklim şartlarından bağımsızdır; bu yüzden aylık günlük derece farkı ve projelendirilmiş birim alan için absorbe edilen aylık net solar radyasyon değerlerinin elde edilebileceği, aylık hava durumu bilgilerinin bulunduğu herhangi bir yerleşim bölgesinde kullanılırlar.

Örnek Problem3.5: Projelendirilmiş boşluk alanın (A_p) 20 m^2 ve Ocak ayı projelendirilmiş bina alanı tarafından absorbe edilen aylık net solar radyasyonun 85000 kcal/m^2 . Ocak olduğu hesaplandı. Bina için NLC 2000 kcal/DD ve Ocak ayı ısıtma günlük derece farkı 530 'dur. SLR metodunu kullanarak Ocak ayı solar tasarruf oranını hesaplayın.

Çözüm3.5: İlk olarak (3.13) nolu eşitlikten kollektör yükleme oranı,

$$LCR = \frac{NLC}{A_p} = \frac{2000 \text{ kcal/DD}}{20 \text{ m}^2}$$

$$LCR = 100 \text{ kcal/DD-m}^2$$

olarak hesaplanır. Daha sonra S/DD_{ay} oranı,

$$S/DD_{ay} = \frac{85000 \text{ kcal/m}^2\text{-Ocak}}{530 \text{ DD/Ocak}}$$

$$S/DD_{ay} = 160.4 \text{ kcal/DD-m}^2$$

olarak bulunur.

$S/DD_{ay} = 160.4 \text{ kcal/DD-m}^2$ değeri Şekil-3.25'e girilir. Dikey çizgi $LCR=100$ eğrisini kesen X noktasına kadar çizilir. X noktasından da yatay çizgi SSF aylık tasarruf oranı eksenine birleştirilir, ve

$$SSF_{Ocak} = 0.38 \quad \text{bulunur.}$$

Özetle aylık SLR metodu için toplam 6 aşama vardır:

- 1) Binayla ilişkili parametrelerin hesaplanması-Net Yükleme Katsayısı (NLC), Projelendirilmiş Boşluk Alanı (A_p) ve Kollektör Yükleme Katsayısı (LCR).
- 2) Yerel iklim şartlarının, aylık günlük derece farkının (DD_{ay}) ve toplama bölgesindeki aylık güneş alma süresinin ($kcal/m^2$ -ay) öğrenilmesi.
- 3) Pasif solar binanın projelendirilmiş birim toplama alanı tarafından absorbe edilen aylık net solar radyasyonunun hesaplanması (S).
- 4) Şekil-3.25’de ki gibi belirli pasif solar sistem tipleri için aylık solar tasarruf oranının hesaplanması.
- 5) (3.8) ve (3.9) nolu eşitliklerden, herbir ay için Solar Tasarrufun (SS) ve Yardımcı Isının (AH) değerlendirilmesi.

Knoxville,Tennessee		Derece-gün farkı - 3478									
Solar Tasarruf Oranı:		0.1	0.2	0.3	0.4	0.5	0.6	0.7	0.8	0.9	
Seçilmiş pasif elamanlar		Kollektör Yükleme Oranları									
Termal su duvarı		195	90	53	35	24	17	12	9	6	
Termal su duvarı,gece izolasyonu		190	114	77	55	40	30	23	16	11	
Kargir veya beton termal duvarı		140	65	38	25	18	12	9	6	4	
Kargir veya beton termal duvarı, gece izolasyonu		162	92	60	42	31	23	17	12	8	
Direkt ısı kazanımı		127	50	23	--	--	--	--	--	--	
Direkt ısı kazanımı, gece izolasyonu		198	91	55	38	27	20	14	9	4	

Albany, New York		Derece-gün farkı - 6888								
Solar Tasarruf Oranı:		0.1	0.2	0.3	0.4	0.5	0.6	0.7	0.8	0.9
<u>Seçilmiş pasif elamanlar</u>		<u>Kollektör Yükleme Oranları</u>								
Termal su duvarı		61	22	9	---	---	---	---	---	---
Termal su duvarı, gece izolasyonu		89	52	34	24	17	12	9	6	4
Kargir veya beton termal duvarı		43	15	6	---	---	---	---	---	---
Kargir veya beton termal duvarı, gece izolasyonu		75	41	26	18	13	9	7	5	3
Direkt ısı kazanımı		---	---	---	---	---	---	---	---	---
Direkt ısı kazanımı, gece izolasyonu		96	42	24	16	11	7	4	---	---

Salt Lake City, Utah		Derece-gün farkı - 6888								
Solar Tasarruf Oranı:		0.1	0.2	0.3	0.4	0.5	0.6	0.7	0.8	0.9
<u>Seçilmiş pasif elamanlar</u>		<u>Kollektör Yükleme Oranları</u>								
Termal su duvarı		198	92	54	35	24	17	12	8	5
Termal su duvarı, gece izolasyonu		193	116	78	55	41	30	22	16	11
Kargir veya beton termal duvarı		143	66	39	26	18	12	9	6	4
Kargir veya beton termal duvarı, gece izolasyonu		164	94	61	43	31	23	17	12	8
Direkt ısı kazanımı		131	52	24	---	---	---	---	---	---
Direkt ısı kazanımı, gece izolasyonu		200	92	56	39	28	20	14	9	4

Tablo-3.2 Solar Tasarruf Oranı (SSF) nın yıllık değerlerini, altı farklı tipteki LFR değerleri için verir. Tablo'da sadece üç bölgenin değerleri verilmiştir.

6) Aylık değerleri toplayarak, Yıllık Solar Tasarruf ve Yardımcı Isının hesaplanması.

3.10. Dizayn Alıştırması:

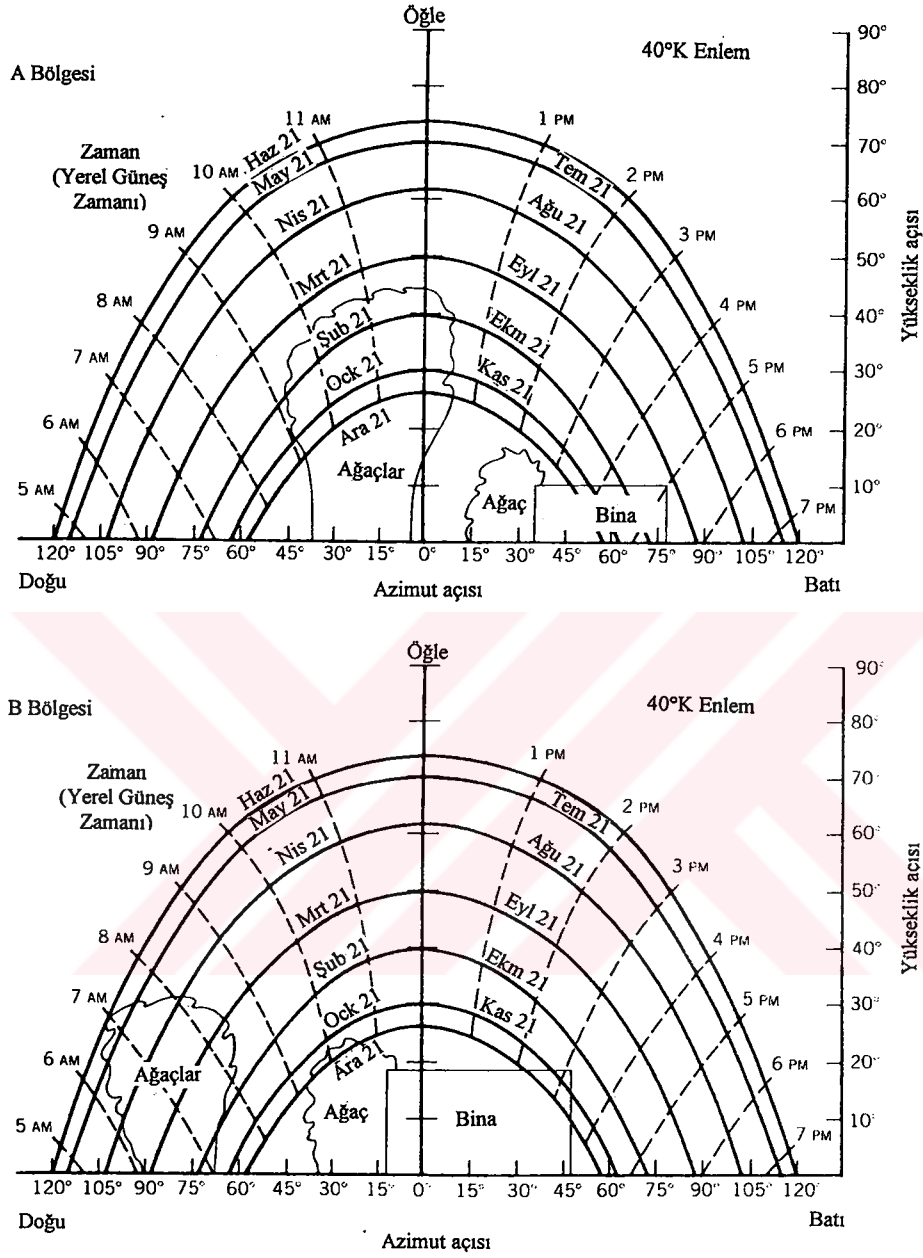
Albany, New York yakınlarında bulunan solar bir binanın dizaynı için, mimarın yardım istediğini düşünelim.

Şematik Dizayn Araştırması: İnşaat yapılacak yer güneş girişi bakımından düşünüldüğünde iki bina yeri görülmektedir. Şekil-3.26 güneş girişi çalışmasını göstermektedir. A bölgesi ele alındığında mevcut olan ağaçlar tüm kış güneşini engellemektedir. B bölgesinde ise güneşe doğru olan bina, kış mevsimine yakın birkaç gün gölgeleme yapmaktadır; fakat bu vakitten sonra doğudaki ağaç hariç hemen hemen kesintisiz güneş girişi olacaktır. Ağaç engellemesi de sadece sabahın erken saatlerindedir. B bölgesi, daha çok güneş girişi alacağından tercih edilir. Güneş toplama alanı güneşe bakacak yöndedir.

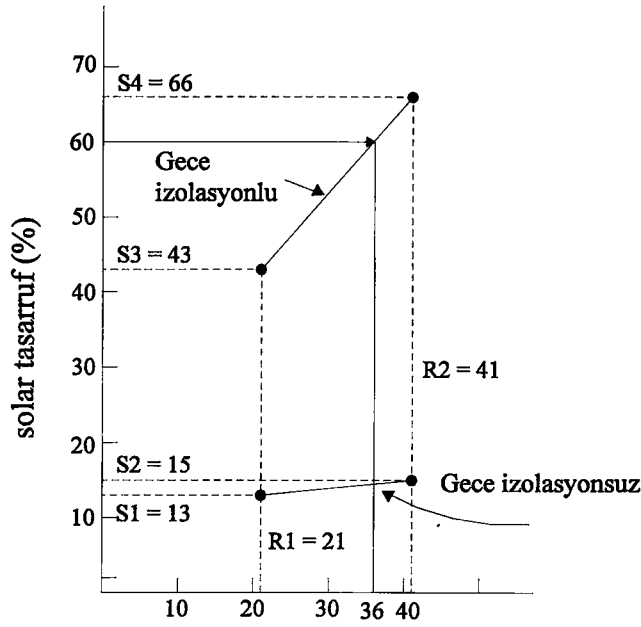
Toplama Alanı Parmak Masdarının Oluşturulması: Dizaynır yaklaşık olarak 170 m² kat alanına karar verdi. İstenen güneş toplama alanı, %60 solar tasarruf için hesaplanacaktır. Toplama alanı hesaplanmasında, güneş toplama alanı parmak masdarı kullanılacaktır. Tablo1'den Albany için aşağıdaki R1, R2, S1, S2, S3 ve S4 değerleri bulunur.

R1 = %21	S1 = %13
R2 = %41	S2 = %15
	S3 = %43
	S4 = %66

Elde edilen bilginin açıklanması için bulunan değerlerin, Şekil-3.27'deki gibi gösterilmesi yararlıdır. Şekilden açıkça görülmektedir ki, eğer %60'lık solar tasarruf elde edilmek isteniyorsa gece izolasyonu mutlaka kullanılmalıdır.



Şekil-3.25 Dizayn alıştırmasında bina inşaat alanına güneş girişinin belirlenmesi için oluşturulmuştur.



Güneş toplama alanının toplam kat alanına oranı(%)

Şekil-3.26 Dizayn alıştırması için solar tasarrufu ve güneş toplama alanının, toplam kat alanına oranını göstermektedir.

Ayrıca Şekil-3.27'den görülüyor ki, %60'lık tasarruf sağlanması için gerekli güneş toplama alanı toplam kat alanının %36'sı kadar olmalıdır. Bina için güneş toplama alanı aşağıdaki gibi hesaplanır.

$$\begin{aligned} \text{Güneş toplama alanı} &= (36/100) \times 170 \text{ m}^2 \\ &= 61.2 \text{ m}^2 \end{aligned}$$

Dizaynırla bazı görüşmelerden sonra binanın güneye bakan duvarının kargir ısı deposu duvarı olarak yapılmasına ve 61.2 m² cam duvar solar boşluğunun da direkt olarak, duvar ön kısmına konulmasına karar verildi.

Dizayn Geliştirme Aşaması : Bina dizaynını ilk olarak kat planlarını ve bina için gerekli yükseklikleri hesapladı. Şimdi de solar performansın hesaplanması gerekmektedir. Bina solar olmayan elemanları için NLC, 2085 kcal/DD hesaplandı. Kargir ısı duvarı, 30 cm

kalınlığında ön tarafı çift camlı beton ısı deposudur. Termik direnci bulunan R-9 ile gece izolasyonu sağlanacaktır. Hesaplamalarda da görüldüğü gibi gerçek solar boşluk alanı 62 m^2 'dir.

SSF'nin Hesaplanması : (3.13) nolu eşitlikten Kollektör Yükleme Oranı,

$$\text{LCR} = \frac{\text{NLC}}{A_p} = \frac{2085 \text{ kcal/DD}}{62 \text{ m}^2} = 33.6 \text{ kcal/m}^2\text{-DD}$$

olarak hesaplanır. Tablo-3.2'den Albany bölgesi, gece izolasyonlu kargir ısı deposu duvarı için,

$$\text{LCR} = 13 \text{ ise } \text{SSF} = 0.5$$

$$\text{LCR} = 9 \text{ ise } \text{SSF} = 0.6$$

bulunur. Enterpolasyon yapılarak $\text{LCR}=12.7$ değeri için $\text{SSF}=0.508$ olarak hesaplanır.

Tablo-3.2'den Albany için günlük derece farkı 6888 DD/yıl olarak bulunur. Buradan (3.9) nolu eşitlik kullanılarak,

$$\begin{aligned} \text{SS} &= \text{NLC} \times \text{DD} \times \text{SSF} \\ &= 2085 \text{ kcal/DD} \times 6888 \text{ DD/yıl} \times 0.508 \\ &= 7296000 \text{ kcal/yıl} \end{aligned}$$

bulunur.

(3.8) nolu eşitlik kullanılarak Yardımcı Isı (AH),

$$\begin{aligned} \text{AH} &= \text{NLC} \times \text{DD} \times (1-\text{SSF}) \\ &= 2085 \text{ kcal/DD} \times 6888 \text{ DD/yıl} \times (1-0.508) \\ &= 7066000 \text{ kcal/yıl} \end{aligned}$$

bulunur.

Hesaplamalardan görölüyor ki, yaklaşık olarak istenilen yıllık bina ısıtma yükünün yarısı, pasif solar dizaynı ile karşılanmaktadır. Bu noktada mimar, planları ve solar hesaplamaları müşteriye sunar ve birkaç ufak değışiklik yapıldıktan sonra uygulamaya geçilip geçilemeyeceğine karar verilir.



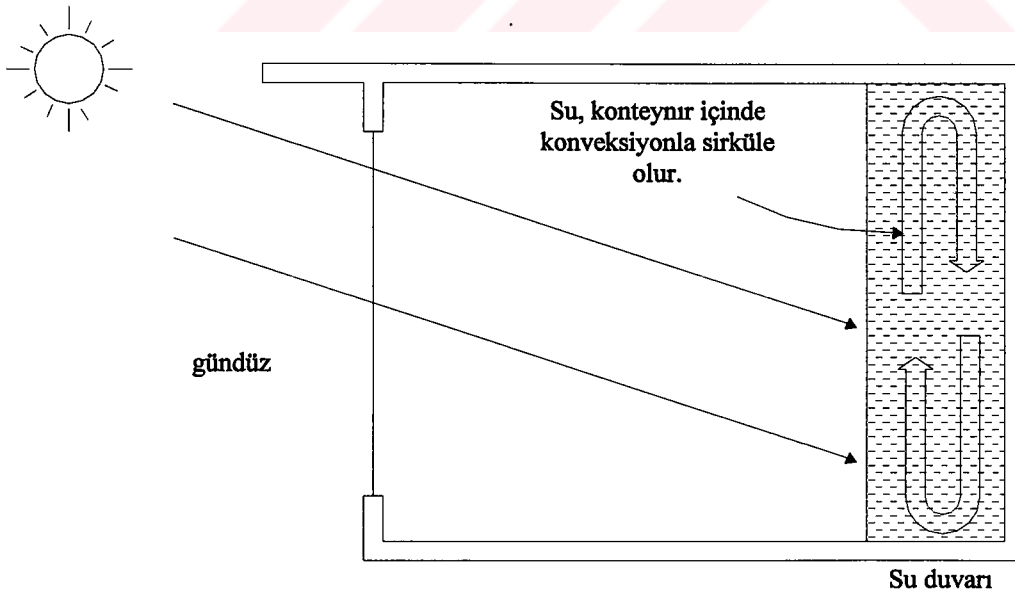
BÖLÜM 4

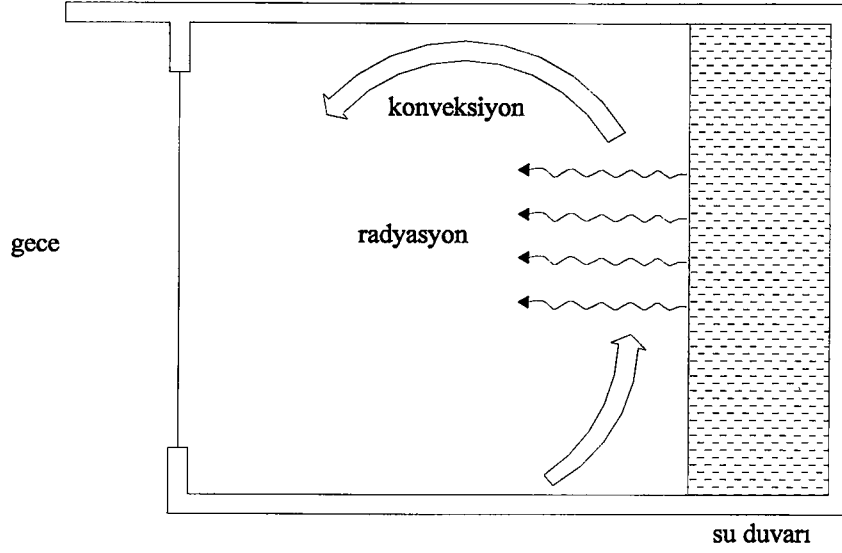
DİREKT ISI KAZANIM SİSTEMLERİ

4.1. Direkt Isı Kazanım Sistemlerinin Önemli Özellikleri:

Direkt ısı kazanım sistemlerinde yaşam mahali, güneş kolektörü; yaşam mahalindeki duvarlar, taban ve diğer bileşenler ise ısı deposu olarak davranır. Güneş ışını boşluğa, güneşe bakan cam duvarlar yardımıyla girer ve beton, kargir duvar, su ısı deposu duvarları ve yaşam mahali boyunca uzanan tabanlar yardımıyla direkt solar radyasyonu tutar, yansıyan ve yeniden yayılan enerjiyi absorbe eder. Basitçe söyleyebiliriz ki, direkt ısı kazanım sistemlerindeki yaşam mahali, ısı kolektörü, ısı deposu ve dağıtım sistemi olarak görev yapar. Şekil-4.1'deki iç su duvarı gün boyunca ısıyı depo eder, geceleri ise konveksiyon ve radyasyonla yaşam mahaline depo edilen ısıyı serbest bırakır.

Şekil-4.1'de içteki su duvarı gün boyunca ısıyı depo eder, geceleri ise konveksiyon ve radyasyonla yaşam mahaline serbest bırakır.



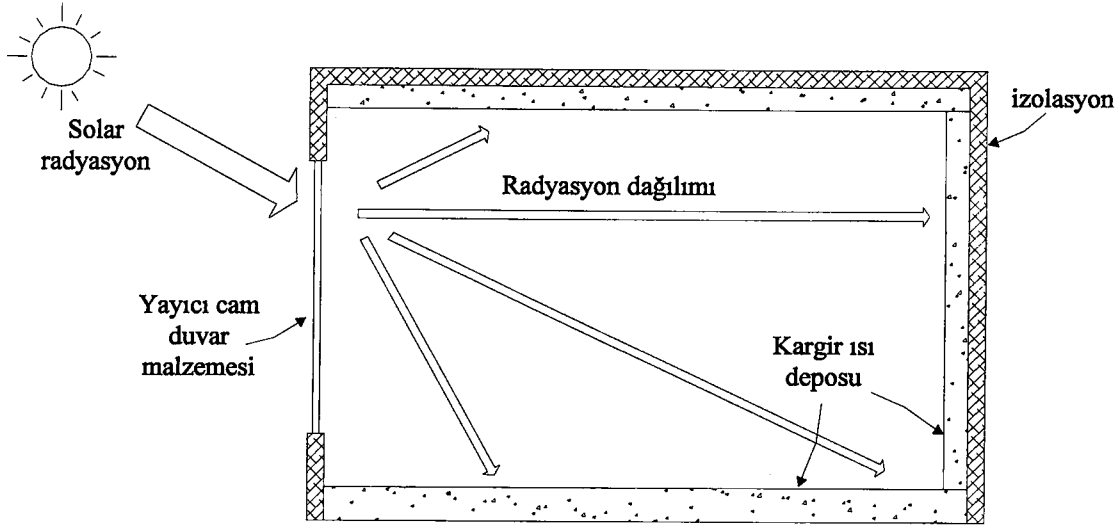


Şekil-4.1 Isı deposu olarak kullanılan, içte su duvarı bulunan basit direkt ısı kazanım sistemi dizaynı. Gün boyunca içteki su duvarı tarafından depo edilen ısı, geceleri doğal konveksiyon ve radyasyonla yaşam mahaline bırakılır.

Şekil-4.2 solar radyasyonun absorpsiyon ve depolanma için kargir duvarlar, beton veya tuğla tabanlara, cam duvardan nasıl yayıldığını ve ayrıldığını göstermektedir.

4.2. Direkt Isı Kazanım Sistemlerinin Avantajları ve Dezavantajları

Yeni inşaa edilecek bir bina için direkt ısı kazanıma uygun olan, en az pahalı solar ısıtma yöntemi olabilir. Eğer bina dizaynırı veya mimar pasif solar sistemler konusunda tecrübeli biriyse, sistem oldukça düşük seviyelerde maliyete etki eder. Pasif sistemler çoğunlukla sıklıkla kullanılan uzun ömürlü endüstriyel malzemelerden inşaa edilirler ve düşük bakım masrafları içerirler.



Şekil-4.2 Yarı saydam cam malzemesi. Dış manzaranın önemli olmadığı pencerelerde yarı şeffaf cam malzeme kullanılarak, gelen güneş ışını, yaşam mahalindeki tüm ısı deposu yüzeylerine dağılır ve ayrılır.

Direkt ısı kazanım sistemlerinin bir diğer avantajı da ısı kazancı sağlanmasıyla beraber gün boyunca aydınlanmanın da sağlanmasıdır. Fakat, güneye bakan cam duvarların fazla olması durumunda bu avantaj, aşırı ısınmaya ve rahatsız edici miktarda aydınlanmaya dönüşerek sistem için dezavantaj olabilir.

Diğer bir taraftan güneye bakan cam duvarlar, ısı depoları mahal içinde nereye yerleştirilirse yerleştirilsinler, bol miktarda güneş radyasyonunu almalarını sağlayacak şekilde yerleştirilmelidir. Fakat sistemi dizayn eden kişi, özellikle insanların biraraya geldiği mahallerde- toplantı amaçlı veya yaşam mahalleri- aşırı ısınma ve aydınlanma problemini gözardı etmemelidir. Bazı durumlarda da mobilya yerleşimi, gizlilik ve estetik görünüm tercihlerinden dolayı yukarı bakan veya klerestori pencerelerin kullanımları tercih edilebilir. Bu tür bir çözüm ısı depolarının yerleşiminde seçimler, istenmeyen aydınlanmada azalma, gizlilikte artma sağlar; iç ve dış

engellemelerden dolayı meydana gelebilecek gölge problemlerini de ortadan kaldırır veya minimize eder.

Konfor ve kontrol çok önemli iki faktördür. Pasif sistemle ısıtılan mahallerde insan konforu için istenen hava sıcaklığı, normal olarak ısıtılan mahallere oranla daha düşüktür. Klasik ısıtma sistemleri havanın mahal içinde hareketine dayanmaktadır- hava önemli şekilde sabit duran ortama göre daha sıcaktır. Genel olarak söyleyecek olursak duvarlar, tabanlar ve diğer yapı bileşenleri ortam sıcaklığına göre daha düşüktür ve insan vücudu bu soğuk yüzeylere ısı yaymaktadır. Pasif sistemlerde ise bunun tam tersine sıcak olan ısı depolarından insan vücuduna doğru ısı yayılır ve hava sıcaklığı 21°C'ın altında kalmasına rağmen çoğu insan konforlu hisseder.

Herhalde direkt ısı kazanım sistemlerinin en büyük sorunu kontroldür. Büyük termal kütleler yüksek oranlarda ısı ataletine sahiptir. Sıcaklığı arttırmakta ve azaltmakta yavaşlırlar. Bu özellik (ısı ataleti) sistemin sıcaklık kontrolü ölçüsünde sezilebilir zaman gecikmesi yaratır. Termal kütlelerin uygun ölçülendirilmesi ve yerleştirilmesi kontrol problemlerini bir ölçüde azaltabilir. Ayrıca gölgelikler, kepenkler, otomatik çalışan menfezler ve klerestori pencereler de kontrol cihazları olarak kullanılabilirler.

4.3. Direkt Solar Isı Kazanımının Sağlanması

Pencereler ve güneye bakan yöndeki sabitlenmiş camlar, mahal ısınması için gerekli direkt solar ısı kazanım sistemi için standart metodu oluştururlar. Isıtılacak mahal ölçüleri ve ısı yüküne bakılarak güneş toplama bölgesinin büyüklüğüne karar verilir. Eğer ki pencereler, güneyden batı veya doğu yönüne doğru 20° farklılık göstereceklerse dahi güneye bakan pencerelerin alabileceği güneş radyasyonunun %90'ını alıyorsa, binanın tam güney yönüne bakması üzerinde ısrar edilmez.

4.4. Güneş Toplama Bölgesinin Boyutlandırılması

Güneye bakan camlar bina için enerji üreten elemanlar sayılabilir. Çünkü ortalama olarak bina içine geçirmiş oldukları enerji, geçirgenlikle bina dışına kaybettiklerine oranla daha düşüktür.

4.4.1. Los Alamos Toplama Alanı Parmak Masdarı Kullanımı

Güneş toplama alanının hesaplanması şematik dizayn aşamasının önemli bir kısmını oluşturur. Bina dizaynının ilk safhalarında güneş toplama alanı başlangıç hesaplamaları yapılarak, solar radyasyon toplamak için uygun bina alanı tahsis edilebilir. Daha önce bahsedilen Los Alamos Güneş Toplama Alanı Parmak Masdarını hatırlayacak olursak,

Binanın yıllık ısı yükünü yüzde S1 ile S2 arasında azaltmak için güneş toplama alanının toplam kat alanının yüzde R1 ile R2 arasında olması beklenir; güneş toplama alanında geceleri R-9 izolasyon kullanılırsa toplam ısı yükündeki azalma yüzde S3 ile S4 arasında olacağı söylenir.

R1,R2,S1,S2,S3 ve S4 değerleri Tablo-3.1'den seçilir. Aşağıdaki örnekler direkt ısı kazanım sistemleri için, bu parmak masdarlarının ne kadar kullanışlı olduğunu göstermektedir.

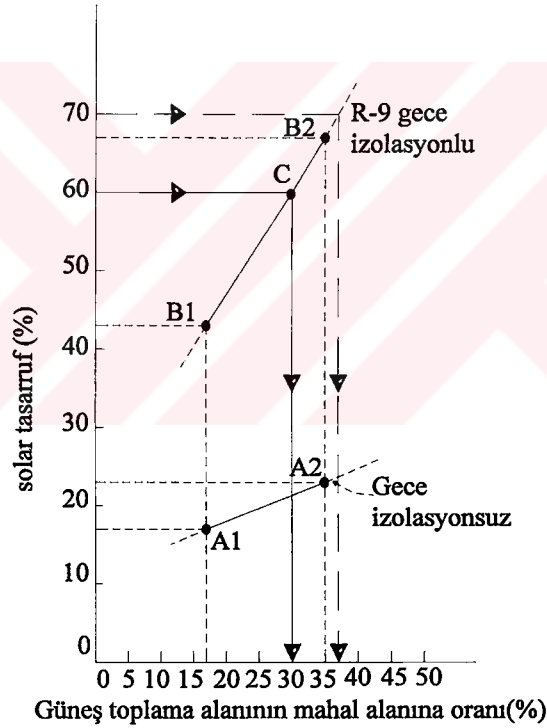
Örnek Problem4.1: Chicago'da bulunan 170 m² lik bir evin direkt kazanım ile mahal ısıtmasının sağlanması için gerekli güneş toplama alanını hesaplayınız. Binaya tam güneyden güneş girişi var.

Çözüm4.1: Bina tamamen güney güneş girişini aldığı için güneş toplama alanı tam güneye doğru yönlendirilecektir. Chicago için Tablo-3.1'den, güneş toplama alanı parmak masdarı için aşağıdaki değerleri kullanınız.

$R1=17\%$, $R2=35\%$

$S1=17\%$, $S2=23\%$, $S3=43\%$, $S4=64\%$

Elde edilen değerlerin açıklanması için Şekil-4.3'deki gibi grafik gösterimi gereklidir. Yıllık yüklemdeki düşüş yüzdesi (Solar Tasarruf) dikey ekseninde, güneş toplama alanın toplam kat alanına oranında yüzde olarak yatay ekseninde gösterilir. Güneş toplama alanında gece izolasyonunun olmadığı durumlar için A1 ve A2 noktaları işaretlenir. R-9 gece izolasyonunun olduğu durumlar için ise B1 ve B2 noktaları işaretlenir. Yıllık mahal ısıtma yükünde %60 azalma sağlayacak güneş toplama alanının toplam kat alanına yüzde olarak oranını bulmak için, dikey eksenindeki %60 noktasından sağa doğru yatay çizgi çizilir.



Şekil-4.3 Güneş toplama alanının mahal alanına oranının, Solar Tasarruf fonksiyonu olarak gösterilmesi

Gece İzolasyonsuz

%60 hattı, gece izolasyonsuz eğrisiyle hiçbir şekilde çakışmaz ve görülüyor ki %60'lık azalma gece izolasyonsuz elde edilmez.

Gece İzolasyonlu

%60 solar tasarruf yatay hattı, R-9 gece izolasyon hattıyla C noktasında çakışır ve alttaki ölçeğe dik hat da, güneş toplama alanının bina toplama alanının %30'u olması gerektiğini gösterir.

$$\text{Güneş toplama alanı} = 0.30 \times 170 = 51 \text{ m}^2$$

4.4.2. Solar Isı Kazanımı Hesaplanması

4.4.2.1. Solar Isı Kazanım Faktörleri (Solar Heat Gain Factors-SHGF): Bina için güneş toplama alanı bir kere hesaplandıktan sonra, binaya cam duvarlı bölgelerden girecek gerçek solar enerji miktarını da hesaplamak önemlidir. Bu bilgi, güneş toplama alanının bina odaları içinde nasıl dağıtılacağına karar verilmesinde kullanılabilir. Ayrıca güneş toplama alanının ölçülendirilmesinin kontrolünde de yararlanılabilir. Solar ısı kazanımı hesaplanmasında önemi bulunan faktörler aşağıdaki gibidir:

- 1) Bina inşaat yeri enlemi.
- 2) Yılın zamanı.
- 3) Pencere yüzeyinin azimut açısı (tam güneyden ölçülür) ve pencere eğimi (genellikle 90° veya dikey).
- 4) Pencereye gelen radyasyonun yansıyan miktarı, I_r .
- 5) Açık bir günde pencereye gelen güneş radyasyonu yüzdesi.
- 6) Bina yakınında bulunan ağaçlar, binalar, dağlar, pencere çıkıntısı, parmaklıklar ve diğer engellerin oluşturduğu gölgeleme miktarı.

Gelen radyasyon enerjisinin pencereden geçen ve mahalde ısı enerjisine dönüşen kısmının yüzdesi aşağıdaki faktörlere bağlıdır:

- 1) Pencereelerde kullanılan cam malzemesinin cinsi ve perdeler veya diğer güneş kollektörlerinin gölgeleme etkisi.
- 2) Güneş radyasyonunun geliş açısına bağlı olarak camdan yansımayla kaybolan radyasyon miktarı.
- 3) Bina yapısının ve bileşenlerinin geçirilen enerjiyi absorbe etme, depolama ve kullanmada ki verimlilikleri.

Yapıya cam yoluyla giren ısı enerjisi akışı üç şekilde olabilir:

- 1) Camdan direkt olarak geçen radyasyon ısı akışı,
- 2) Cam tarafından absorbe edilen radyasyon enerjisinden ısı akışı,
- 3) İç ve dış sıcaklık farklılıklarından meydana gelen kondüksiyon yoluyla ısı akışı
($\Delta t = t_o - t_i$)

İç mahallerde camdan solar ısı kazanımı, solar ısı kazanım faktörleri (solar heat gain factors-SHGF) olarak Amerikan Isıtma, Soğutma ve Havalandırma Mühendisleri Topluluğu (American Society of Heating, Refrigerating and Air Conditioning Engineers-ASHRAE) tarafından dizayn edildi. SHGF tablo değerleri, farklı boylamlar ve her ayın yirmibirinci günü aydınlanma süreleri için dizayn edildi.

SHGF yerleşim faktörlerini, yerel güneş saatini, pencere yönlendirmesini ve terin yansıtıcılığını dikkate almaktadır. Farklı tip pencereler kullanıldığında -çift cam veya üçlü cam- veya pencereler kumaş perde, pancur veya farklı br şekilde gölgelendirildiğinde, düzeltme faktörü SHGF değerlerine uygulanmalıdır. Düzeltme faktörü, gölgeleme katsayısı (shading coefficient) olarak adlandırılır.

Gölgeleme katsayısı, yüzdeye dönüştürülmüş oran olarak aşağıdaki gibi tanımlanabilir:

$$SC = \frac{\text{Belirlenmiş pencereden solar ısı kazanımı}}{\text{Engellenemeyen iki kere kuvvetlendirilmiş temiz camdan solar ısı kazanımı}} \quad (4.1)$$

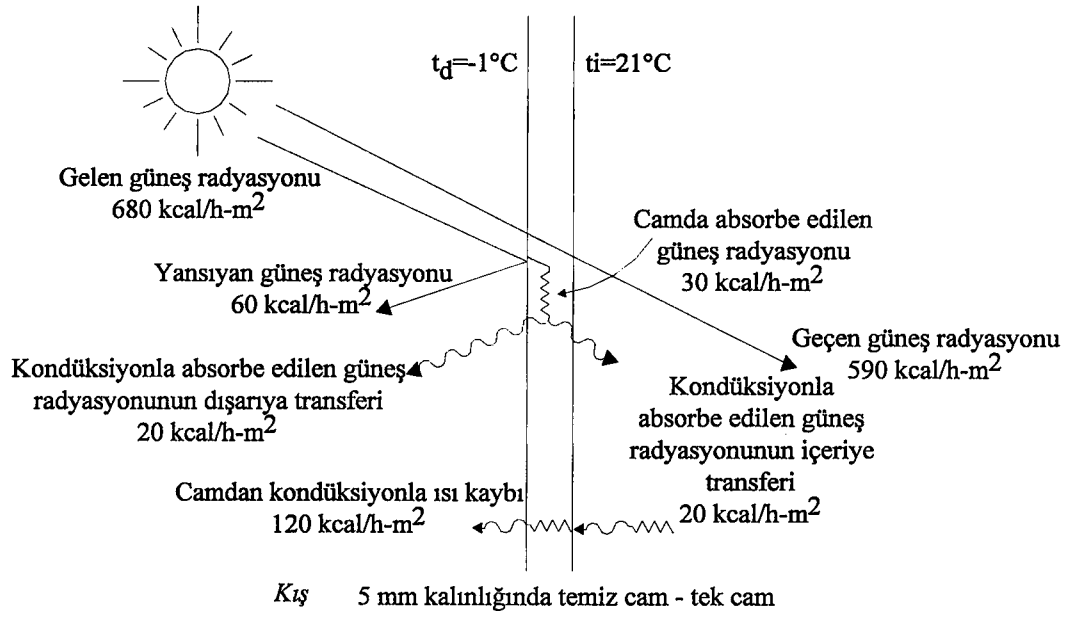
Camdan toplam ani ısı kazanımı, solar ısı kazanımı (SHGFxSC) ve kondüksiyon ısı kazanımı (veya kaybı) (UΔt) nın toplamıdır. Burada ısı kazanımı olan (Δt = t_o-t_i) veya ısı kaybı için (t_i-t_o) dır.

1 m² cam duvar alanı için eşitlik yazacak olursak,

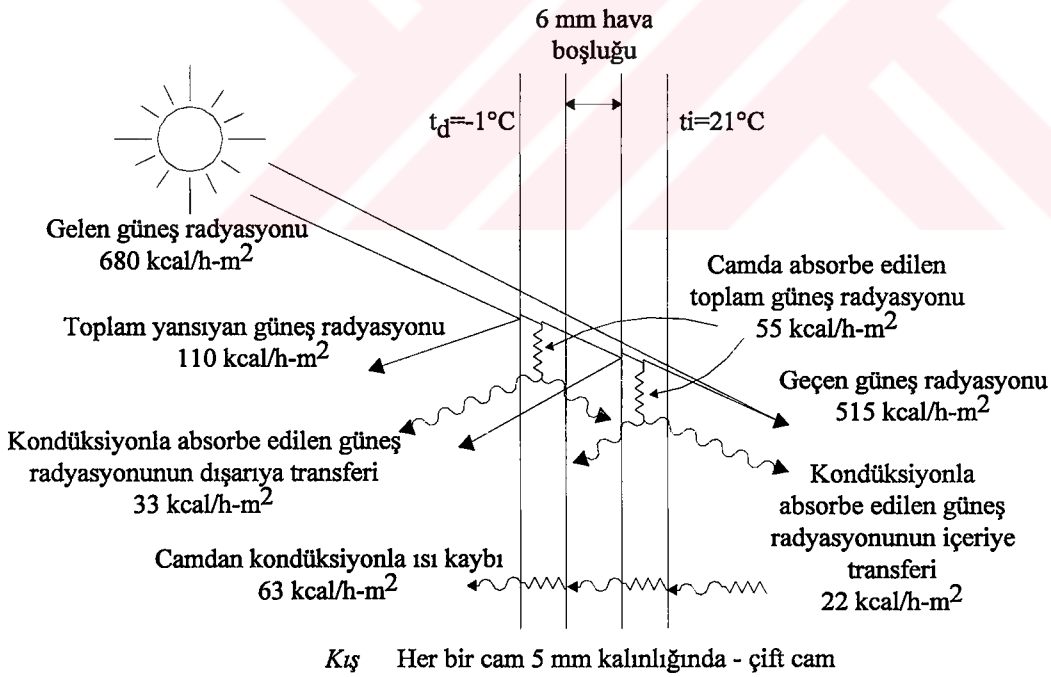
$$H = SHGF \times SC + U\Delta t \quad (\text{kcal/h-m}^2) \text{ dir.} \quad (4.2)$$

Cam Tipi	Gölgeleme Katsayısı(SC)			
	gölge yok	açık renk jaluzi	kalın kumaş perde	
			açık	koyu
Temiz cam 3 mm	1.00	0.55	0.55	0.70
Temiz cam 6 mm	0.94	0.55	0.55	0.70
Temiz cam 12 mm	0.87	0.55	0.52	0.66
Kirli cam 6 mm	0.69	0.53	0.44	0.52
6 mm hava boşluklu ısıcam(çift cam)	0.88	0.51	0.48	0.58

Tablo-4.1 Bazı pencere tipleri için gölgeleme katsayıları



(a)



(b)

Şekil-4.4 Net enerji kazanımı

(a) Tek cam

(b) Çift cam

Çok büyük absorpsiyon ve yansıma kayıplarından dolayı çift cam için net ısı kazanımı, önemli bir şekilde tek camdan azdır. Soğuk iklimlerde çift camların avantajı, bina içinde üretilen ısıdan oldukça az miktarda kondüksiyon ısı kaybı olmasıdır.

Şekil-4.4'de iki farklı camdan-kış şartları için (a) tek cam (b) çift cam- ısı kayıpları ve kazanımları iki farklı şekilde gösterilmektedir. İki şekilde de radyasyon gelişi mukayese amacıyla 680 kcal/h-m^2 alınmıştır. Farklı cam tipleri ve farklı gölgeleme elemanları için gölgeleme katsayıları Tablo-4.1'de verilmiştir.

Solar ısı kazanımının sadece camdan olduğu düşünülürse, aşağıdaki eşitlik ortalama solar ısı kazanım hesaplamasında kullanılabilir.

$$\text{SHG} = \text{SHGF} \times \text{SC} \times \text{P} \times \text{Aw} \quad (4.3)$$

Burada,

SHG : Ortalama solar ısı kazanımı (kcal/h veya kcal/gün)

SHGF : Açık gün için solar ısı kazanım faktörü (belirli bir ay için kcal/h veya kcal/gün)

SC : Tablo-1'den gölgeleme katsayısı

P : Bölge için muhtemel ortalama güneş ışını yüzdesi (Tablo-4.2)

Aw : Cam pencerelerin alanı

Açık bir gün için de aynı analiz geçerlidir. Fakat $P=1.00$ olacağından eşitliğe etki etmez.

$$\text{SHG}_{\text{açıkgün}} = \text{SHGF} \times \text{SC} \times \text{Aw} \quad (4.4)$$

$\text{SHG}_{\text{açıkgün}}$: Açık bir gün için solar ısı kazanımı (kcal/h veya kcal/gün)

Çünkü toplam değerler hesaplanmak istendiğinde, Tablo-4.3'deki yarım gün toplam değerlerini iki ile çarpmak gerekir.

Örnek Problem4.2: (a) Açık bir gün için ortalama ısı kazanımını

(b) Ortalama solar ısı kazanımını 8,5 m² pencere, çift cam ve gölgesiz, güneşe bakan, Ocak 21'de, Kansas City, Missouri (40° K enlem) şartları için hesaplayınız.

Çözüm4.2: Tablo-4.3'den Ocak 21 ve 40°K enlemi için (güneşe bakan tek cam için) yarım günlük toplam değer 2205 kcal/m² (813 Btu/ft²) ve günlük toplam değer SHG_{açıkgün}=4410 kcal/m²-gün bulunur. Tablo-4.1'den, çift cam pencere için SC=0.88'dir.

(a) Açık bir gün günlük solar ısı kazanımı eşitlik (4.4)'den,

$$\begin{aligned} \text{SHG}_{\text{açıkgün}} &= \text{SHGF} \times \text{SC} \times A_w \\ &= 4410 \text{ kcal/m}^2\text{-gün} \times 0.88 \times 8,5 \text{ m}^2 \\ &= 32986 \text{ kcal/gün} \end{aligned}$$

(b) Ocak ayı ortalama solar ısı kazanımı (3) nolu eşitlikten (P=0.55 Tablo-4.2)

$$\begin{aligned} \text{SHG} &= \text{SHGF} \times \text{SC} \times P \times A_w \\ &= 4410 \text{ kcal/m}^2\text{-gün} \times 0.88 \times 0.55 \times 8,5 \text{ m}^2 \\ &= 18142 \text{ kcal/gün} \end{aligned}$$

Kışın güneşli saatler oldukça azdır. Güneş ışını bina tarafından yaklaşık olarak 6 ile 8 saat arasında alınabilir. Direkt ısı kazanım sistemlerinde en büyük sorun fazla ısınmadır. Eğer ki termal kütleler eşit ve uygun olarak dağıtılmazsa, özellikle öğleden sonraları

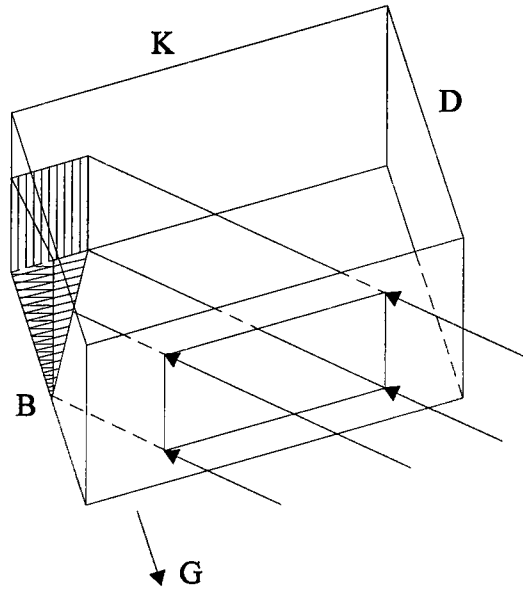
aşırı ısınma görülebilir. Örnekten de açıkça görüldüğü gibi Ocak ayı ortalama ısı kazanımı 18000 kcal/h olmasına rağmen, açık bir gün için solar ısı kazanımı 33000 kcal/gün'e kadar çıkmaktadır.

4.4.3. Günlük ve Mevsimlik Güneş Işığı Çevrimleri

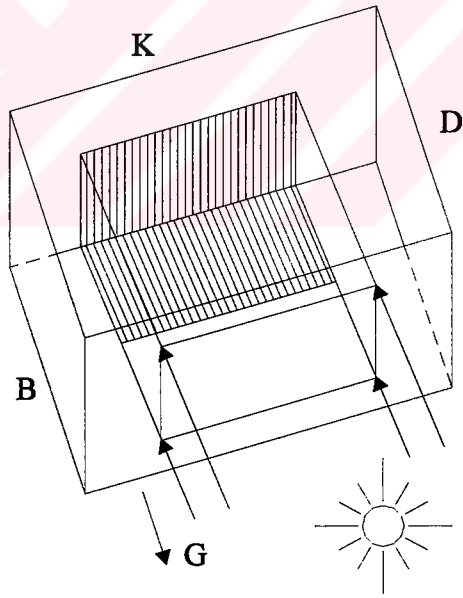
4.4.3.1. Odaya gelen güneş ışığındaki Günlük Değişimler : Güneş hareket ettikçe, güneş ışınları güneye bakan pencerelerden bina içine günboyu farklı açılarda girecektir. 40°K enlemi için sözkonusu durum Şekil-4.5'de gösterilmiştir.

Sabah saatlerinde güneş doğuda düşük seviyelerdedir ve güneş ışınları batı ve kuzey duvarlarının bir kısmına çarpacaktır (Şekil-4.5a). Güneş alan kısımlar şekil üzerinde taralı alanlar ile gösterilmiştir. Güneş öğle vakitlerinde tam tepedeyken mahal içine giren güneş ışınları tabana ve kuzey duvarına çarpacaktır(Şekil-4.5b). Öğleden sonra ise güneş batı yönüne doğru hareket etmektedir ve gelen güneş ışınları batı duvarına ve tabana gelmektedir (Şekil-4.5c).

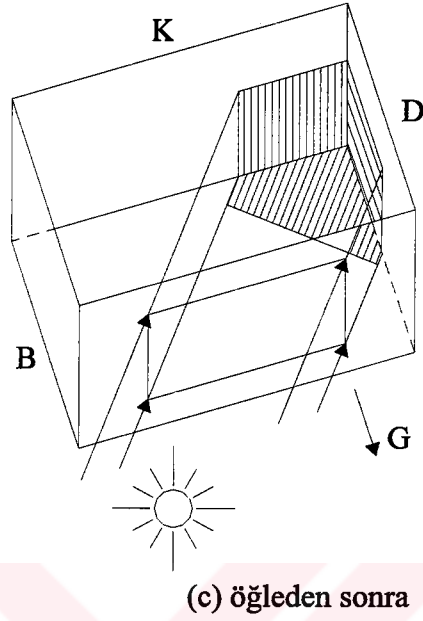
4.4.3.2. Güneş ışınlarında Mevsimlik Değişimler: Güneşin yüksekliği yıl içinde farklılık göstermektedir. Buna bağlı olarak da güneşin oda içinde yayılımı Şekil-4.6'da gösterildiği gibi değişkendir. Kış aylarında güneş yeryüzünde en düşük seviyededir ve güneş ışınları oda içinde en dip noktaya kadar nüfuz edebilmektedir (Şekil-4.6a). İlkbahar ve sonbahar gün dönümlerinde güneş kış aylarına oranla gökyüzünde 23.5° daha yüksektir. Bu aylarda (Mart ve Eylül) güneş kış aylarında olduğu gibi oda içine fazla gelmez. Yaz gün dönümünde ise güneş gökyüzünde çok yüksektir ve çok az güneş ışını pencereden içeri girebilmektedir. (Şekil-4.6c)



(a) sabah



(b) öğle



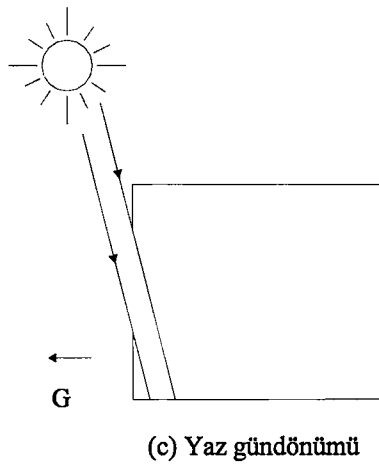
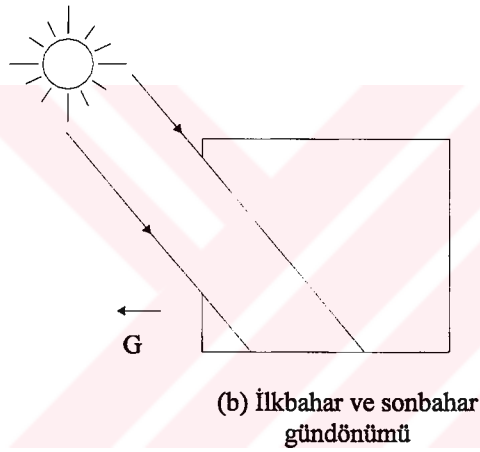
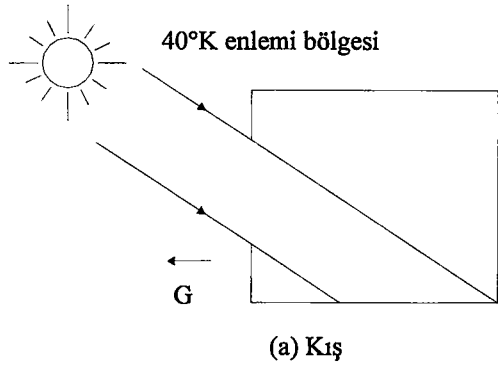
Şekil-4.5 Oda içine gelen güneş ışınlarının günlük değişimleri

- (a) Sabah
- (b) Öğle
- (c) Öğleden sonra

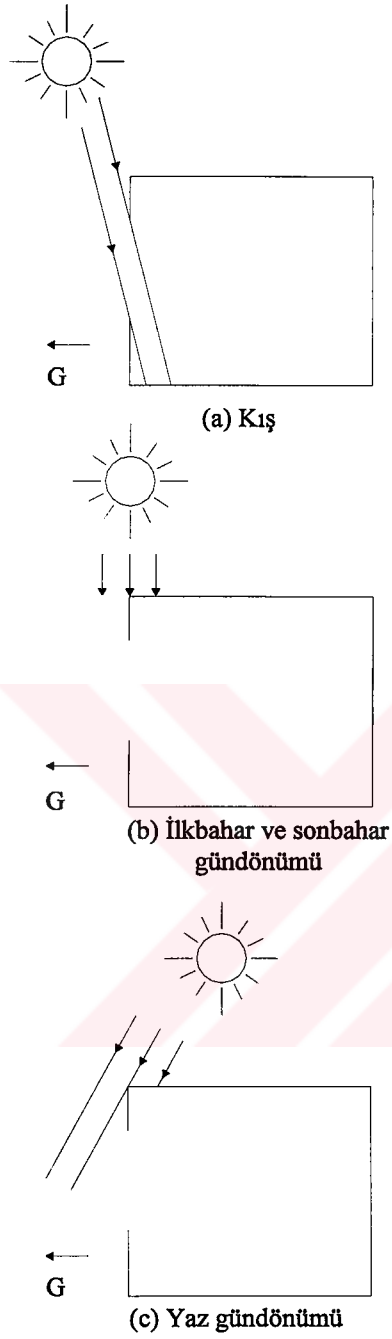
4.4.3.3. Güneş Işınlara Yüksekliğin Etkisi: Bina yerleşim yeri enleminin de gelen güneş ışını miktarında etkisi vardır. Örnek olarak ekvatora çok yakın bir yerde bulunan bir binayı ele alalım. Bina kuzey yarım kürede olsun ve güneşe baksın. Yıl içinde yukarıdaki örnekle aynı zaman dilimleri için oldukça farklı sonuçlar elde edilir (Şekil-4.7).

Kış gündönümünde (güneş 23.5° sapmada) güneş ışını, Şekil-4.7a'da görüldüğü gibi oda içine yayılır. Bununla beraber ilkbahar gündönümünde (Şekil-4.7b) güneş tam tepededir ve pencere yaz gündönümü boyunca (Şekil-4.7c), sonbahar gündönümüne kadar, kendi gölgesi altında kalır. Buradan anlaşılmaktadır ki ekvatora yakın yerleşim

birimlerinde, çatıda bulunan cam duvarlar dikey pencerelere oranla daha etkilidirler; tabi ki kışın solar ısı kazanımı istendiği takdirde.



Şekil-4.6 40°K enleminde bulunan bir yerleşim birimine öğle vaktinde güneş ışını dağılımının yıllık değişimi (a)Kış, Aralık 21 (b) İlkbahar, Mart 21 ve Sonbahar, Eylül 21 (c) Yaz, Haziran 21



Şekil-4.7 Ekvatorda veya yakın bir yerde öğle vaktinde güneye bakan bir odaya güneş ışınları yayılımı (a) Kış, Aralık 21. Güneş ekvatorun güneyinde ve güneş radyasyonu güneye bakan pencereden girer. (b) İlkbahar, Mart 21 ve Sonbahar, Eylül 21. Güneş ekvator üzerinde ve hiç güneş radyasyonu yok. (c) Yaz, Haziran 21. Güneş ekvatorun kuzeyinde ve güneye bakan pencere gölgede.

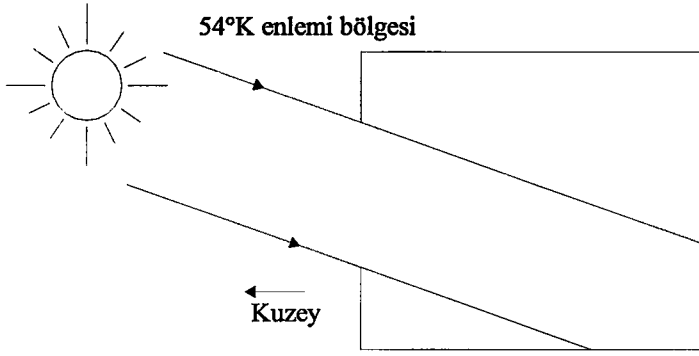
Şimdi de ekvatora uzak bir enlemde bulunan bir yerleşim birimini ele alalım. Örnek olarak 54°K enlemindeki Edmonton, Alberta, Kanada'yı verebiliriz. Şekil-4.8 bu durumu göstermektedir. Kış ayları boyunca güneşin çok küçük yükseklik açısı değeri vardır; ve güneş ışınları kuzey duvarına tabana oranla daha çok çarpmaktadır (Şekil-4.8a). İlkbahar ve sonbahar aylarında ise güneş oldukça yüksektir ve yayılan radyasyon çoğunlukla tabana çarpmaktadır (Şekil-4.8b). Yazın ise güneş en tepededir ve daha az güneş ışını odaya girmektedir.

4.5. Güneş Toplama Alanı Dizaynını Etkileyen Faktörler

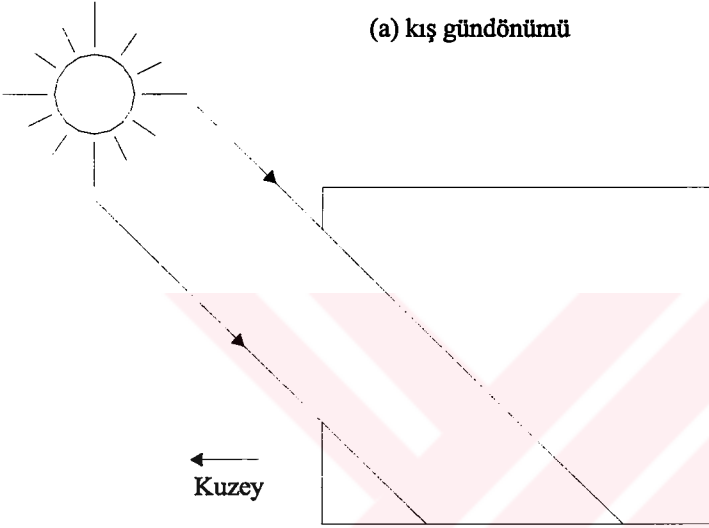
4.5.1. Güneye bakan camların kullanımındaki sınırlamalar:

Bazı durumlarda, pasif solar ısıtma sistemlerinde çok fazla miktarda güneye bakan pencerelerin kullanımını engelleyici durumlar sözkonusu olabilir. Bunlardan biri solar cam içindeki yaşam mahali düzenlemeleri ve oda yerleşim planıdır. Engelleme sebebi ısı deposu kütlelerinin istenilen uzaklığa yerleştirilememesi veya güneş radyasyonunun ısı deposuna gelmesinin önlenmesi.

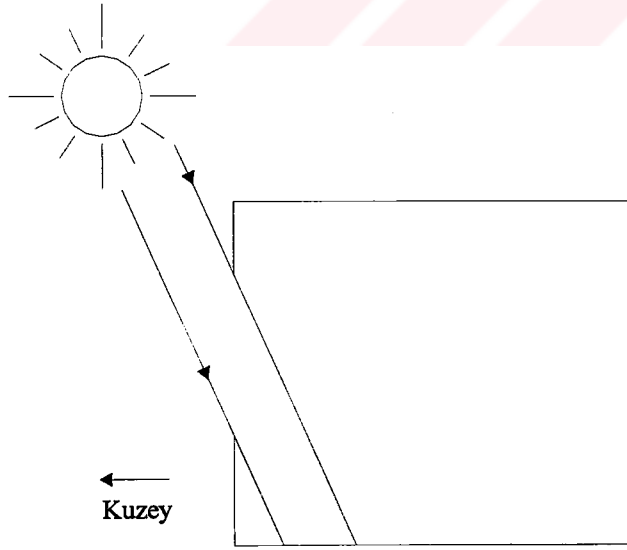
Şekil-4.9a'da gösterilen 40°K enleminde, 3,85 m yüksekliğinde, güneye bakan pencereyi ele alalım. Kış gündönümünde, 21 Aralık, öğle güneşi yüksekliği β (Tablo-4.2) 27° dir. Ocak 21'de ise solar yükseklik 30° dir. Eğer ki A mahalinde olduğu gibi ısı deposu duvarı çok gerilere yerleştirilirse, hiç direkt solar radyasyon alamayacaktır. Isı deposunun verimli olması istenirse, B ve C mahallerinde olduğu gibi direkt solar radyasyonu alacak şekilde yerleştirilmelidir. Şekil üzerindeki açılardan ve ölçülerden belli ki, B mahalinde bulunan ısı deposunun 0.8 m'si solar radyasyonu alacaktır. C'de ise yaklaşık olarak 1.35 m'si alacaktır.



(a) kış gündönümü



(a) İlkbahar ve sonbahar gündönümü



(a) yaz gündönümü

Şekil-4.8 54°K enleminde bulunan güneşe bakan bir yerleşim birimine güneş ışının yayılımı.

- (a) Kış, 21 Aralık. Güneş oldukça düşük seviyede ve kuzey duvarı güneş altındadır.
- (b) İlkbahar, 21 Mart ve sonbahar, 21 Eylül. Solar radyasyonu çoğunlukla tabana çarpar.
- (c) Yaz, 21 Haziran. Yüksek açılı yaz güneşi sadece tabanda cam duvara yakın kısımlara çarpar.

Isı deposu kütleleri güneş pencerelerinden uzaklaştıkça, yüzeylerine daha az güneş radyasyonu gelecektir. Bu durumda gerekli olan ısıyı yansıyan solar radyasyon, konveksiyon ve sıcak yüzeylerden düşük ısı radyasyonu yoluyla alacaklardır. Bu da gerekli olan ısı deposu duvarlarının arymasına neden olacaktır.

Solar enerji sistem dizaynını bina sahibiyle, direkt güneş ışınının oda mobilyası, ahşap ve boya üzerindeki etkilerini görüşmelidir. Çünkü güneş ışını bu malzemelerin solmasına ve deforme olmasına neden olacaktır. Tuğla, taş ve seramik türü malzemelerde ise direkt güneş ışını altında bu tür hasarlar görülmez.

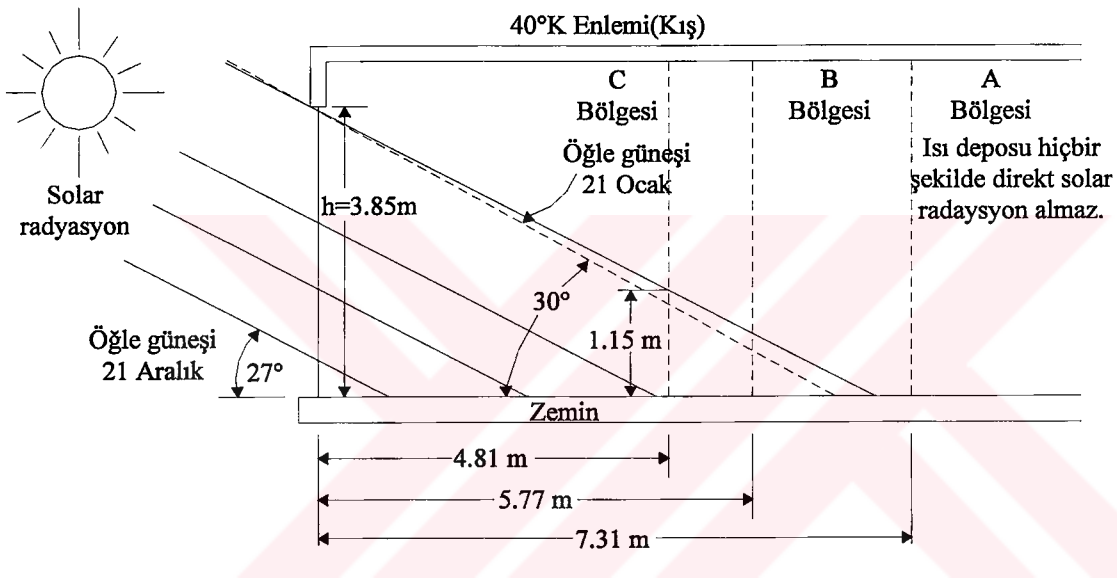
Diğer bir önemli konu ise güneye bakan pencereler önünde bulunan, güneş ışını engelleyici ağaçların, tepelerin, binaların ve benzeri engellerin bulunmasıdır. Örnek olarak güneye bakan pencere önünde çok büyük bir bina inşaa edilirse, bu durum dikkate alınmalı, gerekirse pasif solar sistemin uygulamasından vazgeçilmelidir.

4.5.2. Klerestori Pencereler ve Gökyüzüne Bakan Pencereler (Skylights):

Eğer ki güneye bakan pencerelerin kullanımı bir şekilde yukarıdaki sebeplerden dolayı mümkün değilse, direkt ısı kazanımı için klerestori pencereler ve gökyüzüne bakan pencerelerin kullanımı alternatif bir çözüm olabilir. Klerestori pencereler Şekil-4.10'da görüldüğü gibi çatıdan yukarıya doğru bakan pencerelerdir. Klerestori pencereler güneye doğru yönlendirilirler ve güneş ışınlarının çatıdan girmesini sağlarlar. İçeri giren güneş ışınları genellikle kuzey duvarlara çarparlar. Klerestori pencereler üzerinde

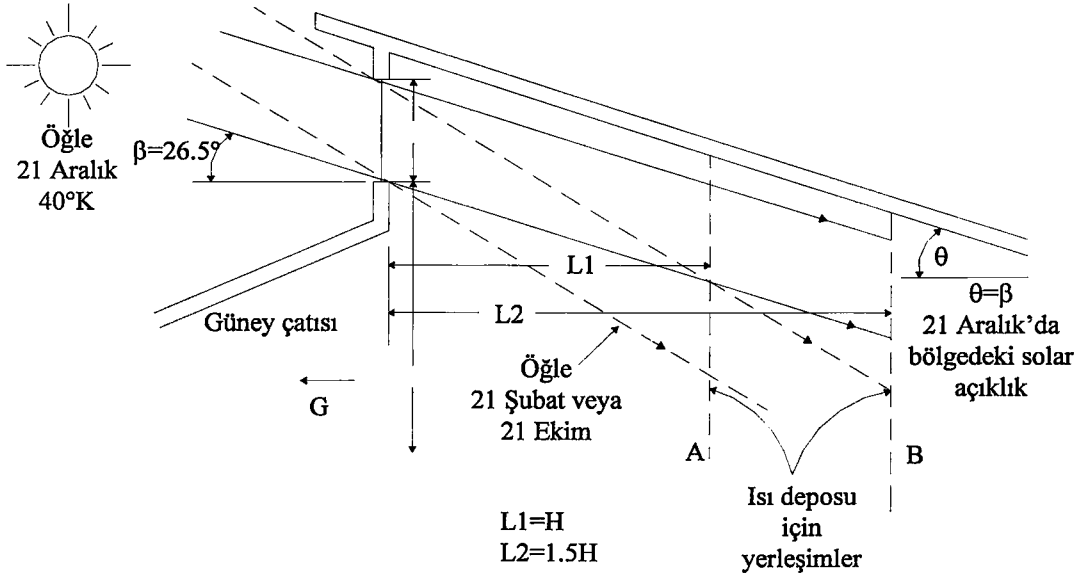


bulunan çatı projeksiyonları, yaz aylarında güneş yüksekken gölgeleme sağlarlar. Klerestori pencereler ayrıca hiçbir güney açıklığı bulunmayan kuzey duvarlarına da güneş radyasyonunun gelmesini sağlarlar. Yansıtıcı yüzeyler de, hem klerestori pencerelerin solar performansını arttırmak hem de oda içinde solar radyasyon almayan kısımlara solar radyasyon sağlamak amacıyla klerestori pencereler ile birlikte kullanılırlar.



Şekil-4.9 21 Aralık'ta, 40°K Enlemdeki yerleşimde, 3.85m yüksekliğe sahip pencereden oda içine yayılacak güneş ışını için derinlikler. Aydınlanmış kısım C bölgesi olarak gösterilmektedir ve kuzey duvardan uzaklık 4.81m (yaklaşık olarak pencere yüksekliğinin 1.25 katı) dir.

Şekil-4.10'da belirtilen klerestori pencere yüksekliği, h , solar kazanım için ihtiyaç duyulan pencere alanına göre değerlendirilir. Klerestori pencere, gelen solar radyasyonunun kış boyunca ısı deposu duvarına gelmesini sağlayacak şekilde yerleştirilmelidir. L ise klerestori pencere ile ısı deposu arasındaki mesafedir.

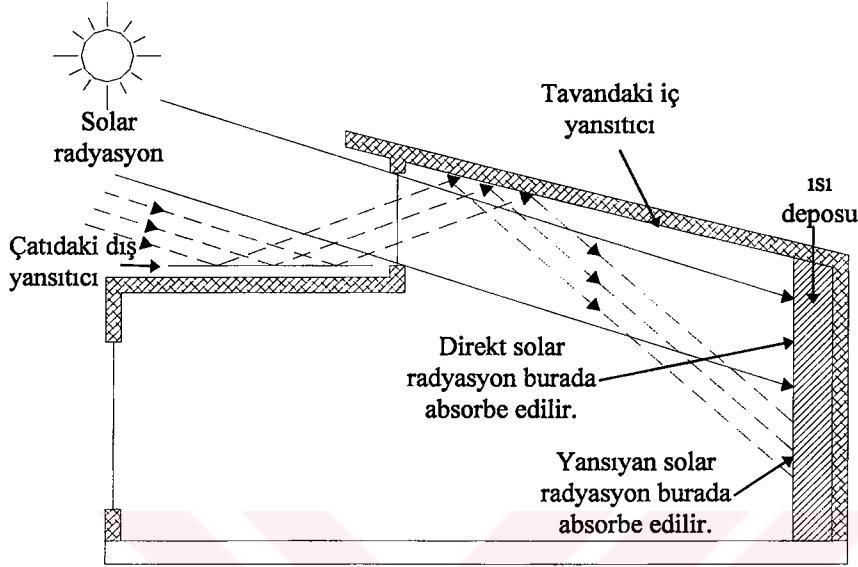


Şekil-4.10 Klerestori pencereler, normal olarak direkt kış güneşini alamayan iç duvarlara solar radyasyonun sağlanmasında kullanılırlar. Isı deposunun klerestori pencereye göre yerleşimi şekilde gösterildiği gibidir.

Klerestori pencerenin zeminden yüksekliği H olarak gösterilir. Klerestori pencerenin arkasındaki çatı açısı, θ , 21 Aralık'ta solar yükseklikle aynı olacak şekilde dizayn edilir (bu durumda 40°K Enlemi).

Şekil-4.10'da gösterildiği gibi ısı deposu duvarı klerestori pencerenin kuzeyinde olacak şekilde yerleştirildiğinde, Aralık ve Ocak aylarında solar radyasyonun duvarın üst kısmına çarpması gerekmektedir. Kış güneşi 21 Aralık, 40°K Enlemi, öğle güneşi için gösterilmektedir. Isı deposu için iki bölge gösterilmektedir: $L1=H$ 'da A ve $L2=1.5H$ 'de B. Eğer ki ısı deposu klerestori pencereden daha da uzak bir yere yerleştirilirse, duvarın sadece üst tarafı kış güneş radyasyonunu alacaktır. İlkbahar ve sonbahar ayları boyunca solar radyasyon, tabana duvarlara oranla daha çok gelecektir. Isı deposunu daha verimli hale getirmek için kış güneş radyasyonu duvarın üst kısmına, ilkbahar ve sonbaharda ise duvar alt yarısına gelmelidir. Şekil-4.10'dan (kış mevsimi için) açıkça görülmektedir

ki, ısı deposu klerestori pencereden H ile $1.5H$ arasında bir mesafeye yerleştirilmelidir; burada H tabandan klerestori pencerenin başlangıcına kadar olan mesafedir.



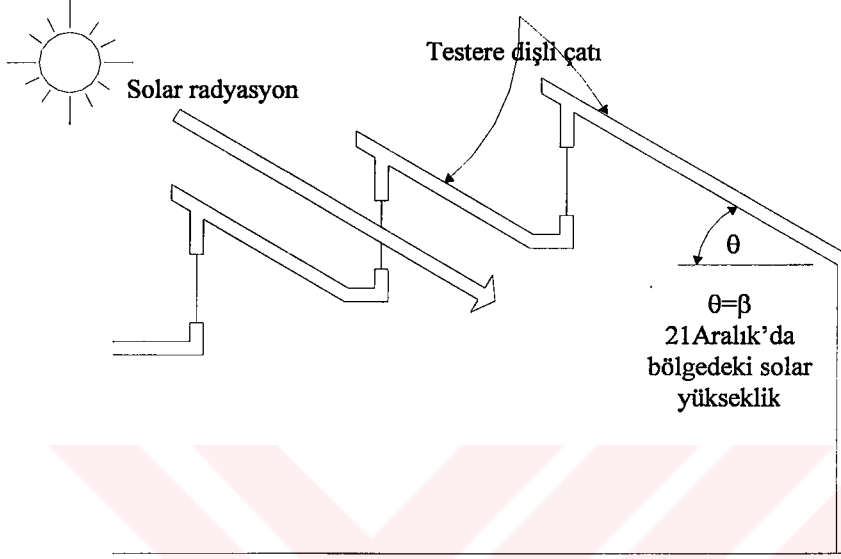
Şekil-4.11 Yansıtıcı yüzeyler klerestori pencerelerden yayılan solar radyasyonu artırır ve radyasyonunun ısı deposu yüzeylerine gelmesini sağlar.

Yansıtıcı yüzeylerin direkt güneş ışığını kargir ısı deposu duvarına nasıl yansıttığı Şekil-4.11'de gösterilmektedir. Alçak seviyedeki kış güneşi yansıtıcıdan klerestori pencere üzerine yansır ve yayılan radyasyon artar. Çatıdaki yansıtıcı da dışarıdan gelen radyasyonun ısı deposuna gelmesini sağlar.

Geniş odalar için klerestori pencereler, Şekil-4.12'de gösterildiği gibi testere ağzı biçiminde düzenlenirler. Bu tür bir çatı üzerinde dikkat edilmesi gereken nokta, klerestori pencerelerin birbirlerini gölgeleyecek şekilde dizilmelerinin önlenmesidir.

Skylightlar (gökyüzüne bakan pencereler) ise basit bir şekilde çatıda oluşturulan cam kaplı boşluktur. Düz bir çatı üzerine yatay şekilde veya eğimli bir çatıda eğime uygun bir açıyla yerleştirilirler. Şekil-4.13'de görüldüğü gibi skylight'lar, kış güneşini mahale

yansıtacak ayarlanabilir yansıtıcılar ve yaz güneşini bloke edecek bir düzeneğe sahiptirler.

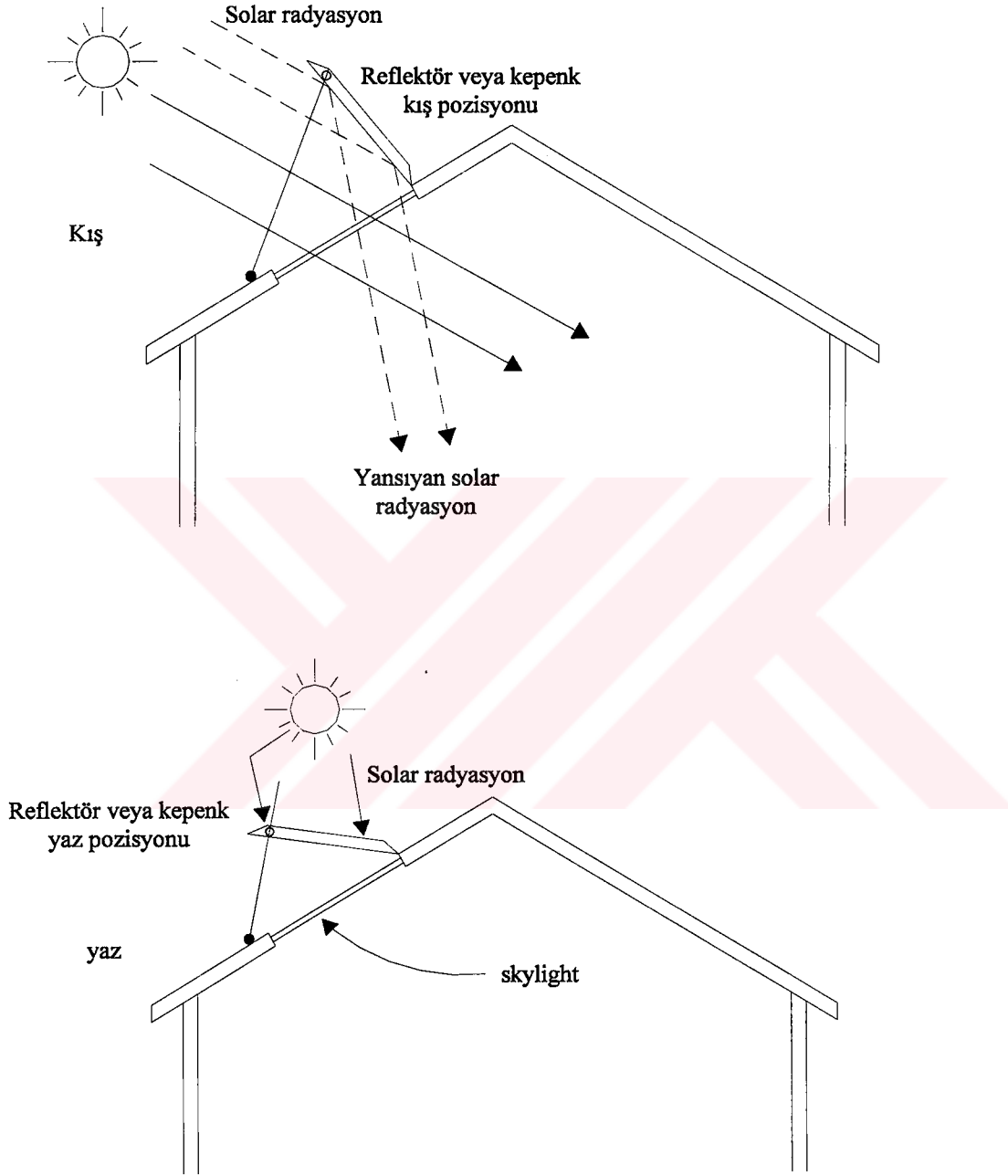


Şeki-4.12 Klerestori pencereler geniş kapalı alana solar kazanım ve güneş ışıını sağlamak için testere dişli şekilde düzenlenirler.

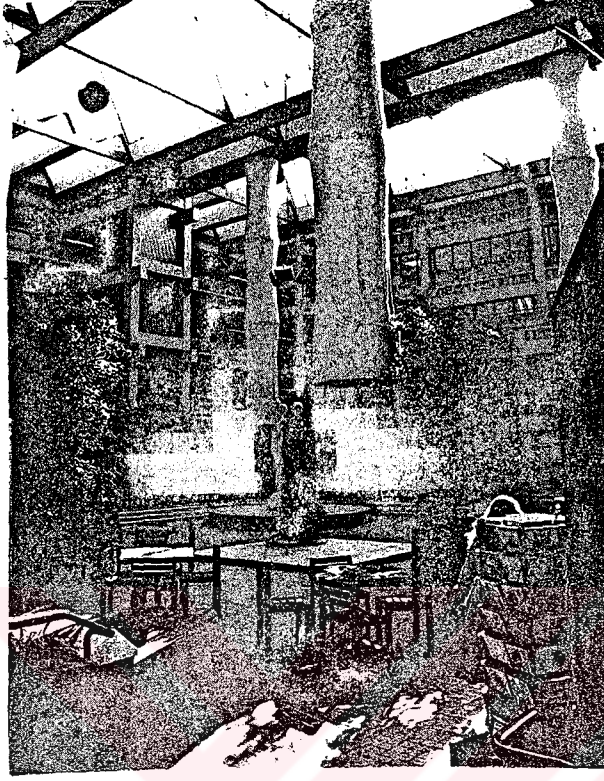
Çoğu büyük skylight'lar, yaz güneşini engelleyecek, dolayısıyla aşırı ısınmayı önleyecek, gölgeleme aletlerine ihtiyaç duyarlar. Gölgeleme aparatları skylight'ların dış kısmında kepenkler veya yansıtıcılarla birlikte bulunurlar (Şekil-4.13), veya camın alt kısmında içeride bulunurlar. Bazen kış geceleri ısı kaybını, yazın ise ısı kazancını engelleyecek sabit dizaynlara ihtiyaç duyulur.

Sacramento, California'da bulunan Bateson binası, testere dişli skylight'ın kullanıldığı geniş bir binaya güzel bir örnektir (Şekil-4.14). Atriuma giren güneş radyasyonu miktarını kontrol etmek için skylight camının üstünde ayarlanabilir pancur kullanılmaktadır. Atrium ayrıca binanın ısıtma ve soğutması için havalandırma sisteminin temelidir. Skylight'lardan sağlanan güneş radyasyonu, binanın kış boyunca ısınmasını sağlayacak enerjinin büyük bir kısmını karşılar. Atrium etrafında bulunan

ofisler, diffuse doğal ışını alırlar ve atrium kendisi, insanların yıl boyunca hoşlanacakları bir iç bahçe oluşturur.



Şekil-4.13 Skylightlar direkt solar kazanım için alternatif bir çözüm oluştururlar. Yaz ayları fazla ısınmadan korunmak için gölgeleme aletleri kullanılmalıdır.



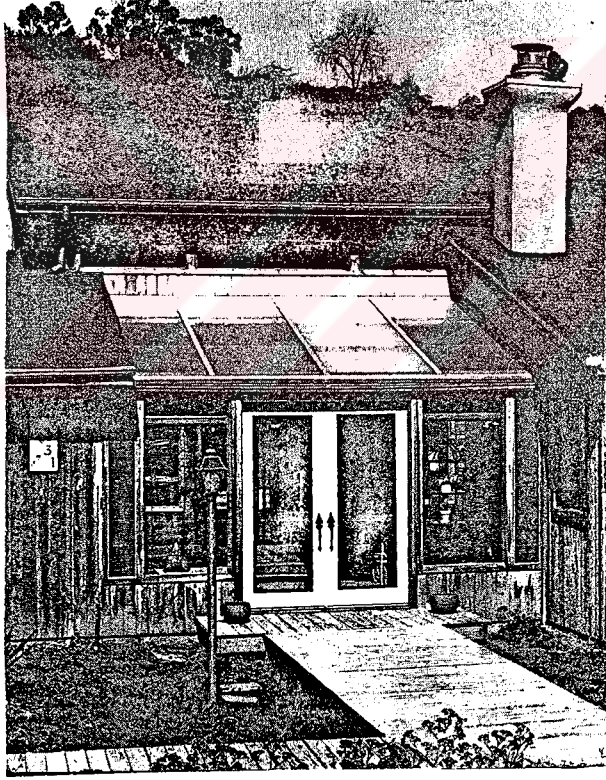
Şekil-4.14 Sacramento, California’da bulunan Bateson binasının atriumu. Direkt ısı kazanım skylightları göstermektedir.

4.5.2.1. Güneş boşluklarının kullanımı

Güneş boşluğu oldukça güneşli bir oda veya odanın bir kısmıdır. Genellikle güneye bakan cam duvar ile çatısı vardır. Güneş boşluğunun ilk görevi, solar radyasyonu absorbe etmek ve toplanan ısıyı odanın veya binanın geri kalan kısımlarına yaymaktır. Isı deposu da, toplanan ısıнын bir kısmının depo edilmesi için güneş boşluğunda bulunabilir.

Binanın girişı (Şekil-4.15), kahvaltı köşesi oluşturabilecek büyüklükte bir mutfak cumbası veya oturma odası için güneşli bir kısım, güneş boşluğunun kullanımı için örneklerdir.

Güneş boşluklarının esas görevi kışın kullanılacak güneşli ve aydınlık mahaller oluşturmaktır. Fakat aynı zamanda ısı depolama ve depolanan ısıyı bırakma, yayma içinde kullanılırlar. Geceleri ısı kaybını azaltmak için binadan, kapılar veya kepenkler yardımıyla izole edilebilirler. Isıtma açısından temel görevleri, binanın diğer kısımları içinde ısı sağlamalarıdır. Hiçbir zaman direkt ısı kazanımının temel kaynağı olarak kullanılmazlar, fakat toplam dizaynın bir parçası olarak görev yaparlar.



Şekil-4.15 Evin güneş boşluğu olarak geliştirilen giriş kısmı.

Güneş boşlukları, güneş seraları ve atriumlardan boyutları ve ısıtma kapasiteleriyle farklılık gösterirler. Güneş seraları ve atriumlar, alan ve ısıtma kapasiteleri itibariyle oldukça büyüktürler ve oldukça büyük cam alanına sahiptirler.

Kısaca güneş ışığını binaya getirebilmek için çeşitli metodlar bulunmaktadır. Basit pencereler ve cam açıklıklarından, testere dış klerestori pencereler, skylight çatı yapıları ve güneş boşlukları, seralar, atriumlara kadar farklılıklar göstermektedir. Tüm bu metodlar bina iç mahaline güneş ışının gelmesini sağlamaktadır, fakat verimlilikleri farklıdır.

4.6. DİREKT ISI KAZANIMIN KONTROLÜ

Daha önce bahsedildiği gibi direkt ısı kazanım sistemlerinde fazla ısınma, yıl içinde iki farklı zamanda meydana gelir. Bunlardan ilki, yaz boyunca ihtiyaç duyulmayan solar kazanım pencerelerinin kullanılması durumundadır. Diğeri ise, normal olmayan açık kış günlerinde solar radyasyonun istenilenden fazla miktarda mahal içine girmesi sonucu meydana gelen fazla ısınmadır. Camdan giren solar radyasyon miktarını azaltmak için bir çok gölgeleme cihazları kullanılmaktadır.

4.6.1. Çatı Çıkıntısı (Roof Overhang):

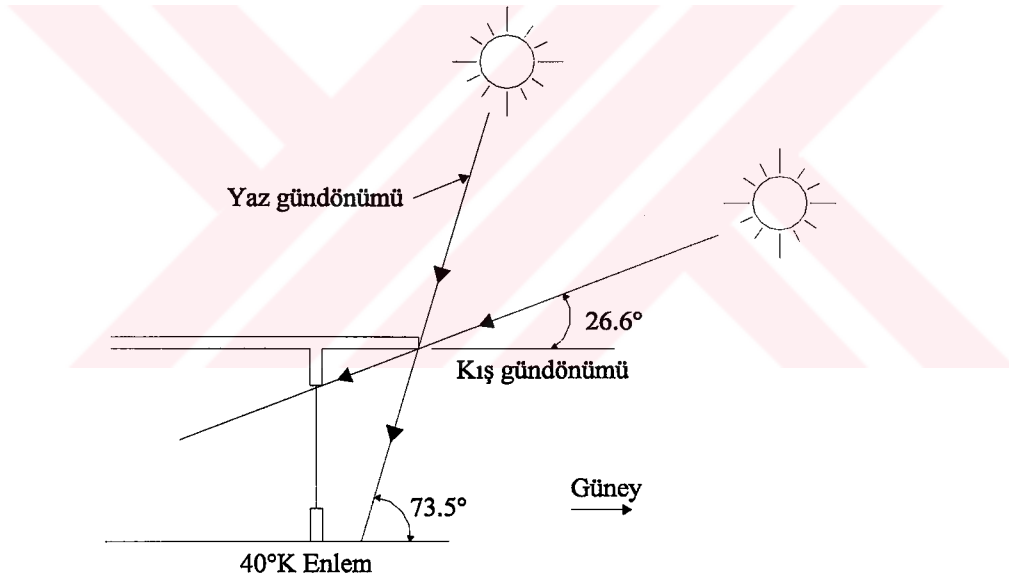
Güneye bakan düşey camlarda yaz solar kazanımını kontrol etmekte oldukça yaygın şekilde kullanılan bir cihazdır. Şekil-4.16 güney yönüne bakan pencere üstündeki basit bir çatı çıkıntısının, yaz ve kış gündönümlerindeki etkisini göstermektedir.

Çatı çıkıntısı cam yüzeyler üzerinde gölge oluşturarak, solar ısı kazanımında oldukça önemli bir azalma sağlamaktadır. İlkbahar sonu, yaz ve sonbahar başlangıcında güney, güneybatı ve güneydoğu açıklıklarına uygulanabilir. Bütün yıl boyunca doğu ve batı açıklıklarında solar yükseklik düşüktür ve yatay çatı çıkıntılarının açıklıklar için etkili bir gölgeleme sağlaması için oldukça uzun olmaları gerekmektedir. Bununla birlikte güneye bakan açıklıklar içinde yatay çatı çıkıntıları önemlidir. Çünkü bu çatı çıkıntıları,

pasif solar sistemlerde kış güneşinin güneş toplama alanlarına gelmesine olanak verir ve yazında güneş toplama alanına gölgeleme sağlar.

Tablo-4.4, 11 Nisan'la 1 Eylül arasında, duvardan aşağı 3 m uzunluğunda gölge oluşturmak için gerekli yatay çatı çıkıntı boylarını vermektedir. Güneş yüksekliğinin maksimum olduğu yaz aylarında, gölge 3 m'den daha uzun olacaktır.

Örnek Problem4.3: 48°K Enleminde bulunan güneybatıya bakan duvarda, 11 Nisan'la 1 Eylül arasında 3 m gölge sağlamak için gerekli yatay çatı çıkıntısı uzunluğunu bulunuz. Saat 15.00 güneş vaktinde duvar tamamen gölgede olmalıdır.



Şekil-4.16 Çatı çıkıntısı kış solar radyasyonunun pencereye gelmesini, yaz radyasyonunun ise engellenmesini sağlar.

Çözüm4.3: Tablo-4.4'den güneybatıya bakan 48°K Enlemdaki duvarı saat 15.00 güneş vaktinde gölge altında tutmak için gerekli yatay çatı çıkıntısı 5.3m olmalıdır.

Yukarıdaki metod yaz için gölgeleme hesaplamalarında oldukça kullanışlıdır. Fakat kışın ne kadar gölgeleme olacağı konusunda hiçbir bilgi mevcut değildir. Genel olarak, kışın solar enerji toplanırken güneş toplama alanları gölge altında kalmamalıdır; bununla beraber, kışın gölgelemenin istenebileceği bazı durumlar da sözkonusudur.

4.6.2. Gölgeleme ve İzolasyon Teknikleri:

Dikey camlar, pencereler ve kapılar için piyasada bir çok izolasyon araçları mevcuttur. Şekil-4.17’de pencereler için döner gölgelik gösterilmektedir. Solar kazanımı kontrol etmek için Şekil-4.18 ve 4.19’da gösterildiği gibi yatay ve dikey pancurlar kullanılabilir. Skylid®, kapalı olduğu zaman da izolasyon görevi yapan diğer bir cihazdır. Şekil-4.20’de gösterildiği gibi, yaklaşık olarak bir ile üç arasında izolasyon dolgulu pancurdan oluşan izolasyon pancurları, skylightların altına veya pencerelerin arkasına yerleştirilir. Pancurlar hassasiyetle düz yataklar üzerinde dengelenirler, ve borular yardımıyla kendilerine bağlı olan birkaç çift soğutucu akışkan dolu depo içerirler. Her çiftin bir deposu pancurun dışında hemen kenarda bulunur, diğeri ise içeride diğerinin tam karşısında yer alır. Böylelikle depoların iç ve dış sıcaklıkları hissetmeleri sağlanır. Her pancurun iki deposu, bir depoyu doldurmaya yetecek miktarda Freon gazıyla doldurulur. İki deponun farklı sıcaklıklardan doğan buhar basıncı farkı, uçucu olan akışkanı iki depodan soğuk olana doğru yönlendirir. Bu da ağırlık da dengesizliğe yol açar ve pancurun açılmasını veya kapanmasını sağlar.



Şekil-4.17. Pencere vitrini (Window Showcase®), geceleri izolasyon görevi yaparak ısı kaybını engelleyen, gündüzleri ise istenmeyen solar kazanımı engelleyen bir tür döner gölgeliktir.



Şekil-4.18. Yatay pancur kullanımı, gölgeleme sağlamakta kullanılan alışlagelmiş bir yöntemdir.



Şekil-4.19. Dikey pancurlar, oda içine giren solar radyasyonun kontrol edilmesinde ve belirlenmiş bölgelere yönlendirilmesinde kullanılırlar.



Şekil-4.20. Skylid® izole edici pancurlar, solar radyasyonu kontrol edecek ve skylight ile oda arasında izolasyon engeli oluşturacak şekilde skylightların altında kullanılırlar.

Tablo 4.2. Bölge için ortalama güneş ışıını yüzdesi- U.S.A. seçilmiş bazı bölgeler

Devlet	Bölge	Ock	Şbt	Mrt	Nis	May	Haz	Tem	Ağu	Eyl	Ekm	Kas	Ara	Sene
AL	Montgomery	47	53	58	64	66	65	63	65	63	66	57	50	59
AK	Juneau	33	32	37	38	38	34	30	30	25	19	23	20	31
AZ	Phoenix	78	80	83	89	93	94	85	85	89	88	83	77	86
AR	Little Rock	46	54	57	61	68	73	71	73	68	69	56	48	63
CA	Los Angeles	69	72	73	70	66	65	82	83	79	73	74	71	73
	Sacramento	45	61	70	80	86	92	97	96	94	84	64	46	79
CO	Denver	72	71	69	66	64	70	70	72	75	73	65	68	70
CN	Hartford	58	57	56	57	58	58	61	63	59	58	46	48	57
DE	Wilmington	50	54	57	57	59	64	63	61	60	60	54	51	53
DC	Washington	48	51	55	56	58	64	62	62	62	60	53	47	57
FL	Jacksonville	57	61	66	71	69	61	59	58	53	56	61	56	61
GA	Atlanta	47	52	57	65	69	67	61	65	63	67	60	50	61
HI	Honolulu	63	65	69	67	70	71	74	75	75	67	60	59	68
ID	Boise	41	52	63	68	71	75	89	85	82	67	45	39	67
IL	Peoria	45	50	52	55	59	66	68	67	64	63	44	39	57
IN	Indianapolis	41	51	51	55	61	68	70	71	66	64	42	39	58
IO	Des Moines	51	54	54	55	60	67	71	70	64	64	49	45	59
KS	Wichita	59	59	60	62	64	69	74	73	65	66	59	56	65
KY	Louisville	41	47	50	55	62	67	66	68	65	63	47	39	57
LA	Shreveport	49	54	56	55	64	71	74	72	68	71	62	53	64
ME	Portland	55	59	56	56	56	60	64	65	61	58	47	53	58
MD	Baltimore	51	55	55	55	57	62	65	62	60	59	51	48	57
MA	Boston	54	56	57	56	58	63	66	67	63	61	51	52	59
MI	Detroit	32	43	49	52	59	65	70	65	61	56	35	32	54
MN	Duluth	49	54	56	54	55	58	67	61	52	48	34	39	54
	Minn.-St. Paul	51	57	54	55	58	63	70	67	61	57	39	40	58
MO	Kansas City	64	54	61	65	67	72	84	69	51	62	46	54	64
	St. Louis	52	51	54	56	62	68	71	66	63	62	49	41	58
MT	Great Falls	49	57	67	62	64	65	81	78	68	61	46	46	64
NE	Omaha	55	55	55	59	62	68	76	72	67	67	52	48	62
NV	Reno	66	68	74	80	81	85	92	93	92	83	70	63	80
NH	Concord	52	54	52	53	54	57	62	60	54	54	42	47	54
NJ	Atlantic City	49	48	51	53	54	58	60	62	59	57	50	42	54
NM	Albuquerque	73	73	74	77	80	83	76	76	80	79	78	72	77
NY	Albany	46	51	52	53	55	59	64	61	56	53	36	38	53
	New York	50	55	56	59	61	64	65	64	63	51	52	49	59
NC	Charlotte	55	59	63	70	69	71	68	70	68	69	63	58	66
ND	Bismarck	54	56	60	58	63	64	76	73	65	59	44	47	62
OH	Cincinnati	41	45	51	55	61	67	68	67	66	59	44	38	57
	Cleveland	32	37	44	53	59	65	68	64	60	55	31	26	52
OK	Okla. City	59	61	63	63	65	73	75	77	69	68	60	59	67
OR	Portland	24	35	42	48	54	51	69	64	60	40	27	20	47
PA	Philadelphia	50	53	56	56	57	63	63	63	60	60	53	49	58
	Pittsburgh	36	38	45	48	53	60	62	60	60	56	40	30	50
RI	Providence	57	56	55	55	57	57	59	59	58	60	49	51	56
SC	Columbia	56	59	64	67	66	65	64	65	65	66	64	60	63
SD	Rapid City	54	59	61	59	57	60	71	73	67	65	56	54	62
TN	Nashville	40	47	52	59	62	67	64	66	63	64	50	40	57
TX	El Paso	78	82	85	87	89	89	79	80	82	84	83	78	83
	Houston	41	54	48	51	57	63	68	61	57	61	58	69	56
UT	Salt Lake City	47	55	64	66	73	78	84	83	84	73	54	44	70
VT	Burlington	42	48	52	50	56	60	65	62	55	50	30	33	51
VA	Richmond	51	54	59	62	64	67	65	64	63	59	56	51	60
WA	Seattle	21	42	49	51	58	54	67	65	61	42	27	17	49
	Spokane	26	41	53	60	63	65	81	78	71	51	28	20	57
WV	Parkersburg	32	36	43	49	56	59	62	60	59	54	37	29	48
WI	Milwaukee	44	47	51	54	59	63	70	67	60	57	41	38	56
WY	Cheyenne	61	65	64	61	58	65	68	68	69	68	60	59	64

Source: Adapted from Comparative Climatic Data, U.S. National Oceanic and Atmospheric Administration. Used with permission.

Tablo 4.3 Seçilmiş Kuzey Yarımküre Enlemleri için Solar Yoğunluk (Insolation) ve Solar Isı Kazanım Faktörleri

32°K

Solar Isı Kazanım Faktörleri,Btu/ft ²																				Güneş Zamanı
Tarih	Güneş Zamanı	Direkt Normal Btu/h/ft ²	K	KKD	KD	DKD	D	DGD	GD	GGD	G	GGB	GB	BGB	B	BKB	KB	KKB	HOR	PM
Oca 21	7	1	0	0	0	1	1	1	1	1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	5
	8	203	9	9	29	105	160	189	189	159	103	28	9	9	9	9	9	9	32	4
	9	269	15	15	17	91	175	229	246	225	169	82	17	15	15	15	15	15	88	3
	10	295	20	20	20	41	135	209	249	250	212	141	46	20	20	20	20	20	136	2
	11	306	23	23	23	24	68	159	221	249	238	191	110	29	23	23	23	23	166	1
YARIM GÜN TOPLAMLARI	12	310	24	24	24	24	25	88	174	228	246	228	174	88	25	24	24	24	176	12
	79	79	79	107	284	570	856	1015	1014	853	553	264	112	80	79	79	79	79	512	
	Şub 21	7	112	4	7	47	82	102	106	95	67	26	4	4	4	4	4	4	9	5
	8	245	13	14	65	149	205	228	216	170	95	17	13	13	13	13	13	13	64	4
	9	287	19	19	32	122	199	242	248	216	149	55	20	19	19	19	19	19	127	3
YARIM GÜN TOPLAMLARI	10	305	24	24	25	62	151	213	241	232	189	112	31	24	24	24	24	24	176	2
	11	314	26	26	26	28	76	156	208	227	212	165	87	28	26	26	26	26	207	1
	12	316	27	27	27	27	29	79	155	204	221	204	155	79	29	27	27	27	217	12
	100	103	201	445	735	978	1080	1010	780	452	228	122	100	100	100	100	100	691		
	Mar 21	7	185	10	37	105	153	176	173	142	88	20	9	9	9	9	9	9	32	5
YARIM GÜN TOPLAMLARI	8	260	17	25	107	183	227	237	209	150	62	18	17	17	17	17	17	17	100	4
	9	290	23	25	64	151	210	237	227	183	107	30	23	23	23	23	23	23	164	3
	10	304	28	28	30	87	158	202	215	195	144	70	29	28	28	28	28	28	211	2
	11	311	31	31	31	34	82	142	179	188	168	120	59	32	31	31	31	31	242	1
	12	313	32	32	32	32	33	66	122	162	176	162	122	66	33	32	32	32	252	12
YARIM GÜN TOPLAMLARI	124	162	359	629	875	1033	1041	888	589	326	193	136	125	124	124	124	124	874		
	Nis 21	6	66	9	35	54	65	66	56	38	12	4	3	3	3	3	3	3	7	6
	7	206	17	80	146	188	200	182	136	65	16	14	14	14	14	14	14	14	61	5
	8	255	23	61	144	200	227	219	177	107	30	22	22	22	22	22	22	22	129	4
	9	278	28	36	103	168	206	212	187	133	58	29	28	28	28	28	28	28	188	3
YARIM GÜN TOPLAMLARI	10	290	32	34	52	108	155	177	172	141	87	39	33	32	32	32	32	32	233	2
	11	295	35	35	36	47	83	118	135	132	108	70	40	36	35	35	35	35	262	1
	12	297	36	36	36	37	38	53	82	106	115	106	82	53	38	37	36	36	271	12
	161	296	550	792	952	992	889	645	360	228	177	157	153	152	152	152	152	1015		
	May 21	6	119	33	77	108	121	116	94	56	13	8	8	8	8	8	8	9	21	6
YARIM GÜN TOPLAMLARI	7	211	36	111	170	202	204	174	118	42	19	18	18	18	18	18	18	19	81	5
	8	250	29	94	165	208	220	199	149	73	27	25	25	25	25	25	25	25	146	4
	9	269	33	61	128	177	198	190	155	93	37	32	31	31	31	31	31	31	201	3
	10	280	36	40	76	121	150	156	138	99	54	37	35	35	35	35	35	35	243	2
	11	285	38	39	42	59	83	99	102	90	68	47	40	39	37	37	37	37	269	1
YARIM GÜN TOPLAMLARI	12	286	38	39	40	40	41	47	59	70	74	70	59	47	41	40	40	39	277	12
	222	438	702	900	985	933	747	447	250	199	183	177	175	174	174	174	175	1098		
	Haz 21	6	131	44	92	123	135	127	99	55	12	10	10	10	10	10	10	11	28	6
	7	210	47	122	176	204	201	168	108	35	20	20	20	20	20	20	20	21	88	5
	8	245	36	106	171	208	214	189	135	60	28	27	27	27	27	27	27	27	151	4
YARIM GÜN TOPLAMLARI	9	264	35	74	137	178	193	180	139	77	35	32	32	32	32	32	32	32	204	3
	10	274	38	47	86	125	146	145	123	83	45	38	36	36	36	36	36	36	244	2
	11	279	40	41	47	64	82	91	89	75	56	43	41	40	39	39	39	269	1	
	12	280	41	41	41	42	42	46	52	58	60	58	52	46	42	42	41	41	276	12
	261	504	762	935	985	897	678	372	225	197	189	185	184	184	183	186	186	1122		
YARIM GÜN TOPLAMLARI	6	113	34	76	105	117	113	90	53	12	9	9	9	9	9	9	9	9	22	6
	7	203	38	111	167	198	198	169	114	41	20	19	19	19	19	19	19	19	81	5
	8	241	31	95	163	204	215	194	145	70	28	26	26	26	26	26	26	26	145	4
	9	261	34	64	129	175	195	186	150	90	37	32	32	32	32	32	32	32	198	3
	10	271	37	42	78	121	148	153	134	96	53	38	36	36	36	36	36	36	240	2
YARIM GÜN TOPLAMLARI	11	277	39	40	43	60	83	98	99	88	66	47	41	40	38	38	38	38	265	1
	12	279	40	40	41	41	42	48	58	68	72	68	58	48	42	41	41	40	273	12
	231	444	701	890	967	912	726	433	248	202	187	182	180	179	179	180	180	1088		
	Ağu 21	6	59	10	33	50	60	60	51	34	11	4	4	4	4	4	4	4	8	6
	7	190	19	79	141	179	190	172	128	61	17	15	15	15	15	15	15	15	61	5
YARIM GÜN TOPLAMLARI	8	240	25	63	141	195	219	210	170	102	31	23	23	23	23	23	23	23	128	4
	9	263	30	39	104	166	200	206	181	127	57	31	29	29	29	29	29	29	185	3
	10	276	34	36	55	109	153	173	167	136	84	40	35	34	34	34	34	34	229	2
	11	282	36	37	39	50	84	116	131	127	104	69	41	38	36	36	36	36	256	1
	12	284	37	37	37	39	40	54	81	103	111	103	81	54	40	39	37	37	265	12
YARIM GÜN TOPLAMLARI	171	303	546	774	922	955	854	618	352	231	184	166	162	161	160	160	160	999		
	Eyl 21	7	163	10	35	96	139	159	156	128	80	20	10	10	10	10	10	10	31	5
	8	240	18	26	103	173	215	224	198	143	60	19	18	18	18	18	18	18	96	4
	9	272	24	26	64	146	202	227	218	177	105	31	24	24	24	24	24	24	158	3
	10	287	29	29	32	86	154	196	208	189	141	70	31	29	29	29	29	29	204	2
YARIM GÜN TOPLAMLARI	11	294	32	32	32	36	81	139	174	182	163	118	59	34	32	32	32	32	234	1
	12	296	33	33	33	33	35	66	120	158	171	158	120	66	35	33	33	33	244	12
	130	164	345	598	831	982	993	852	574	325	197	142	130	129	129	129	129	845		
	Eki 21	7	99	4	7	43	74	92	96	85	60	24	5	4	4	4	4	4	10	5
	8	229	13	15	63	143	195	217	206	162	90	17	13	13	13	13	13	13	63	4
YARIM GÜN TOPLAMLARI	9	273	20	20	33	120	193	234	239	208	144	54	21	20	20	20	20	20	125	3
	10	293	24	24	26	62	147	207	234	225	183	109	32	24	24	24				

Tablo 4.3 Seçilmiş Kuzey Yarımküre Enlemleri için Solar Yoğunluk (Insolation) ve Solar Isı Kazanım Faktörleri

40°K

Solar ısı Kazanım Faktörleri,Btu/ft ²																				
Güneş Zamanı	Direkt Normal Btuh/ft ²	K	KKD	KD	DKD	D	DGD	GD	GGD	G	GGB	GB	BCB	B	BKB	KB	KKB	HOR	Güneş Zamanı	
Tarih	am																		pm	
ca 21	8	142	5	5	17	71	111	132	133	114	75	22	6	5	5	5	5	5	14	
	9	239	12	12	13	74	154	205	224	209	160	82	13	12	12	12	12	55	3	
	10	274	16	16	16	31	134	199	241	246	213	146	51	17	16	16	16	96	2	
	11	289	19	19	19	20	61	156	222	252	244	198	118	28	19	19	19	124	1	
	12	294	20	20	20	30	21	90	179	234	254	234	179	90	21	20	20	133	12	
ARIM GÜN TOPLAMLARI		61	61	73	199	452	734	904	932	813	561	273	101	62	61	61	61	354		
ab 21	7	55	2	3	23	40	51	53	47	34	14	2	2	2	2	2	2	4	5	
	8	219	10	11	50	129	183	206	199	160	94	18	10	10	10	10	10	43	4	
	9	271	16	16	22	107	186	234	245	218	157	66	17	16	16	16	16	98	3	
	10	294	21	21	21	49	143	211	246	243	203	129	38	21	21	21	21	143	2	
	11	304	23	23	23	24	71	160	219	244	231	184	103	27	23	23	23	171	1	
ARIM GÜN TOPLAMLARI		24	24	24	24	25	86	170	222	241	222	170	86	25	24	24	24	180	12	
Mar 21	8	86	152	361	648	916	1049	1015	821	508	250	114	85	84	84	84	84	548		
	7	171	9	29	93	140	163	161	135	86	22	8	8	8	8	8	8	26	5	
	8	250	16	18	91	169	218	232	211	157	74	17	16	16	16	16	16	85	4	
	9	282	21	22	47	136	203	238	236	198	128	40	22	21	21	21	21	143	3	
	10	297	25	25	27	72	153	207	229	216	171	195	29	25	25	25	25	186	2	
ARIM GÜN TOPLAMLARI		28	28	28	30	78	151	198	213	197	150	77	30	28	28	28	28	213	1	
Nis 21	12	307	29	29	29	29	31	75	145	191	206	191	145	75	31	29	29	223	12	
	6	89	11	46	72	87	88	76	52	18	5	5	5	5	5	5	5	11	6	
	7	206	16	71	140	185	201	186	143	75	16	14	14	14	14	14	14	61	5	
	8	252	22	44	128	190	224	223	188	124	41	22	21	21	21	21	21	123	4	
	9	274	27	29	80	155	202	219	203	156	83	29	27	27	27	27	27	177	3	
ARIM GÜN TOPLAMLARI		31	31	37	92	152	187	193	170	121	56	32	31	31	31	31	31	217	2	
ARIM GÜN TOPLAMLARI	11	292	33	33	34	39	81	130	160	166	146	102	52	35	33	33	33	243	1	
	12	293	34	34	34	34	36	62	108	142	154	142	108	62	36	34	34	252	12	
	5	1	0	1	1	1	1	1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	7	
	6	144	36	90	128	145	141	115	71	18	10	10	10	10	10	10	11	31	6	
	7	216	28	102	165	202	209	184	131	54	20	19	19	19	19	19	19	87	5	
ARIM GÜN TOPLAMLARI		27	73	149	199	220	208	164	93	29	25	25	25	25	25	25	25	146	4	
Haz 21	9	267	31	42	105	164	197	200	175	121	53	32	30	30	30	30	30	195	3	
	10	277	34	36	54	105	148	168	163	133	83	40	35	34	34	34	34	234	2	
	11	283	36	36	38	48	81	113	130	127	105	70	42	38	36	36	36	257	1	
	12	284	37	37	37	38	40	54	82	104	113	104	82	54	40	38	37	265	12	
	5	22	10	17	21	22	20	14	6	2	1	1	1	1	1	1	1	3	7	
ARIM GÜN TOPLAMLARI		404	666	893	1024	1025	881	601	358	247	200	180	176	175	174	175	175	1083		
Tem 21	6	155	48	104	143	159	151	121	70	17	13	13	13	13	13	13	14	40	6	
	7	216	37	113	172	205	207	178	122	46	22	21	21	21	21	21	21	97	5	
	8	246	30	85	156	201	216	199	152	80	29	27	27	27	27	27	27	153	4	
	9	263	33	51	114	166	192	190	161	105	45	33	32	32	32	32	32	201	3	
	10	272	35	38	63	109	145	158	148	116	69	39	36	35	35	35	35	238	2	
ARIM GÜN TOPLAMLARI		38	38	40	52	81	105	116	110	88	60	41	39	38	38	38	38	267	12	
Ağu 21	12	279	38	38	38	40	41	52	72	89	95	89	72	52	41	40	38	38	260	1
	5	2	1	2	2	2	2	2	1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	7	
	6	138	37	89	125	142	137	112	68	18	11	11	11	11	11	11	12	32	6	
	7	208	30	102	163	198	204	179	127	53	21	20	20	20	20	20	20	88	5	
	8	241	28	75	148	196	216	203	160	90	30	26	26	26	26	26	26	145	4	
ARIM GÜN TOPLAMLARI		32	44	106	163	193	196	170	118	52	33	31	31	31	31	31	31	194	3	
Eyl 21	10	269	35	37	56	106	146	165	159	129	81	41	36	35	35	35	35	231	2	
	11	275	37	38	40	50	81	111	127	123	102	69	43	39	37	37	37	254	1	
	12	276	38	38	38	40	41	55	80	101	109	101	80	55	41	40	38	38	262	12
	6	81	12	44	68	81	82	71	48	17	6	5	5	5	5	5	5	12	6	
	7	191	17	71	135	177	191	177	135	70	17	16	16	16	16	16	16	62	5	
ARIM GÜN TOPLAMLARI		23	411	666	885	1008	1003	858	584	352	248	204	186	181	180	180	181	1076		
Oğu 21	8	237	24	47	126	185	216	214	180	118	41	23	23	23	23	23	23	122	4	
	9	260	28	31	82	153	197	212	196	151	80	31	28	28	28	28	28	174	3	
	10	272	32	33	40	93	150	182	187	165	116	56	34	32	32	32	32	214	2	
	11	278	35	35	36	41	81	128	156	160	141	99	52	37	35	35	35	239	1	
	12	280	35	35	35	36	38	63	106	138	149	138	106	63	38	36	35	247	12	
ARIM GÜN TOPLAMLARI		164	273	498	741	928	1013	956	751	474	296	205	166	157	156	156	156	946		
Eyl 21	7	149	9	27	84	125	146	144	121	77	21	9	9	9	9	9	9	25	5	
	8	230	17	19	87	160	205	218	199	148	71	18	17	17	17	17	17	82	4	
	9	263	22	23	47	131	194	227	226	190	124	41	23	22	22	22	22	138	3	
	10	280	27	27	28	71	148	200	221	209	165	93	30	27	27	27	27	180	2	
	11	287	29	29	29	31	78	147	192	207	191	146	77	31	29	29	29	206	1	
ARIM GÜN TOPLAMLARI		119	142	291	534	787	980	1033	925	672	396	222	137	119	118	118	118	738	12	
Eyl 21	7	48	2	3	20	36	45	47	42	30	12	2	2	2	2	2	2	4	5	
	8	204	11	12	49	123	173	195	188	151	89	18	11	11	11	11	11	43	4	
	9	257	17	17	23	104	180	225	235	209	151	64	18	17	17	17	17	97	3	
	10	280	21	21	22	50	139	205	238	235	196	125	38	22	21	21	21	140	2	
	11	291	24	24	24	25	71	156	212	236	224	178	101	28	24	24	24	168	1	
ARIM GÜN TOPLAMLARI		25	25	25	25	27	85	165	216	234	216	165	85	27	25	25	25	177	12	
Cas 21	8	136	5	5	18	69	108	128	129	110	72	21	6	5	5	5	5	14	4	
	9	232	12	12	13	73	151	201	219	204	156	80	13	12	12	12	12	55	3	
	10	268	16	16	16	31	122	196	237	242	209	143	50	17	16	16	16	96	2	
	11	283	19	19	19	20	61	154	218	248	240	194	116	28	19	19	19	123	1	
	12	288	20	20	20	20	2													

Tablo 4.3 Seçilmiş Kuzey Yarımküre Enlemleri için Solar Yoğunluk (Insolation) ve Solar Isı Kazanım Faktörleri

48°K

Solar Isı Kazanım Faktörleri,Btu/ft ²																				Güneş	
Tarih	Güneş Zamanı	Direkt Normal Btuh/ft ²	K	KKD	KD	DKD	D	DGD	GD	GGD	G	GGB	GB	BCB	B	BKB	KB	KKB	HOR	Zamanı pm	
Oca 21	8	37	1	1	4	18	29	34	35	30	20	6	1	1	1	1	1	1	2	4	
	9	185	8	8	8	53	118	160	176	166	129	69	10	8	8	8	8	8	25	3	
	10	239	12	12	12	22	106	175	216	223	195	136	50	12	12	12	12	12	55	2	
	11	261	14	14	14	15	53	144	208	239	233	190	116	26	14	14	14	14	77	1	
	12	267	15	15	15	15	16	86	171	226	245	226	171	86	16	15	15	15	85	12	
YARIM GÜN TOPLAMLARI			43	43	46	117	316	567	729	776	701	512	259	85	43	43	43	43	203		
Şub 21	7	4	0	0	1	3	3	3	3	2	1	0	0	0	0	0	0	0	0	5	
	8	180	8	8	36	103	149	170	166	136	82	17	8	8	8	8	8	8	25	4	
	9	247	13	13	16	90	168	216	230	209	155	71	14	13	13	13	13	13	66	3	
	10	275	17	17	17	38	131	203	242	244	207	138	44	18	17	17	17	17	105	2	
	11	288	19	19	19	20	65	158	221	249	239	192	113	27	19	19	19	19	130	1	
MAR 21	12	292	20	20	20	20	22	89	176	231	250	231	176	89	22	20	20	20	138	12	
	YARIM GÜN TOPLAMLARI			68	68	107	274	541	816	967	813	531	261	104	68	68	68	68	395		
	7	153	7	22	80	123	145	145	123	80	23	7	7	7	7	7	7	7	20	5	
	8	236	14	15	76	154	204	222	206	158	82	15	14	14	14	14	14	14	68	4	
	9	270	19	19	3	121	193	234	239	207	142	52	20	19	19	19	19	19	118	3	
Nis 21	10	287	23	23	24	58	146	208	237	231	189	115	33	23	23	23	23	23	156	2	
	11	295	25	25	25	26	74	156	210	232	218	172	94	28	25	25	25	25	180	1	
	12	298	26	26	26	26	27	83	161	211	228	211	161	83	27	26	26	26	188	12	
	YARIM GÜN TOPLAMLARI			100	118	250	494	775	1012	1100	1014	767	465	244	126	101	100	100	636		
	6	108	12	53	86	105	107	93	64	23	6	6	6	6	6	6	6	6	15	6	
MAY 21	7	205	15	61	132	180	199	189	148	84	18	14	14	14	14	14	14	14	60	5	
	8	247	20	32	111	179	219	225	196	138	55	21	20	20	20	20	20	20	114	4	
	9	268	25	26	60	141	197	223	215	176	106	33	25	25	25	25	25	25	161	3	
	10	280	28	28	31	77	148	193	209	194	150	80	31	28	28	28	28	28	196	2	
	11	286	31	31	31	33	78	140	181	193	177	133	69	33	31	31	31	31	218	1	
HAZ 21	12	288	31	31	31	31	34	71	131	172	186	172	131	71	34	31	31	31	226	12	
	YARIM GÜN TOPLAMLARI			147	242	461	724	957	1098	1081	895	605	370	226	156	141	140	140	875		
	5	41	17	31	40	42	39	29	14	3	3	3	3	3	3	3	3	3	5	7	
	6	162	35	97	141	162	160	133	85	24	12	12	12	12	12	12	12	13	40	6	
	7	219	23	90	158	200	212	191	142	68	21	19	19	19	19	19	19	19	91	5	
AĞU 21	8	248	26	54	132	190	218	214	178	113	38	25	25	25	25	25	25	25	142	4	
	9	264	29	32	82	151	194	208	192	147	77	32	29	29	29	29	29	29	185	3	
	10	274	33	34	39	90	145	178	184	163	116	57	35	33	33	33	33	33	219	2	
	11	279	35	35	36	40	79	126	155	160	142	101	54	37	35	35	35	35	240	1	
	12	280	35	35	35	36	38	63	107	139	150	139	107	63	38	36	35	35	247	12	
YARIM GÜN TOPLAMLARI			215	388	645	893	1065	1114	1007	749	483	316	225	184	174	173	173	174	1045		
EYL 21	5	77	35	61	76	80	72	53	2	6	5	5	5	5	5	5	5	5	12	7	
	6	172	46	110	155	175	169	138	84	22	14	14	14	14	14	14	14	16	51	6	
	7	220	29	101	165	204	211	187	135	60	23	21	21	21	21	21	21	21	103	5	
	8	246	29	64	139	191	215	206	168	101	34	27	27	27	27	27	27	27	152	4	
	9	261	31	36	91	153	190	199	180	133	66	33	31	31	31	31	31	31	193	3	
TEM 21	10	269	34	36	45	94	143	169	171	148	101	50	36	34	34	34	34	34	225	2	
	11	274	36	36	38	44	79	118	142	145	126	88	49	38	36	36	36	36	246	1	
	12	275	37	37	37	38	40	60	96	124	134	124	96	60	40	38	37	37	252	12	
	YARIM GÜN TOPLAMLARI			257	459	722	955	1095	1102	955	678	436	299	228	197	189	188	188	191	1108	
	5	43	18	33	42	45	41	30	15	3	3	3	3	3	3	3	3	3	4	6	7
AĞU 21	6	156	37	96	138	159	156	129	82	24	13	13	13	13	13	13	13	14	41	6	
	7	211	25	90	156	196	207	186	138	66	22	20	20	20	20	20	20	20	92	5	
	8	240	27	56	132	187	214	209	174	110	38	26	26	26	26	26	26	26	142	4	
	9	256	30	34	83	149	191	204	187	143	75	33	30	30	30	30	30	30	184	3	
	10	266	34	35	41	90	143	174	180	158	113	56	36	34	34	34	34	34	217	2	
EYL 21	11	271	36	36	37	42	79	124	151	156	138	99	54	38	36	36	36	36	237	1	
	12	272	36	36	36	37	39	63	104	136	146	136	104	63	39	37	36	36	244	12	
	YARIM GÜN TOPLAMLARI			223	395	646	886	1050	1092	983	730	474	315	229	190	181	179	179	180	1042	
	6	99	13	51	81	98	100	87	60	22	7	7	7	7	7	7	7	7	16	6	
	7	190	17	61	128	172	190	179	141	79	19	15	15	15	15	15	15	15	61	5	
AĞU 21	8	232	22	34	110	174	211	216	188	132	53	23	22	22	22	22	22	22	114	4	
	9	154	27	28	63	139	192	216	108	169	102	34	27	27	27	27	27	27	159	3	
	10	266	30	30	33	78	145	188	203	188	144	78	33	30	30	30	30	30	193	2	
	11	272	32	32	32	36	78	137	175	187	171	129	68	35	32	32	32	32	215	1	
	12	274	33	33	33	33	36	71	128	167	189	167	128	71	36	33	33	33	223	12	
YARIM GÜN TOPLAMLARI			157	251	459	709	929	1060	1040	862	587	366	231	165	151	149	149	149	869		
EYL 21	7	131	8	21	71	108	128	108	71	21	8	7	7	7	7	7	7	7	20	5	
	8	215	15	16	72	144	191	207	193	148	77	16	15	15	15	15	15	15	65	4	
	9	251	20	20	34	116	184	223	227	197	136	52	21	20	20	20	20	20	114	3	
	10	269	24	24	25	58	141	200	228	221	182	112	34	24	24	24	24	24	151	2	
	11	278	26	26	26	28	73	151	203	223	210	166	92	29	26	26	26	26	174	1	
EĞİ 21	12	280	27	27	27																

Tablo 4.3 Seçilmiş Kuzey Yarımküre Enlemleri için Solar Yoğunluk (Insolation) ve Solar Isı Kazanım Faktörleri

56°K

Solar Isı Kazanım Faktörleri,Btu/ft ²																				
Tarih	Güneş Zamanı	Direkt Normal Btuh/ft ²	K	KKD	KD	DKD	D	DGD	GD	GGD	G	GGB	GB	BCB	B	BKB	KB	KKB	HOR	Güneş Zamanı
Oca 21	9	78	3	3	3	21	49	67	74	70	55	30	4	3	3	3	3	3	5	3
	10	170	7	7	7	13	74	126	156	162	143	100	38	7	7	7	7	7	21	2
	11	207	9	9	9	10	40	116	169	194	190	156	96	21	9	9	9	9	34	1
	12	217	10	10	10	10	11	71	144	190	205	190	144	71	11	10	10	10	40	12
YARIM GÜN TOPLAMLARI			23	23	24	46	163	343	468	517	487	378	206	61	24	23	23	23	80	
Şub 21	8	115	4	4	21	64	95	109	107	88	55	12	4	4	4	4	4	4	10	4
	9	203	10	10	11	71	139	183	197	182	136	66	10	10	10	10	10	10	36	3
	10	246	13	13	13	28	115	184	223	227	196	133	45	14	13	13	13	13	65	2
	11	262	15	15	15	16	57	148	210	239	232	188	112	25	15	15	15	15	84	1
YARIM GÜN TOPLAMLARI			49	50	66	182	409	666	821	846	737	509	253	89	50	49	49	49	241	
Mar 21	7	128	6	16	65	101	121	122	105	70	21	6	6	6	6	6	6	6	14	5
	8	215	12	13	61	136	185	205	194	152	84	15	12	12	12	12	12	12	49	4
	9	253	16	16	23	105	179	224	233	207	148	61	17	16	16	16	16	16	89	3
	10	272	19	19	20	46	136	203	238	236	198	128	39	20	19	19	19	19	122	2
YARIM GÜN TOPLAMLARI			85	97	200	419	699	956	1071	1016	800	502	258	118	86	85	85	85	491	
Nis 21	6	122	13	58	95	118	121	107	75	29	7	7	7	7	7	7	7	7	18	6
	7	201	15	51	123	173	195	188	152	91	21	14	14	14	14	14	14	14	56	5
	8	239	19	23	95	167	211	223	201	148	68	20	19	19	19	19	19	19	101	4
	9	260	23	24	44	126	190	223	223	189	126	44	24	23	23	23	23	23	140	3
YARIM GÜN TOPLAMLARI			139	226	430	694	951	1132	1147	982	699	437	252	154	132	131	131	131	772	
May 21	5	93	36	68	89	95	88	66	33	7	6	6	6	6	6	6	6	6	14	7
	6	175	33	99	148	174	173	147	97	31	14	14	14	14	14	14	14	14	48	6
	7	219	21	77	149	195	212	197	152	81	22	19	19	19	19	19	19	19	92	5
	8	244	25	38	115	179	215	218	189	131	52	25	24	24	24	24	24	24	135	4
YARIM GÜN TOPLAMLARI			275	473	738	989	1162	1207	1082	822	562	376	160	103	190	189	189	196	1070	
Haz 21	4	21	13	19	22	21	18	11	3	1	1	1	1	1	1	1	1	1	5	8
	5	122	53	94	119	126	115	85	40	10	9	9	9	9	9	9	9	9	25	7
	6	185	42	111	160	185	182	152	97	30	16	16	16	16	16	16	16	16	62	6
	7	222	25	86	156	199	213	195	147	74	24	22	22	22	22	22	22	22	105	5
YARIM GÜN TOPLAMLARI			275	473	738	989	1162	1207	1082	822	562	376	160	103	190	189	189	196	1070	
Tem 21	3	91	37	69	89	95	88	66	33	8	7	7	7	7	7	7	7	7	16	7
	4	169	34	98	145	170	170	143	95	31	15	14	14	14	14	14	14	14	50	6
	5	212	23	77	147	192	208	193	148	79	23	20	20	20	20	20	20	20	93	5
	6	237	26	40	115	177	211	214	185	128	51	26	25	25	25	25	25	25	135	4
YARIM GÜN TOPLAMLARI			275	473	738	989	1162	1207	1082	822	562	376	160	103	190	189	189	196	1070	
Ağu 21	2	252	29	31	63	135	186	209	201	164	99	36	29	29	29	29	29	29	171	3
	3	261	32	32	34	76	139	181	196	182	142	78	35	32	32	32	32	32	198	2
	4	265	33	33	33	37	76	133	171	183	168	128	70	36	33	33	33	33	215	1
	5	267	34	34	34	34	37	71	126	164	177	164	126	71	37	34	34	34	221	12
YARIM GÜN TOPLAMLARI			231	398	646	901	1097	1180	1096	859	593	390	259	193	179	177	177	180	987	
Eyl 21	1	112	14	56	91	111	114	101	71	28	8	8	8	8	8	8	8	8	20	6
	2	187	16	51	119	165	186	179	144	86	22	15	15	15	15	15	15	15	58	5
	3	225	20	25	94	162	203	214	192	142	66	22	20	20	20	20	20	20	101	4
	4	246	25	26	46	124	184	216	215	182	121	44	26	25	25	25	25	25	140	3
YARIM GÜN TOPLAMLARI			235	429	680	923	1092	1104	946	678	431	256	163	142	140	140	141	141	771	
Eki 21	7	107	6	15	56	87	104	105	90	60	19	6	6	6	6	6	6	6	14	5
	8	194	12	14	58	126	171	189	179	140	78	16	12	12	12	12	12	12	48	4
	9	233	17	17	24	100	170	211	220	195	140	59	18	17	17	17	17	17	86	3
	10	253	20	20	21	46	131	194	227	225	189	123	39	21	20	20	20	20	118	2
YARIM GÜN TOPLAMLARI			89	191	391	652	893	1004	958	761	484	255	121	90	89	89	89	89	474	
Kas 21	8	104	4	5	20	59	87	100	98	81	50	11	4	4	4	4	4	4	10	4
	9	193	10	10	11	68	132	173	186	171	129	63	11	10	10	10	10	10	37	3
	10	231	14	14	14	28	111	176	213	216	186	127	44	14	14	14	14	14	64	2
	11	248	16	16	16	17	56	142	202	229	222	180	108	25	16	16	16	16	84	1
YARIM GÜN TOPLAMLARI			52	68	177	390	633	779	804	702	487	246	90	53	52	52	52	52	240	
Ara 21	9	76	3	3	3	21	48	66	72	69	54	29	4	3	3	3	3	3	6	3
	10	165	7	7	7	13	72	122	152	157	139	98	37	7	7	7	7	7	21	2
	11	201	9	9	9	10	39	113	165	190	186	152	94	21	9	9	9	9	35	1
	12	211	10	10	10	10	11	70	140	186	200	186	140	70	11	10	10	10	40	12
YARIM GÜN TOPLAMLARI			24	24	24	47	161	336	457	505	475	369	202	61	24	24	24	24	81	
YARIM GÜN TOPLAMLARI	9	5	0	0	0	1	3	4	5	5	4	2	0	0	0	0	0	0	3	
	10	113	4	4	4	7	47	82	103	107	96	68	27	4	4	4	4	4	9	2
	11	166	6	6	6	7	30	92	135	156	154	127	78	17	6	6	6	6	19	1
	12	180	7	7	7	7	8	59	120	159	171	159	120	59	8	7	7	7	23	12
YARIM GÜN TOPLAMLARI			14	14	14	20	88	217	311	354	343	277	163	47	15	14	14	14	40	

Half Day Totals computed by Simpson's Rule with time interval equal to 10 minutes.

Based on a ground reflectance of 0.20 and values in Tables 1 and 26

* Total Solar Heat Gains for DS (0.125 in 1 sheet glass).

Enlem	Güneş Vakti A.M.	Projeksiyon(m)						Güneş Vakti A.M.
		K	KB	B	GB	G	GD	
24°K	6 A.M.	6,6	a	a	a	...	...	6 P.M.
	7	...	a	a	a	...	...	7
	8	...	4,2	6,3	6,1	0,6	...	8
	9	...	2,1	3,8	4,1	0,9	...	9
	10	...	0,9	2,2	2,9	1,0	...	10
	11	...	...	1,1	1,5	1,0	...	11
	12 öğle	...	...	...	0,8	1,1	0,8	12 öğle
32°K	6 A.M.	6,1	a	a	a	...	...	6 P.M.
	7	...	a	a	a	0,7	...	7
	8	...	3,8	6,7	5,5	1,2	...	8
	9	...	1,8	4,0	3,8	1,5	...	9
	10	...	0,5	2,3	2,8	1,7	...	10
	11	...	...	1,1	2,0	1,7	0,5	11
	12 öğle	...	...	...	1,2	1,7	1,2	12 öğle
40°K	6 A.M.	4,7	a	a	a	...	...	6 P.M.
	7	...	a	a	a	0,7	...	7
	8	...	3,7	7,3	6,2	1,7	...	8
	9	...	1,8	4,3	4,5	2,1	...	9
	10	...	0,5	2,5	3,5	2,2	...	10
	11	...	...	1,2	2,5	2,3	0,8	11
	12 öğle	...	...	...	1,6	2,4	1,6	12 öğle
48°K	6 A.M.	2,8	a	a	a	...	...	6 P.M.
	7	...	a	a	a	1,4	...	7
	8	...	3,6	7,5	7,2	2,5	...	8
	9	...	1,5	4,6	5,3	2,9	...	9
	10	...	...	2,8	4,2	3,2	...	10
	11	...	...	1,3	3,2	3,2	1,3	11
	12 öğle	...	...	...	2,3	3,2	2,3	12 öğle
56°K	6 A.M.	2,3	a	a	a	...	...	6 P.M.
	7	...	a	a	a	1,9	...	7
	8	...	3,7	a	a	3,0	...	8
	9	...	1,2	5,2	6,3	3,6	...	9
	10	...	...	3,1	5,0	4,0	0,5	10
	11	...	...	1,5	3,9	4,1	1,8	11
	12 öğle	...	...	...	2,9	4,2	2,9	12 öğle
		K	KB	B	GB	G	GD	A.M.

Tablo 4.4 Duvarı güneş vaktinde gölge altında tutmak için gerekli yatay çatı çıkıntısı.

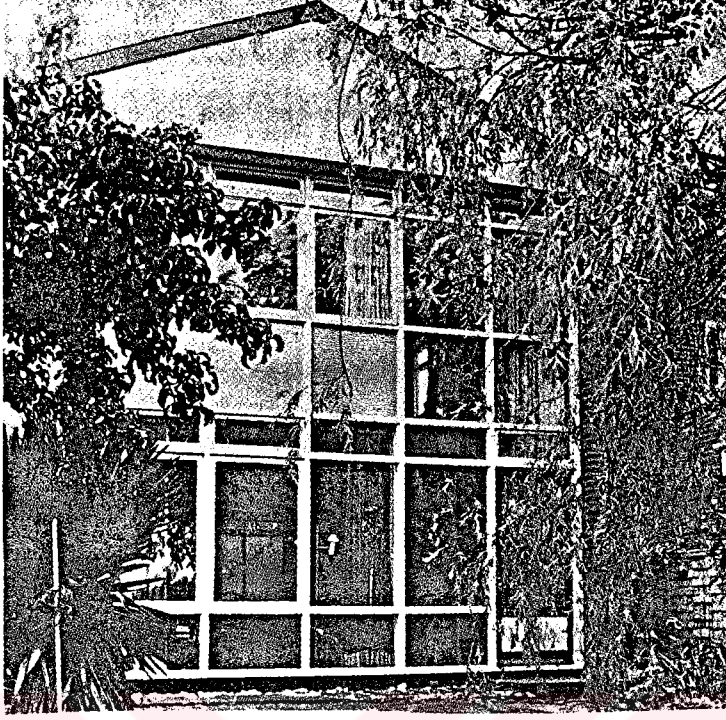
BÖLÜM 5

PASİF SİSTEMİN UYGULANMASINA AİT ÖRNEKLER

5.1. Direkt Isı Kazanımı Yaklaşımı- Curtis Evi

Şekil-5.1’de gösterilen İngiltere’deki ilk solar ev, Edward J. Curtis tarafından inşaa edildi. 1956 yılında Londra yakınlarında Rickmansworth’da inşaa edilen evi Curtis’in daha önceki iç dizayn ve basit aletlerinden, toplam toplam havalandırmaya kadar olan tüm çalışmalarının bir sonucudur. Dizayn aşamasındaki temel prensip iç ortamın kontroluydu. Solar enerji ve ısı pompası sisteminin birlikte kullanımıyla ısıtma ve soğutma sağlanacak, aynı zamanda da sıcak su ihtiyacı karşılanacaktı. Curtis ve mahal ısıtmada güneş enerjisini kullanmak isteyen diğerleri gördüler ki, geniş ve iyi izole edilmiş ısı deposu sistemlerini kullanmadan mahal ısıtmanın ancak belli bir kısmı elde edilebiliyordu.

Vadiye bakan yüksek bir zeminde bulunan inşaat yeri, istenen yönelmeyi vermek ve direkt güneş ışını sağlamak için seçildi. Doğuya bakan kısımda giriş bölümü, oturma odası ve iki yatak odası bulunurken, evin güney ve doğu bölümlerinde ana boşluklar planlandı. Solar kazanımı arttırmak için binanın güneye bakan kısmı cam duvar yapıldı. Fakat daha sonradan görüldü ki, cam duvarlar güneşli açık günlerde oldukça iyi ısı kazanımı sağlamalarına rağmen, kapalı günlerde depo edilen ısınnın kaybına sebep oluyorlardı. Bunun üzerine bu sistemle beraber ısı pompası da kullanılmaya başlandı. Bu tür evlerde geniş cam pencereler önünde kontrol amaçlı perdelerin kullanılması uygun olmaktadır. Curtis evinde cam duvarın %80’inin perde ile kaplanması, geriye kalan %20’lik kısmında yeterli gün ışını sağlamak açısından açık kalması mümkündür. 20 yıl içinde elde edilen raporlardan anlaşılmaktadır ki, sistem oldukça memnun edici şekilde çalışmaktadır. Komşu evlerle karşılaştırıldığında yıllık işletme masrafı, diğerlerinin sadece 1/3’üdür.



Şekil 5.1. Curtis evi

5.2. Blackheat Evleri, Londra

7 binadan oluşan blok, mimar Rotston Summers tarafından 1968 yılında Kuzey Several, Blackheath, Londra'da inşa edildi. Summers'a göre amaç, tüm yapı bileşenlerinin amaca uygun olması ve mümkün olduğunca minimize edilmesiydi. Örnek verecek olursak, Summers kullanılan malzeme miktarını azalttı ve bu, kat alanı maliyetinin o bölgede bulunan yerel binalara oranla daha düşük maliyette olmasına yol açtı.

Güneş enerjisi güneye bakan çift camlı pencereler yardımıyla bina içine alınır. Ayrıca her bir evin giriş kapısında ısı kapanları kullanılmaktadır. Şekil-5.2'de gösterildiği gibi bu, hava hareketinin sınırlandığı, koyu renkli yüzeyli, yüksek ısı kapasiteli duvardır. Solar kazanımın toplam yıllık mahal ısıtma ihtiyacına katkısı %15-20'dir.



Şekil-5.2. Blackheat Evleri, Londra

5.3. St. George's Okulu, Wallasey

Avrupa'da herhalde en iyi bilinen solar bina, 1962 yılında A. E. Morgan tarafından dizayn edilen, St. George's Okulu'na yapılan ek binadır. Geniş bir solar duvar içermesi ve herhangi bir klasik ısıtma sistemi olmaksızın kış aylarında termal şartları sağlaması oldukça önemlidir. Liverpool Üniversitesi, Çevre Departmanı yapılan çalışmalara sponsor oldu ve Dr. M. G. Davies tarafından yürütüldü.

Ana güneş duvarı, binanın güneye bakan tüm duvarıdır ve genişliği 70 m, yüksekliği 8.2 m'dir. Tüm ısı dengesi hesaplamaları için ortalama U değeri $3.1 \text{ W/m}^2\text{K}$ alındı. Duvarın çoğu aralarındaki boşluk 600 mm olan çift camdır. Her bir sınıf, bununla birlikte, iki veya üç pencere içermektedir. Binanın güneyden kuzeye olan derinliği 11.5 m'dir. Zemin katta 150 mm beton üzerinde 100 mm screed vardır. Orta kat 230 mm kalınlığında betondan ve çatı 126 mm genişliğinde polystrenli yaklaşık 180 mm

kerestedendir. Kuzet kısımda ilk kat hizasındaki dış duvar, 125 mm polystrene kaplı 230 mm tuğladır. Buradaki ortalama U değeri $0.24 \text{ W/m}^2\text{K}$ 'dir. Zemin kat dış duvarı ise kısmen çiftlik duvarı kısmen güney kısma benzer solar duvardır. Tüm bina ele alındığında ortalama U değeri $1.1 \text{ W/m}^2\text{K}$ 'dir. Ek binada bulunanlar için kullanılan ısıtma kaynakları sadece elektrik ışığı ve solar radyasyondur.

Okulun eski kısmıda ek binayla aynı şekilde, aynı sayıda öğrenci-yaklaşık 300- barındırmaktadır. Hem personel hem de öğrenciler kış aylarında ek binayı tercih etmektedirler, çünkü ana bina daha soğuktur. Bununla beraber, ek bina ortam havasını sabit sıcaklıkta tutmak için havalandırma oranı düşük olduğundan, ortam havası biraz rahatsız edici olabilmektedir. Yazın karşılaşılan bir diğer ufak sorunda ses sorunudur.

Bina yapıldığı zaman yetkili kişiler, solar ısıtmanın çalışmaması durumunda ısıtmanın sağlanması için ek bir ısıtma sisteminin yapılmasında ısrar ettiler. 1973 yılı kışına kadar hiçbir şekilde klasik ısıtma sistemine ihtiyaç duyulmadı. Sadece o sene, solar camların kötü amaçlı kişiler tarafından kırılması durumunda böyle bir ek sisteme ihtiyaç duyuldu.

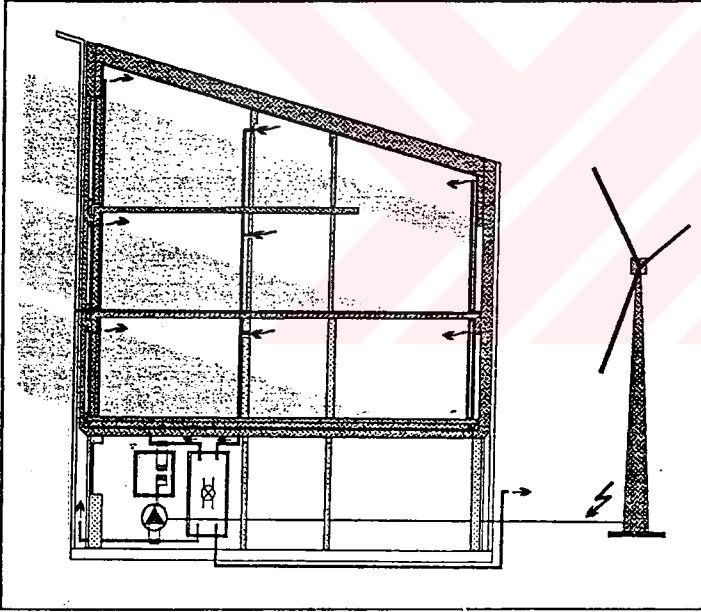
BÖLÜM 6

CEPHEUS

(Cost Efficient Passive Houses as EUropean Houses)

(Avrupa Standartlarında Etkin Maliyetli Pasif Binalar)

Pasif binalar, istenilen iç ortam şartlarının aktif ısıtma ve havalandırma sistemleri kullanılmadan sağlandığı binalardır. Bu sistemlerin uygulanabilirliği, mahal ısıtma için istenilen yıllık ısıtma ihtiyacının $15 \text{ kWh}/(\text{m}^2\text{a})$ 'dan az ve toplam mahal ısıtma, bina içi kullanım sıcak suyu, havalandırma ve bina içi toplam elektrik ihtiyaçlarının $42 \text{ kWh}/(\text{m}^2\text{a})$ 'yı geçmediği durumlarda söz konusudur.



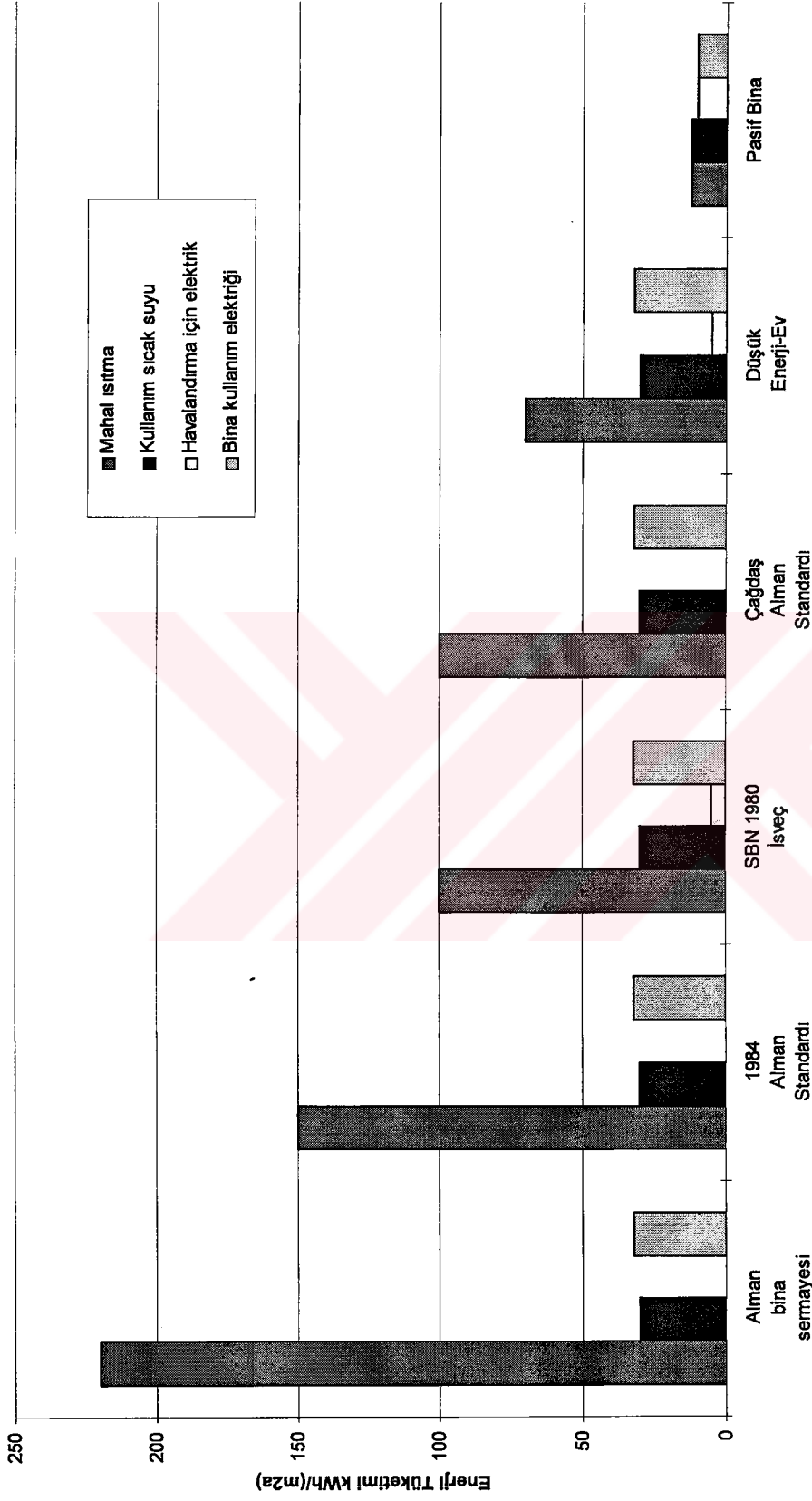
Bu, geriye kalan enerji ihtiyacının tamamen yenilenebilirlerle (renewables) karşılanmasına temel oluşturur.

Bu yüzden pasif bir ev, tek başına, Avrupa'da bulunan normal bir evde kullanım sıcak suyu ve bina kullanım elektriği için gerekli toplam enerjiden daha az enerji tüketmektedir.

Şekil-6.1. Pasif binaların şematik gösterimi

Pasif bir binanın en azından 4 faktörde toplam enerji tüketimi, yeni binalarda karşılaşılan ortalama tüketime ve uygulanabilir ulusal yönergeler göre daha azdır.

Şekil-6.2. Yaşam mahalleri için enerji performanslarının karşılaştırılması



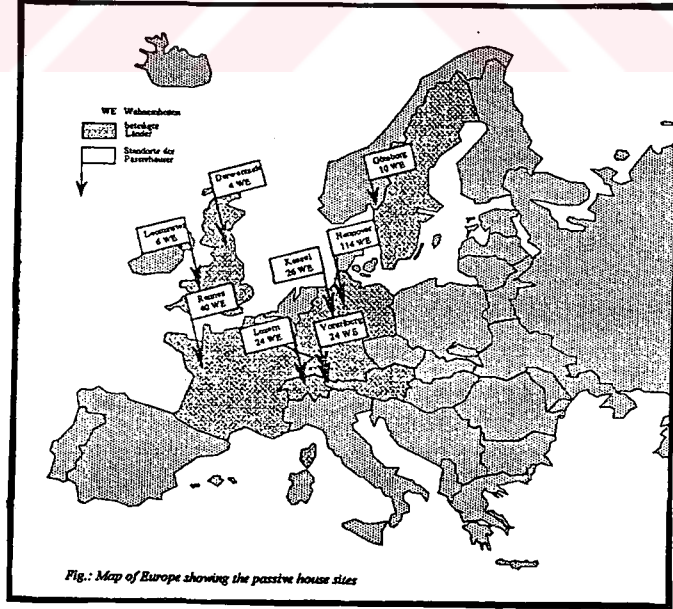
Eğer ki toplam maliyetler (Planlama, bina hizmetleri ve 30 yıl üzerindeki işletme maliyetleri dahil bina yatırımları) ortalama yeni bir binadan çok yüksek değilse, pasif bir ev etkin maliyetlidir.

6.1. CEPHEUS stratejik hedefler

Etkin maliyetli pasif binalar, 1997/1998 yıllarında toplam 6 Avrupa ülkesinde uygulanacak. Her ülkedeki projede, bir yaşam mahali, ziyaretçilere ve danışmanlık işlevlerine uygun şekilde yapılacak. Birleşmiş ölçü programı (associated measurement programme), bilimsel bir şekilde değerlendirilecek. Pasif evlerin inşaa edilmesi düşünülen ülkeler: İsveç (10 yerleşim birimi), Büyük Britanya (10 yerleşim birimi), Almanya (140 yerleşim birimi), Avusturya (24 yerleşim birimi), İsviçre(15 yerleşim birimi) ve Fransa (40 yerleşim birimi).

Etkin maliyetli pasif binaların 6 Avrupa ülkesinde pazarlanabilmesi için, tüm projelerdeki stratejik hedefler:

- Gerçek işletme şartlarında kullanıcı davranışını ve yatırımcı/alıcı kabulunu test etme;
- Avrupadaki farklı iklim şartları, çeşitli mimarlar ve müşteriler ile farklı ev ve bina tipleri için teknik uygulanabilirliğin kanıtlanması (=enerji enerji performans göstergelerinin başarılabirliği) ve maliyet



Şekil-6.2. Avrupadaki pasif ev yerleşimlerinin haritada gösterimi

etkinliği (=klasik evlere oranla maliyet tarafsızlığı);

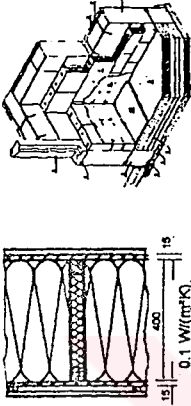
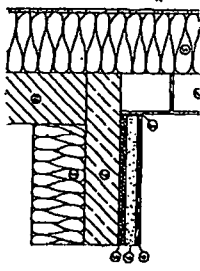
- Yaşayanların olmadığı yerleşim birimlerinde, ilgili mimarların, yatırımcıların, ustaların ve müşterilerin, genel olarak kabul edilen pasif bina standartlarını tecrübe etmelerine izin verme;
- Projeyi destekleyen uluslararası bir firma yoluyla, Avrupa'da uygun olan bu metodu toplama, değiştirme ve yayma;
- Etkin maliyet dizaynını ve pasif evlerin gerçekteşmesini sertifikalayan, tüm Avrupa'da uygulanabilir pasif ev kalite standartını geliştirme;
- Ayrı bir ısıtma sistemi olmaksızın, etkin maliyetli pasif evlerin yurtdışı market tanıtımı için ön şartları hazırlama;
- Genelde, etkin maliyet ve enerjili bina dizaynlarında daha ileri gelişmeler için atılımlar sağlama; ayrıca yaratıcı teknolojilerin market tanıtımı ve gelişimleri için dürtüler oluşturma;
- Hannover-Kronsberg yeni yaşam mahali sitesinde, etkin maliyet ve yenilenebilir enerji kaynaklarından geri kalan enerjinin tamamen karbondioksitsiz sağlanması temel alınarak, bu yaklaşımın uygunluğunun kanıtlanması;
- Hannover, EXPO 2000 Dünya Fuarında, pasif bina yaklaşımının, karbondioksitsiz enerji tedariki ve tecrübe edilen tüm alt projelere ilişkisini gösterme.

6.2. CEPHEUS- gerçek buluş : (Ayrı bir ısıtma ünitesinin verilebileceği, yüksek enerji verimlilikli bileşik bina kavramı.)

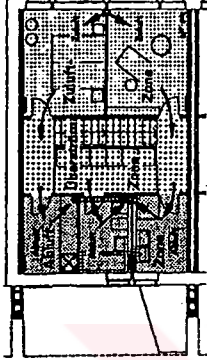
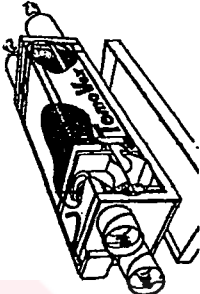
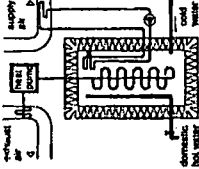
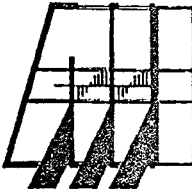
Gerçek buluş şudur: Eğer ki geriye kalan bina ısıtma ihtiyacı sıfır değil, fakat oldukça düşük ve klasik ısıtma sisteminin yaşayanların konforunu bozmadan sisteme entegre edilebileceği bir durum söz konusuysa, ısı dağıtımı ve radyasyon sistemleri yatırımına gereklilikteki eksiklik maliyetde negatif yönde bir atlama sağlar ki, bu, süper cam duvar (superglazing) ve yüksek verimli ısıdan geri faydalanma dahil süper izolasyonu (superinsulation) finanse eder.

Pasif enerji tasarruf teknolojilerinin kesin bir yararı var: Klasik binalara ek olarak hiç bir fazla elemana ihtiyaç duyulmamaktadır. Sadece, normalden daha iyi kalite standartları için, herhangi bir durumda (tabanlar, dış duvarlar, pencereler, çatılar ve havalandırma), gerekli bileşenlerin kullanılması önemlidir. Orta dönem üzerinde, bu tür bir kalite geliştirme, standart bir eve oranla daha yüksek yatırım maliyetleri gerektirmez. Özellikle yüksek kaliteli duvar elemanları prefabrikasyonunda, bu tür bileşenler oldukça düşük maliyetli üretilebilir.

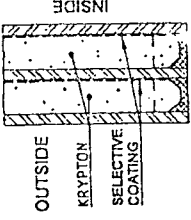
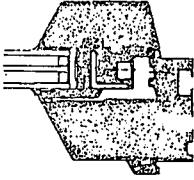
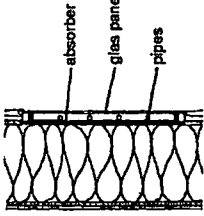
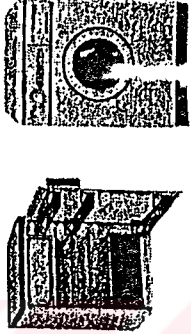
Detaylı projeler göstermektedir ki, pasif binadaki besleme havası yardımıyla maksimum ısı yükü hazır olarak taşınabilir. Bu ısı yükü, izin verilen $15 \text{ kWh}/(\text{m}^2\text{a})$ -aşağıda tanımlanan yenilikçi teknolojilerle elde edilebilen değerdir- yıllık ısı ihtiyacını karşılar.

Bileşen	Tanımı	Teknik Karakteristik	
Bina zarfı	süperizoleli	U yaklaşık $0.1 \text{ W}/(\text{m}^2\text{K})$	
Bina elemanları bağlantıları	azaltılmış ısı köprüsü	U_{lin} yaklaşık $0.0 \text{ W}/(\text{mK})$	
Hava Hava sızdırmazlık	Hava geçirmez bina zarfı	n_{50} yaklaşık 0.5 ac/h	
Yeraltı ısı değiştirici	Taze hava ön ısıtıcısı	8°C üzerinde taze hava	

Tablo 6.1. Pasif Evlerde Yenilikçi Teknolojiler

Bileşen	Tanımı	Teknik Karakteristik	
Hijyenik havalandırma	Tüm bina içine yönlendirilmiş hava akışı; egöz havası nemlendirme odalarından çıkarılır	Toplam yaklaşık 140 m ³ /h	
Isı geri kazanım	Havadan havaya karşı akışlı ısı değiştirici	$\eta > 80\%$	
Egzos havasından gizli ısı kazanım	su ısıtma için tek parça ısı pompası birimi	max. ısı yükü 1000 watt yıllık COP > 3 bir değerli sistem	
Solar enerjiden pasif yararlanma	Cam duvarlı alanlar	Mahal ısıtma ihtiyacının yaklaşık %40'ı sağlanır	

Tablo 6.1. Pasif Evlerde Yenilikçi Teknolojiler

Bileşen	Tanımı	Teknik Karakteristik	
Süper cam duvar	3-cam düşük-yayıcı cam duvar	U-değeri $<0.7 \text{ W}/(\text{m}^2\text{K})$ g-değeri $>50\%$	
Süper çerçeveler	Süper izoleli pencere çerçeveler	U-değeri $<0.8 \text{ W}/(\text{m}^2\text{K})$	
Solar düz tabaka kolektörler	Dış duvara entegre edilir	Su ısıtmanın $\%50'$ si karşılanır	
Ev işleri uygulamaları	Yüksek verimli, düşük enerjili ev işleri uygulamaları	$\%50$ üzerinde tasarruf	

Tablo 6.1. Pasif Evlerde Yenilikçi Teknolojiler

Bileşen	Tanımı	Teknik Karakteristik	
Geri kalan enerjinin yenilenebilir kaynaklardan sağlanması	Sadece Hannover-Kronsberg projesi: rüzgar gücünden yararlanma	Hannover'de yıllık ortalamanın %100'ünün karşılanması	

Tablo 6.1. Pasif Evlerde Yenilikçi Teknolojiler

SONUÇLAR

2000’li yıllara girmeye hazırlandığımız şu günlerde, enerji ihtiyacı açıkça görülmektedir. Petrol, kömür gibi enerji kaynaklarında tükenme tehlikesi başlamış, insanlık tükenmez enerji kaynakları arayışına girmiştir. Bunlardan en önemlisi şüphesiz ki güneş enerjisidir.

Gerek Türkiye’de gerekse tüm dünyada olsun, mahal ısıtma için harcanan enerji çok büyük boyutlardadır. Bu miktarı minimize etmek, gelecek nesiller için oldukça önemlidir. Bu noktada güneş enerjisi önemli rol oynar.

Pasif sistemle mahal ısıtma , Avrupa’nın bir çok ülkesinde başarıyla uygulanmaktadır. Ülkelerin güneş alma süreleri Türkiye’ye oranla daha az olmasına rağmen, yıl boyunca gelen güneş ışınlarından maksimum düzeyde yararlanmaktadırlar. Bunda, Avrupa ülkelerindeki düzenli kentleşme ve eğitim seviyesi oldukça önemli rol oynar. Tez çalışmasında da bahsettiğim gibi, 1998 yılından itibaren Avrupa’nın pek çok ülkesinde kurulan pasif evler yıl boyunca denenecek ve ziyaretçilere açık olacak; böylelikle pasif sistemin tanıtımı yapılacak ve insanların bu sistemi uygulaması sağlanacaktır. Sadece firmalar değil, ülkeler de bu sistemi desteklemektedirler.

Türkiye’de ise çarpık kentleşmeden, eğitim seviyesinin düşük olmasından ve kişisel çıkarlardan dolayı, bu sistem bir türlü uygulanamamaktadır. Halbuki uygulanması durumunda, çevre kirliliğinin azalmasına ve ülke ekonomisine önemli ölçüde katkıda bulunacaktır.

ÇEVİRİM TABLOSU

İş, Enerji, Güç, Isı

BTU x 1055	= Joule (J)
Joule x 0.24	= Kalori (cal)
Watt.saatt (W.h) x 3600	= Joule
Watt.saniye (W.s) x 1	= Joule
BTU x 0.252	= Kilokalori (kcal)
cal x 4.19	= Joule
cal x 0.427	= kgm
kilogrammetre (kgm) x 9.81	= Joule
Joule / saniye (J/s) x (10) ⁻⁷	= Erg / saniye
Erg	= Dyne.cm
BTU/h x 0.293	= Watt (W)
cal.saniye x 4.1868	= Watt (W)
Erg.saniye x (10) ⁻⁷	= Watt (W)
kcal x 1.163	= Watt (W)
Ton Refr. x 3516.8	= Watt (W)
Ton Refr. X 3024	= kcal/h
(BTU.ft/°F.ft ² .h) x 1.73	= W/m.°K
(BTU/ft ²) x 11356.5	= Joule/m ²
(BTU/lb.f) x 4186.8	= Joule/kg.°K
(BTU/lb) x 2326	= Joule/kg
(BTU/°F.ft ² .h) x 4.88	= kcal/h.m ² .°C
(kcal/h.m ² .°C) x 0205	= BTU/°F.ft ² .h

Sıcaklık

9/5 x °C +32	= °F (Fahrenheit)
5/9 x (°F - 32)	= °C (Santigrat veya Celcius)
459.69 + °F = 9/5 x °K	= °R (Rankine)
273.16 + °C = 5/9 x °R	= °K (Kelvin)

Uzunluk

feet (ft) x 0.3048	= metre (m)
inch (in.) x 25.4	= milimetre (mm)
feet x 12	= inch
yarda (yd.) x 09144	= metre
yarda x 3	= feet

KAYNAKLAR

Arınç, Ü.D.; Güneş Enerjisinden Isıtmada Yararlanma Lisansüstü Ders Notları 1995, YTÜ

Arınç, Ü.D.; Güneşli Su Isıtıcıları, Doçentlik Tezi, 1979

Uyarel, A. Yücel; Güneş Enerjisi ve Uygulamaları, Birsen Yayınevi, 1987

Norman C. Harris, Cydney E. Miller, Irving E. Thomas; Solar Energy Systems Design, Wiley, 1985

JC McVeigh Brighton Polytechnic; Sun Power, Pergamon Press, UK, 1983

J. Taylor Beard; Solar Engineering, The American Society of Mechanical Engineers, 1990

David Kut, Gerard Hare; Applied Solar Energy, Butterworths, 1983

Jan F. Kreider and Frank Kreith; Solar Heating and Cooling, Active and Passive Design, McGrawHill, 1982

ÖZGEÇMİŞ

Doğum Tarihi : 12 Kasım 1973
Doğum Yeri : İSTANBUL
Eğitim : 1984-1990 Üsküdar Cumhuriyet Lisesi
1990-1994 Yıldız Teknik Üniversitesi, Makina Fakültesi,
Makina Mühendisliği Bölümü
1996-1997 Marmara Üniversitesi, Çağdaş Yönetim Teknikleri
İngilizce İşletme Programı

