

**DOKUZ EYLÜL ÜNİVERSİTESİ
FEN BİLİMLERİ ENSTİTÜSÜ**

**SÜRDÜRÜLEBİLİR KONUT YAPILARINDA
PASİF SİSTEMLERİN KULLANILAN
TEKNİKLER AÇISINDAN İRDELENMESİ;
İZMİR İLİ İÇİN BİR UYGULAMA ÖNERİSİ**

Ahunur AŞIKOĞLU

Kasım, 2014

İZMİR

**SÜRDÜRÜLEBİLİR KONUT YAPILARINDA
PASİF SİSTEMLERİN KULLANILAN
TEKNİKLER AÇISINDAN İRDELENMESİ;
İZMİR İLİ İÇİN BİR UYGULAMA ÖNERİSİ**

**Dokuz Eylül Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü
Yüksek Lisans Tezi
Mimarlık Anabilim Dalı, Yapı Bilgisi Programı**

Ahunur AŞIKOĞLU

Kasım, 2014

İZMİR

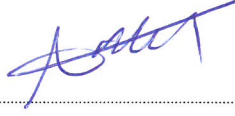
YÜKSEK LİSANS TEZİ SINAV SONUÇ FORMU

AHUNUR AŞIKOĞLU, tarafından DOÇ.DR. MÜJDE ALTIN yönetiminde hazırlanan “SÜRDÜRÜLEBİLİR KONUT YAPILARINDA PASİF SİSTEMLERİN KULLANILAN TEKNİKLER AÇISINDAN İRDELENMESİ; İZMİR İLİ İÇİN BİR UYGULAMA ÖNERİSİ” başlıklı tez tarafımızdan okunmuş, kapsamı ve niteliği açısından bir Yüksek Lisans tezi olarak kabul edilmiştir.



Doç.Dr. Müjde ALTIN

Yönetici



Yard. Doç.Dr. A. Vefa ORHAN

Jüri Üyesi



Öğr. Gör. Dr. Zeynep Turmuş Arsan

Jüri Üyesi



Prof.Dr. Ayşe OKUR

Müdür

Fen Bilimleri Enstitüsü

TEŞEKKÜR

Tez çalışmam boyunca her başvurduğumda bana zaman ayırıp, değerli fikirleri ve eleştirileriyle yol göstererek araştırmama yön veren değerli hocam Sayın Doç.Dr. Müjde Altın'a bu tezin ortaya çıkmasındaki emek ve katkılarından dolayı teşekkür ederim.

Ayrıca, mimar olmamda, Yapı Bilgisi Anabilim dalı'nda yüksek lisans yapmamda ve akademik hayata adım atmamda katkısı bulunan başta dekanımız ve değerli hocam Sayın Prof.Dr. Atilla Orbay, bölüm başkanımız ve değerli hocam Sayın Prof.Dr. Yeşim Kamile Aktuğlu'ya, değerli hocam Sayın Doç.Dr. Cengiz Yesügey'e ve yetişmemde büyük katkıları olan tüm bölüm hocalarıma teşekkür ederim.

Tez çalışması boyunca büyük bir anlayış ve sabırla destek olan tüm arkadaşlarıma teşekkür ederim.

Son olarak, beni yetiştirip yaşamımın tüm safhalarında destekleriyle ve sevgileriyle yanımda olan babam Prof.Dr. Hasan Rıza AŞIKOĞLU'na, annem Doç. Dr. Meral AŞIKOĞLU'na ve abim Öğr.Gör. Nihat Onur AŞIKOĞLU'na sonsuz teşekkür ederim.

Mimar Ahunur AŞIKOĞLU

SÜRDÜRÜLEBİLİR KONUT YAPILARINDA PASİF SİSTEMLERİN KULLANILAN TEKNİKLER AÇISINDAN İRDELENMESİ; İZMİR İLİ İÇİN BİR UYGULAMA ÖNERİSİ

ÖZ

“Sürdürülebilir Konut Yapılarında Pasif Sistemlerin Kullanılan Teknikler Açısından İrdelenmesi; İzmir İli İçin Bir Uygulama Önerisi” konulu çalışma, Giriş, Sürdürülebilirlik ve Sürdürülebilir Mimari, Sürdürülebilir Yapılarda Pasif Sistem Çözümleri, Sürdürülebilir Yapılarda Kullanılan Pasif Sistemlerin Konut Örnekleri Üzerinden İrdelenmesi, Sonuç ve Model Önerisi olmak üzere beş bölümden oluşmaktadır.

Birinci bölümde; çalışmanın amacı, kapsamı ve çalışmanın yöntemi anlatılmaktadır.

İkinci bölümde; ‘Sürdürülebilirlik’ ve ‘Sürdürülebilir Mimari’ kavramları açıklanmıştır. Kaynak yönetimi ve korunumu, yapının yaşam döngüsü, insan için tasarım kavramlarının yer aldığı ‘Sürdürülebilir Mimaride İlkeler’ ele alınıp incelenmiş, ayrıca tarihi süreç içerisinde ‘Sürdürülebilir Mimarlık Örnekleri’nden literatürde önemli olarak ifade edilenler incelenmiştir.

Üçüncü bölümde; mimaride pasif sistemler, yapı formu, yer seçimi ve yönlendirme, yapı kabuğu ve fiziksel özellikleri, güneş kontrol sistemleri ve doğal aydınlatma, doğal havalandırma, ısıtma ve soğutma sistemleri ele alınarak incelenmiştir.

Dördüncü bölümde; dünyada, son yıllarda inşa edilmiş ve Pasif Ev kriterlerine uygun, ılıman iklimli bölgelerde yer alan altı örnek, çalışma kapsamı içerisine alınmıştır. Konkol Residence, Loblolly House, Rauch House, Denby Dale House, The Larch House, Camden Passivhaus yapıları seçilmiştir. Seçilen bu örneklerde, sürdürülebilirlik ve yapının pasif özellikleri irdelenmiştir.

Son olarak ‘Sonuç’ bölümünde, çalışmanın teorik kısmında ortaya konan kavram ve bilgilerin genel değerlendirilmesi yapılmış olup, mimaride sürdürülebilirliğin taşıdığı önem ortaya konmuş, çalışma kapsamında ele alınıp incelenen yapı

örneklerinin karşılaştırmalı olarak irdelenmesi yapılmıştır. Ayrıca Ege Bölgesi için uygun olabileceği düşünülen, pasif sistemler barındıran bir model önerisi geliştirilmiştir.

Anahtar kelimeler: Sürdürülebilirlik, sürdürülebilir mimarlık, mimaride pasif sistemler, Pasif Ev

EXAMINATION OF PASSIVE SYSTEMS IN SUSTAINABLE RESIDENTAL BUILDINGS IN TERMS OF TECHNIQUES USED; AN APPLICATION FOR İZMİR

ABSTRACT

The study with the title of “ Examination of passive systems in sustainable residential buildings in terms of techniques used; An application for Izmir” is composed of five parts named Introduction, Sustainability and Sustainable Architecture, Passive System Solutions in Sustainable Buildings, Examination of Passive Systems used in Sustainable Buildings through Residential Buildings, Conclusion and Model Suggestion.

In the first chapter; purpose, scope and method of the study is explained.

In the second chapter; ‘Sustainability’ and ‘Sustainable Architecture’ concepts are described. ‘Principles of Sustainable Architecture’ is examined which contains management and conservation of sources, life cycle of building, design for human concepts, additionally ‘Sustainable Architecture case-studies’ which are accepted as important in the literature are examined.

In the third chapter, passive systems in architecture, building form location selection and orientation, building shell and its physical properties, solar control systems and natural lighting, natural ventilation, heating and cooling systems are examined.

In the fourth chapter; six case-studies that were constructed recently, are located in temperate climate regions and meet the criteria of Passive Houses are examined in the study. These six houses are; Konkol Residance, Loblolly House, Rauch House, Denby Dale House, The Larch House and Camden Passivhaus are choosen. Sustainability and passive properties of these case-studies are examined.

Finally in the ‘Conclusion’ chapter, concepts and informations which are put forward in the theoretical part of the study are evaluated and the importance of sustainability in architecture is put forward, also case-studies examined in the study

are compared. Additionally model suggestion containing passive systems; which is thought to be suitable for Aegean Region is developed.

Keywords: Sustainability, sustainable architecture, passive systems in architecture, Passive House

İÇİNDEKİLER

	Sayfa
YÜKSEK LİSANS TEZİ SINAV SONUÇ FORMU	ii
TEŞEKKÜR.....	iii
ÖZ	iv
ABSTRACT	vi
ŞEKİLLER LİSTESİ	xii
TABLolar LİSTESİ.....	xvii
BÖLÜM BİR – GİRİŞ	1
1.1 Çalışmanın Amacı	4
1.2 Çalışmanın Kapsamı	5
1.3 Çalışmanın Yöntemi	6
BÖLÜM İKİ – SÜRDÜRÜLEBİLİRLİK VE SÜRDÜRÜLEBİLİR MİMARLIK	8
2.1 Sürdürülebilirlik	9
2.2 Sürdürülebilir Mimarlık	12
2.3 Sürdürülebilir Mimarlıkta İlkeler	14
2.3.1 Kaynak Yönetimi	15
2.3.2 Yaşam Döngüsü	16
2.3.3 İnsan İçin Tasarım	17
2.4 Sürdürülebilir Mimarlık Örnekleri	18
BÖLÜM ÜÇ – SÜRDÜRÜLEBİLİR YAPILARDA PASİF SİSTEM ÇÖZÜMLERİ	31
3.1 Mimaride Pasif Sistemler	31
3.2 Yapı Formu, Yer Seçimi ve Yönlenme	32

3.2.1 Yapının Yeri ve Yönü	33
3.2.2 Peyzaj ve Bitki Örtüsü	34
3.2.3 Yapının Formu	35
3.3 Yapı Kabuğu ve Fiziksel Özellikleri	37
3.4 Güneş Kontrol Sistemleri ve Doğal Aydınlatma.....	40
3.4.1 Güneş Kırıcılar	42
3.4.2 Doğal Aydınlatma Çözümleri	47
3.4.2.1 Işık Tüpü	48
3.4.2.2 Çatı Penceresi.....	49
3.5 Doğal Havalandırma Sistemleri	50
3.5.1 Rüzgar Bacası.....	51
3.5.2 Rüzgar Kepçesi	54
3.5.3 Trombe Duvarının Havalandırma Etkisi	54
3.5.4 Galeri ve Atrium.....	56
3.5.5 Çift Cidarlı Cephe	57
3.5.6 Çapraz Havalandırma	59
3.6 Isıtma-Soğutma Sistemleri	61
3.6.1 Pasif Isıtma Sistemleri	62
3.6.1.1 Trombe Duvarının Isıtmaya Etkisi.....	62
3.6.1.2 Kış Bahçesi/Sera	64
3.6.1.3 Çakıl Yatağı	65
3.6.1.4 Çatı Havuzu	67
3.6.1.5 Su Duvarı	68
3.6.2 Pasif Soğutma Sistemleri.....	71
3.6.2.1 Işınımsal Soğutma Sistemleri.....	73
3.6.2.2 Evaporatif Soğutma Sistemleri	73
3.6.2.3 Toprak Kaynaklı Soğutma Sistemleri	74
3.7 Pasif Sistemlerin Kullanıldığı Yapılarda Sertifikalandırma	74

BÖLÜM DÖRT – SÜRDÜRÜLEBİLİR YAPILARDA KULLANILAN PASİF SİSTEMLERİN KONUT ÖRNEKLERİ ÜZERİNDEN İRDELENMESİ	80
---	-----------

4.1 Konkol Residance.....	81
4.1.1 Genel Özellikler	82
4.1.2 Pasif Sistemlerin Yapı Bileşeninde Kullanımı.....	87
4.1.2.1 Çevre Dostu Malzeme ve Yalıtım.....	87
4.1.2.2 Yerleşim ve Güneş Kontrolü.....	89
4.1.2.3 Isıtma ve Soğutma	93
4.1.2.4 Aydınlatma	94
4.2 Loblolly House	100
4.2.1 Genel Özellikler	101
4.2.2 Pasif Sistemlerin Yapı Bileşeninde Kullanımı	105
4.2.2.1 Çevre Dostu Malzeme ve Yalıtım	106
4.2.2.2 Yerleşim ve Güneş Kontrolü	106
4.2.2.3 Isıtma ve Soğutma	108
4.2.2.4 Aydınlatma	109
4.3 Rauch House	115
4.3.1 Genel Özellikler	116
4.3.2 Pasif Sistemlerin Yapı Bileşeninde Kullanımı.....	121
4.3.2.1 Çevre Dostu Malzeme ve Yalıtım	121
4.3.2.2 Yerleşim ve Güneş Kontrolü	122
4.3.2.3 Havalandırma	123
4.3.2.4 Aydınlatma	124
4.4 Denby Dale House.....	129
4.4.1 Genel Özellikler	130
4.4.2 Pasif Sistemlerin Yapı Bileşeninde Kullanımı	133
4.4.2.1 Çevre Dostu Malzeme ve Yalıtım.....	134
4.4.2.2 Yerleşim ve Güneş Kontrolü	137
4.4.2.3 Isıtma-Soğutma ve Havalandırma	139
4.4.2.4 Aydınlatma	140
4.5 The Larch House	144
4.5.1 Genel Özellikler	145
4.5.2 Pasif Sistemlerin Yapı Bileşeninde Kullanımı	146

4.5.2.1 Çevre Dostu Malzeme ve Yalıtım	147
4.5.2.2 Yerleşim ve Güneş Kontrolü	148
4.5.2.3 Isıtma-Soğutma ve Havalandırma	149
4.5.2.4 Aydınlatma	149
4.6 Camden Passivehaus	153
4.6.1 Genel Özellikler	154
4.6.2 Pasif Sistemlerin Yapı Bileşeninde Kullanımı.....	155
4.6.2.1 Çevre Dostu Malzeme ve Yalıtım	156
4.6.2.2 Yerleşim ve Güneş Kontrolü	161
4.6.2.3 Havalandırma	162
4.6.2.4 Aydınlatma	163
4.7 İncelenen Örneklerin Değerlendirilmesi	167
4.8 İzmir İli İçin Proje Önerisi	172
BÖLÜM BEŞ - SONUÇ	187
KAYNAKLAR	192

ŞEKİLLER LİSTESİ

	Sayfa
Şekil 2.1 Sürdürülebilir mimarlıkta ilkeler ve stratejiler	15
Şekil 2.2 Sokrates Evi plan ve kesit betimlemesi.....	20
Şekil 2.3 Naturhaus dış görünüşü.....	21
Şekil 2.4 Naturhaus dış görünüşü.....	22
Şekil 2.5 Yapının formu, helezonik bitkilendirme, güneşe göre yönelme, gölgeleme stratejisi.....	23
Şekil 2.6 Mesiniaga güneybatı, doğu, kuzey cepheleri	24
Şekil 2.7 Cephede gölgeleme elemanları	24
Şekil 2.8 Commerzbank binası dış görünüşünün havalandırma konsepti ile şekillenmesi	25
Şekil 2.9 Ofis mekanlarında kullanıcı konforu	26
Şekil 2.10 Otomatik havalandırma sisteminin çift cidarlı cephede çalışması	27
Şekil 2.11 Otomatik havalandırma sisteminin çift cidarlı cephede çalışması	27
Şekil 2.12 Swiss Re gece ve gündüz dış görünüşü	28
Şekil 2.13 Swiss Re binasında rüzgar hareketleri	29
Şekil 2.14 Swiss Re binasında form şekillenmesi	30
Şekil 3.1 Peyzaj tasarımının rüzgar üzerinde etkisi	34
Şekil 3.2 Bina formu ve iklim ilişkisi	36
Şekil 3.3 Yapı formunun enerjiye etkisi	37
Şekil 3.4 ICARUS Binası'nda arojel kullanımı.....	38
Şekil 3.5 ICARUS Binası'nda arojel kullanımı.....	39
Şekil 3.6 Yönlere göre pencere düzeni.....	41
Şekil 3.7 Yapıdaki hacimlerin yerleştirilme şemasına bir örnek.....	42
Şekil 3.8 Terry Thomas mimarlık ofisinde saçak kullanımı	43
Şekil 3.9 Işık raflarının yaz ve kış mevsimlerinde etkileri	44
Şekil 3.10 Işık rafı görseli	44
Şekil 3.11 Terry Thomas mimarlık ofisinde entegre güneş kırıcı eleman	45
Şekil 3.12 Hareketli düşey güneş kırıcı.....	46

Şekil 3.13	Al Bahar Kulesi'nde güneş kırıcı kullanımı.....	46
Şekil 3.14	Al Bahar Kulesi'nde güneş kırıcı kullanımı.....	47
Şekil 3.15	Yapılarda gün ışığından yararlanma yöntemleri	48
Şekil 3.16	Işık Tüpü Uygulaması	49
Şekil 3.17	Çatı penceresi uygulaması.....	50
Şekil 3.18	Gündüz ve gece durumlarında rüzgar bacasının ısı farkından yararlanarak çalışma prensibi.....	52
Şekil 3.19	Rüzgar bacasının basınç farkından yararlanarak çalışma prensibi.....	53
Şekil 3.20	Şematik rüzgar bacası çizimi	53
Şekil 3.21	Bedzed Konutları'nda kullanılan rüzgar kepçeleri.....	54
Şekil 3.22	Trombe duvarının havalandırma etkisi	55
Şekil 3.23	Genzyme Center'da atrium kesiti.....	56
Şekil 3.24	Çift cidarlı cephelerde havalandırma prensibi	57
Şekil 3.25	Sürekliliğine göre çift cidarlı cepheler	58
Şekil 3.26	Havalandırma yöntemine göre çift cidarlı cepheler	58
Şekil 3.27	Dusseldorf City Gate Binası'nda çift cephe uygulaması	59
Şekil 3.28	Şematik olarak çapraz havalandırma.....	60
Şekil 3.29	Portola Valley Town Center' da çapraz havalandırma tasarımı	60
Şekil 3.30	Çapraz havalandırma seçeneklerinin yapı planında gösterimi	61
Şekil 3.31	Trombe duvarının ısıtma prensibi	62
Şekil 3.32	Trombe duvarı kesiti	63
Şekil 3.33	Trombe duvarının gece ve gündüz çalışma prensibi.....	64
Şekil 3.34	Entegre seraların pasif ısıtma sistemi olarak kullanılması	65
Şekil 3.35	Pasif sistemlerde çakıl yatağı kullanımı.....	66
Şekil 3.36	Çakıl/taş yataklarında fan kullanımı	66
Şekil 3.37	Çatı havuzu sisteminin gece/gündüz ve yaz/kış uygulama yöntemleri... ..	67
Şekil 3.38	Su duvarı elemanları.....	69
Şekil 3.39	Su duvarlarında kullanılan katmanlar.	70
Şekil 3.40	Su duvarı olarak bidonların 1991'de konut örneğinde kullanılması.....	70
Şekil 3.41	Su duvarı olarak 55 çelik bidonun 1972'de kullanılması.....	71
Şekil 3.42	Pasif evlerin temel prensipleri	76
Şekil 3.43	Farklı konstrüksiyon tiplerinde dış duvar çözümlenmeleri	77

Şekil 3.44	Dünya üzerinde sertifikalı pasif ev dağılımı	78
Şekil 4.1	Konkol Residence dış görünüş.....	82
Şekil 4.2	Yapının Dış Görünüşü Konkol Residence dış görünüş.....	83
Şekil 4.3	Yapı girişi	83
Şekil 4.4	Giriş katı planı.....	84
Şekil 4.5	Kat planı	85
Şekil 4.6	Üst kat planı	85
Şekil 4.7	Teras planı	86
Şekil 4.8	Konkol Residence uygulama aşaması.....	86
Şekil 4.9	ICF'nin Konkol Residence'de Kullanımı	88
Şekil 4.10	Sistem kesiti	88
Şekil 4.11	Güney cephesi	89
Şekil 4.12	Kuzey cephesi	90
Şekil 4.13	Batı cephesi	90
Şekil 4.14	Bina kesiti.....	91
Şekil 4.15	Temel duvarı detayı.....	91
Şekil 4.16	Çatı detayı	92
Şekil 4.17	Pencere detayı	92
Şekil 4.18	Giriş katı ısıtma planı	93
Şekil 4.19	Havalandırma fotoğrafı	93
Şekil 4.20	2. kat ısıtma planı	94
Şekil 4.21	Yemek odası iç mekan görünümü	95
Şekil 4.22	İç mekan görünümü	95
Şekil 4.23	Doğu cephesi	96
Şekil 4.24	Güneybatı cephesi	96
Şekil 4.25	Loblolly House dış görünüşü	101
Şekil 4.26	Loblolly House Planları	102
Şekil 4.27	Alüminyum iskele inşaatı	103
Şekil 4.28	Loblolly House yapım aşaması	104
Şekil 4.29	Loblolly House'da kullanılan yapı bileşenleri	105
Şekil 4.30	Kuzey ve Doğu cephesi.....	107
Şekil 4.31	Güney ve Batı cephesi.....	108

Şekil 4.32	Loblolly Evi gündüz görünüşü.....	110
Şekil 4.33	Loblolly Evi gece görünüşü	110
Şekil 4.34	Gölgeleme diyagramı	111
Şekil 4.35	Yaşama alanında doğal aydınlatma etkisi.....	111
Şekil 4.36	Rauch Hause dış görünüşü	116
Şekil 4.37	Yapıda doğal malzeme kullanımı.....	117
Şekil 4.38	Alt kat malzeme dokusu	118
Şekil 4.39	İç mekanda tavanda ahşap kullanımı	119
Şekil 4.40	Giriş katı, 1. kat planı	120
Şekil 4.41	3. kat planı ve boyuna kesit.....	120
Şekil 4.42	Rauch Evi'nde doğal yapı malzemelerinin kullanımı	122
Şekil 4.43	Batı cephesi, güney cephesi	123
Şekil 4.44	Doğu cephesi, kuzey cephesi	123
Şekil 4.45	Merdivende açılan aydınlatma delikleri.....	124
Şekil 4.46	Merdiven kovasının üstündeki doğal aydınlatma ve iç mekan duvarı ..	125
Şekil 4.47	Denby Dale Evi dış görünüş.....	130
Şekil 4.48	Denby Dale Evi yığma duvar kesiti	131
Şekil 4.49	Denby Dale Evi giriş kat planı	132
Şekil 4.50	Denby Dale Evi 1. Kat planı	132
Şekil 4.51	Denby Dale Evi kesit.....	133
Şekil 4.52	Dış duvar katmanları	135
Şekil 4.53	1. kat zemin döşemesi kesiti.....	135
Şekil 4.54	Çatı detayı	136
Şekil 4.55	Denby Dale House çatı detayı.....	137
Şekil 4.56	Denby Dale Evi batı cephesi, kuzey cephesi.....	138
Şekil 4.57	Denby Dale Evi doğu cephesi	138
Şekil 4.58	Denby Dale Evi güney cephesi	138
Şekil 4.59	Denby Dale'de kullanılan MVHR sistemi	139
Şekil 4.60	Denby Dale evi iç mekan görünüşü	140
Şekil 4.61	Denby Dale House iç mekan görünüşü,güney cephesi görünüşü	140
Şekil 4.62	The Larch House dış görünüşü.....	145
Şekil 4.63	The Larch House plan ve kesitleri.....	146

Şekil 4.64	Duvar detayı	147
Şekil 4.65	Duvar- döşeme detayı.....	148
Şekil 4.66	The Larch House güney ve kuzey cephesi	149
Şekil 4.67	Camden Passivehaus güney görünüşü	154
Şekil 4.68	Camden Passivehaus ön görünüş	155
Şekil 4.69	Balkon detayı ve Heat2' deki model	156
Şekil 4.70	Döşeme ve duvar birleşim detayı ve termal yalıtım gösterimi	156
Şekil 4.71	Binanın yapım aşamasından görüntü	157
Şekil 4.72	Camden Passivehaus	158
Şekil 4.73	Yapı planı	159
Şekil 4.74	Yapım aşamasından görüntü	160
Şekil 4.75	Bina kesiti.....	160
Şekil 4.76	Camden Passivehaus yeşil çatı ve giriş görünüşü	161
Şekil 4.77	Yapıda yapılan havalandırma ölçümleri	162
Şekil 4.78	Yapıda doğal aydınlatma.....	163
Şekil 4.79	Yapıda doğal aydınlatma.....	164
Şekil 4.80	Karşıyaka'nın İzmir ili içerisindeki konumu	173
Şekil 4.81	Önerilen yapının zemin kat planı	174
Şekil 4.82	Önerilen yapının 1. kat planı	175
Şekil 4.83	Önerilen yapının AA kesiti	176
Şekil 4.84	Önerilen yapının BB kesiti	177
Şekil 4.85	Önerilen yapının CC kesiti.....	178
Şekil 4.86	Önerilen yapının teras detayı.....	179
Şekil 4.87	Önerilen yapının dış duvar ve çatı detayı.....	180
Şekil 4.88	Önerilen yapının dış duvar detayı	181
Şekil 4.89	Önerilen yapının döşeme detayı.....	182
Şekil 4.90	Proje oluşturulmasında izlenen yol	189

TABLULAR LİSTESİ

	Sayfa
Tablo 4.1 Konkol Residence yapı künyesi	81
Tablo 4.2 Konkol Residence U-değerleri ve malzeme tablosu	97
Tablo 4.3 Konkol Residence’da kullanılan pasif sistemler	98
Tablo 4.4 Konkol Residence’da sürdürülebilir tasarım kriterleri.....	99
Tablo 4.5 Loblolly House yapı künyesi	100
Tablo 4.6 Loblolly House U-değerleri ve malzeme tablosu.....	112
Tablo 4.7 Loblolly House’da kullanılan pasif sistemler.....	113
Tablo 4.8 Loblolly House’da sürdürülebilir tasarım kriterleri	114
Tablo 4.9 Rauch House yapı künyesi	115
Tablo 4.10 Rauch House U-değerleri ve malzeme tablosu	126
Tablo 4.11 Rauch House’da kullanılan pasif sistemler	127
Tablo 4.12 Rauch House’da sürdürülebilir tasarım kriterleri	128
Tablo 4.13 Denby Dale yapı künyesi	129
Tablo 4.14 Denby Dale House U-değerleri ve malzeme tablosu	141
Tablo 4.15 Denby Dale House’da kullanılan pasif sistemler	142
Tablo 4.16 Danby Dale House’da sürdürülebilir tasarım kriterleri	143
Tablo 4.17 The Larch House yapı künyesi	144
Tablo 4.18 The Larch House U-değerleri ve malzeme tablosu.....	150
Tablo 4.19 The Larch House’da kullanılan pasif sistemler.....	151
Tablo 4.20 The Larch House House’da sürdürülebilir tasarım kriterleri	152
Tablo 4.21 Camden Passivhaus yapı künyesi.....	153
Tablo 4.22 Camden Passivhaus U-değerleri ve malzeme tablosu.....	164
Tablo 4.23 Camden Passivhaus’da kullanılan pasif sistemler.....	165
Tablo 4.24 Camden Passivhaus’da sürdürülebilir tasarım kriterleri	166
Tablo 4.25 İncelenen örneklerin U değerleri.....	167
Tablo 4.26 İncelenen örneklerde kullanılan pasif sistemlerin toplu olarak irdelenmesi	168
Tablo 4.27 İncelenen örneklerde sürdürülebilir tasarım kriterlerinin toplu olarak irdelenmesi	169

Tablo 4.28 İncelenen örneklerin enerji tüketimi ve hava sızdırmazlık açısından irdelenmesi	171
Tablo 4.29 İzmir ili için önerilen projenin künyesi	172
Tablo 4.30 İzmir Evi U-değerleri ve malzeme tablosu	183
Tablo 4.31 İzmir Evi U-değerleri hesaplama çizelgesi	185
Tablo 4.32 İzmir Evi'nde kullanılan pasif sistemler	186

BÖLÜM BİR

GİRİŞ

Dünyada 200 yıl öncesine kadar enerji üretimi ve kullanımı yok denecek kadar azdı. Buharlı makinenin icadı ve sanayi devriminin ortaya çıkması ile birlikte enerjinin üretimi ve kullanımı yaygınlaşmaya başlamıştır. İlk dönemlerde enerji odun ve kömürden elde edilmiştir. Dünyada 1882 yılında ilk hidroelektrik santrali kurularak enerji üretilmeye başlanmıştır. İlk hidroelektrik santralde enerji üretimi 132 yıl önce başlamıştır. Kömür santrallerinden ise 125 yıla yakın bir süreden beri, nükleer santrallerden 50 yıldan, doğalgaz santrallerinden 50 yıla yakın süreden beri enerji üretilmektedir. Dünyada enerjinin yaygın olarak üretim ve tüketimi üzerinden 50 yıldan uzun bir süre geçmemiştir (Nükleer Güç Santralleri ve Türkiye, bt).

Dünya nüfusuna bakıldığında 100 yıl önce 1.5 milyar olan nüfus, iki büyük dünya savaşının yaşanmasına rağmen 5 kat artarak 7.5 milyar düzeyine ulaşmıştır. Dünya nüfusu bu zaman diliminde 5 kat artmasına rağmen enerji üretimi ve tüketimi 5 bin katın üzerinde artmıştır (Utku, 2006).

Dünyada son 100 yılda teknolojinin hızla gelişmesi ile, bir taraftan yeni ulaşım araçlarının geliştirilip hızla yaygınlaşması sağlanırken, diğer taraftan yeni elektronik araçların kullanımı yaygınlaştırılmıştır. Ayrıca; gelişen teknolojiyle birlikte insanoğlu, daha rahat, huzur ve konfor içerisinde yaşayacak binalara ihtiyaç duymaya başlamıştır. Bununla beraber binalarda insanların rahat ve konforlu yaşayabilmeleri için gerekli olan enerji ihtiyacı da artmıştır. Bu gelişmeler insanoğlunu enerjiye daha bağımlı hale getirmiştir.

Enerji kaynaklarının bir kısmı tükenbilir enerji kaynaklarıdır, bir kısmı ise yenilenebilir enerji kaynaklarıdır. Son 100 yıl içerisinde tükenbilir enerjinin önemli bir kısmı tükenmiştir. Bunlardan petrol için 40 yıllık , kömür için 35 yıllık, doğalgaz için 45 yıllık enerji rezervi kaldığı genel kabul görmüş bir şekilde tahmin edilmektedir (Nükleer Güç Santralleri ve Türkiye, bt).

Dünyada şu an 441 santralde nükleer yöntemlerle enerji üretimi yapılmaktadır. Kuruluşundan 50 yıla yakın zaman geçmesine rağmen nükleer yöntemlerle enerji üretiminin güvenilirliği konusunda tam bir fikir birliğine varılamamıştır. Son 30 yılda yaşanan Çernobil Nükleer Santrali kazası ve Japonya depremi sonrası, Japonya'da ortaya çıkan nükleer santral kazaları sorunun önemini bir kez daha ortaya koymuştur (Nükleer Güç Santralleri ve Türkiye, bt).

Dünyada teknolojinin gelişmesi ile birlikte enerjiye olan ihtiyaç çoğalırken, diğer taraftan ortaya çıkan nüfus artışı, enerjiye olan ihtiyacı daha da arttırmıştır. Birçok görüşe göre kişi başına enerji tüketimi gelişmişlik düzeyinin göstergesi olarak ifade edilmektedir. Son 100 yılda dünyada var olan enerji rezervlerinin bazılarının yarısına yakın kısmı, bazılarının da yarısından fazlası tükenmiş durumdadır (Nükleer Güç Santralleri ve Türkiye, bt). İnsanoğlu medeniyetini geliştirerek devam ettirmek istiyorsa enerjiyi etkin ve verimli bir şekilde kullanmak zorundadır. Bunun için sürdürülebilir kaynaklardan enerji sağlamak kaçınılmaz bir zorunluluk olarak ortaya çıkmaktadır. Güneş, rüzgar, dalga vb. sürdürülebilir kaynaklardan enerji üretmek bir çıkış yolu olarak görülebilir. Ancak enerji ihtiyacını en aza indirecek çözümleri mimaride ortaya çıkarmak ve bu çözümlere göre binalar tasarlayıp inşa etmek kalıcı ve rasyonel seçeneklerin en önemlilerindedir. Bu nedenle çalışmada enerji verimliliğini maksimum kılacak, enerji ihtiyacını minimize edecek mimari çözümlerin ortaya konması ve incelenmesi yapılmıştır.

Bir yapının inşa edildiği bölgenin bulunduğu iklim kuşağının karakteristik özellikleri; yapının ısıtılmasına, soğutulmasına, aydınlatılmasına ve havalandırılmasına önemli ölçüde etki etmektedir. Yapı içerisindeki konfor koşulları sağlanırken; aktif ısıtma, soğutma, havalandırma ve aydınlatma sistemlerine olan ihtiyacı minimum kılacak pasif sistem çözümleri geliştirilmiştir.

Aktif ısıtma ve iklimlendirme sistemlerine minimum düzeyde görev yüklenmesiyle, yapma enerji kaynaklarının kullanımının ve enerji harcamalarının en az seviyeye indirgeneceği açıktır (Efe, 2009). Aktif ısıtma ve iklimlendirme sistemlerinin kullanımı yerine, yapı tasarımının ilk safhalarında, yapının bulunduğu

iklim kuşığı dikkate alınarak, yapının yeri, yönü, yapı kabuğu, kullanılan malzemelerin özellikleri ve yapım sistemleri kararlaştırılmalıdır. Bu sayede iç mekan konforunun sabit tutulması amaçlanarak tasarlanmış pasif sistem detay çözümlerine ve uygulama kararlarına ulaşmak mümkün olabilmektedir.

Dünyada, başta Avrupa'da olmak üzere, birçok ülkede, pasif sistemler kullanarak, az enerji tüketen, çevreye duyarlı sürdürülebilir yapılar inşa edilmektedir. 1990'lı yıllarda pasif sistemlerin, belirli standartlar çerçevesinde kullanıldığı yapılar, sertifikalandırılmaya başlanmıştır. Bu amaçla dünyada ilk defa, 1996 yılında Almanya'da Pasif Ev Enstitüsü kurulup faaliyete geçirilmiştir.

Bir sürdürülebilir yapının, bulunduğu iklim kuşağına uygun pasif sistem çözümleri ile tasarlanıp, aktif sistemlere en az ihtiyaçla iç mekan konforunun sağlanması günümüzde önem kazanmaktadır. Bu nedenle bu çalışmada, sürdürülebilir yapılarda kullanılan pasif sistem çözümleri sistematik olarak irdelenip, örnekler üzerinden incelenmiştir.

Dünya üzerinde en yaygın bulunan yapı tipinin konutlar olması sebebiyle, çalışmanın örnek inceleme bölümlerinde konutlar irdelenmiştir. Konutların her birinde, pasif sistem çözümlerinin, tasarım aşamasında ya da yapının inşasından sonra kullanılması sonucunda, dünya çapında büyük bir enerji ve tüketilebilir kaynak kullanımını tasarrufu olacağı öngörülmektedir.

İncelenen örnekler, sürdürülebilirlik ve kullanılan pasif sistem çözümleri açısından değerlendirilip, benzer iklim kuşağında bulunan yapılarda kullanılan çözümler belirlenmiştir. İncelenen altı örnekten dört tanesini Pasif Ev sertifikasını alan yapılar oluşturmaktadır. Bu örneklerin, çalışmanın ilerleyen bölümlerinde belirtilecek olan pasif ev parametrelerine uygun olan, içlerinde pasif sistemler barındıran, sertifikalandırılması sebebiyle literatürde bu yapılara dair net nicel bilgiler bulunan yapılar olmasıyla beraber, çalışma kapsamına yapılarda kullanılan pasif sistemlerin incelenmesi amacı ile alınmıştır.

Son olarak, incelenen pasif sistemler ve örnekler sentezlenip, İzmir ili için, pasif sistem çözümlerinin kullanıldığı bir konut yapısı uygulama detayları ile sunulmuştur.

1.1 Çalışmanın Amacı

Yaşam için enerji en temel ihtiyaçlardan birisidir. Ülkelerin gelişmişlik düzeyleri enerji tüketimine bağlı olarak ölçülmektedir. Şimdiye kadar enerji üretiminin büyük çoğunluğu, tükenebilir kaynaklardan sağlanmıştır. Tükenebilir kaynakların rezervi sınırlıdır. Bu rezervler bittiğinde enerji üretimi de son bulacaktır. Enerji üretiminin son bulmasıyla birlikte yaşamın gelişmesinin durması, gerilemesi hatta önemli ölçüde insan yaşamında sıkıntıların başlamasına sebep olacaktır. Bu nedenle enerjinin sürdürülebilir kaynaklardan üretilmesi ve bunun yanında binalarda tüketilen enerjinin, bir ülkedeki enerji tüketiminin yaklaşık yarısı olmasından dolayı, binalardaki enerji ihtiyacını azaltmak için, mimaride pasif sistemlerin uygulanması hayati önem taşımaktadır.

Aynı zamanda sürdürülebilir yaşam şartlarının oluşturulabilmesi, bugünkü sahip olduğumuz doğal koşulların gelecek nesillerin yaşamlarını sürdürebilmesi için aynen bırakılması önem taşımaktadır. Bundan dolayı; gelecek nesillerin devamını konforlu bir şekilde sağlayabilmek için kaynakları etkin ve verimli kullanacak çözümler üretmek gerekmektedir. Çalışmada, bu çözümlerin önemli bir kısmı, insanların yaşamlarını sürdürdüğü ve dünya üzerindeki enerjinin en fazla tüketiminin olduğu konut yapılarında ele alınıp incelenmektedir.

Bu nedenle, bu çalışmada, mimaride kullanılan pasif sistemlerin neler olduğu üzerinde durularak enerji verimliliğini maksimum kılacak, enerji ihtiyacını minimize edecek ve yaşam konforunu arttıracak mimari çözümlerin ortaya konması ve incelenmesi amaçlanmıştır.

Çalışmanın ilerleyen bölümlerinde dünya üzerinde en yaygın bulunan yapı tipi olan konutlar, pasif sistem çözümleri açısından ele alınıp incelenmiştir. Bu irdelemenin amacı, bu ve benzeri çalışmalar sonrasında pasif sistemlerin konutlarda

kullanımının yaygınlaşması gerektiğinin, bu sayede dünya çapında büyük oranda enerji tasarrufu ve kaynak korunumu yapılabileceğinin ortaya konmasıdır. Sürdürülebilirlik ve kullanılan pasif sistem çözümlerinin incelenmesi, sistematik olarak ortaya konması, örnekler üzerinden irdelenmesi ve tüm çalışmanın sonunda etkin ve yaygın olarak kullanılan çözümlerin detaylarının geliştirilip ülkemiz için bir proje geliştirilmesi amaçlanmıştır.

1.2 Çalışmanın Kapsamı

Çalışmada; sürdürülebilirlik kavramı, sürdürülebilir mimarlık, sürdürülebilir mimarlığın temel ilkeleri olan kaynak yönetimi ve korunması, yapının yaşam döngüsü, insan için tasarım ilkeleri ortaya konulmuş ve tarihsel süreç içerisinde sürdürülebilir yapılardan öne çıkan yapılar örneklendirilerek incelenmiştir.

Sürdürülebilir yapılarda pasif sistem çözümleri ele alınmış, yapılarda enerjinin etkin kullanımının sağlanmasında etkili olan; yapı formu, yer seçimi, yönlenme, yapı kabuğu, güneş kontrol sistemleri ve doğal aydınlatma, doğal havalandırma, doğal ısıtma ve soğutma sistemleri incelenmiştir.

Kullanılan pasif sistemlerin irdelenmesi açısından seçilen örneklerin tamamını yurtdışında yer alan, İzmir ili ile yakın enlemlerde ılıman iklimli bölgelerde bulunan konut örnekleri oluşturmaktadır. Örneklerin konut tipleri üzerinden seçilmesinin temel nedeni, dünya üzerinde en yaygın bulunan yapı tipini konutların oluşturmasıdır. Konutlarda uygulanan pasif sistem çözümleri dünya üzerinde ne kadar artarsa dünyadaki toplam enerji tüketimi de o kadar büyük oranda azalacaktır.

Çalışmada, sürdürülebilir yapılarda kullanılan pasif sistemlerin konut örnekleri üzerinden irdelenmesi yapılmıştır. Bu kapsamda dünyada öne çıkan altı örnek ele alınıp pasif sistem özellikleri açısından karşılaştırmalı olarak irdelenmiştir. Seçilen yapıların taşıdığı pasif ve sürdürülebilir özellikler tablolar halinde düzenlenerek, hangi yapılarda hangi sistemlerin kullanıldığı ve yapı bütününe ne kadar fayda sağlandığı niceliksel olarak ortaya konulmuştur.

Mimaride pasif sistemlerin kullanımının büyük ölçüde doğanın korunmasına olumlu yönde etki ettiği, insanların yaşam kalitesini arttırdığı ve yaşam boyu ısıtma, havalandırma, soğutma ve aydınlatma maliyetlerinin azaltılmasına önemli katkı sağladığı ortaya konulmuştur.

Ayrıca sürdürülebilir mimarlık ilkelerini ve pasif sistemler kavramlarını içeren Ege Bölgesi İzmir ili, Karşıyaka İlçesi için bir konut projesi tasarlanmıştır.

Son olarak ise, genel bir değerlendirme ve çözüm önerilerini içeren sonuç bölümü hazırlanmıştır.

1.3 Çalışmanın Yöntemi

Çalışmada öncelikle sürdürülebilirlik ve sürdürülebilir mimarlık kavramı konusunda literatür taraması yapılmıştır. Bu kapsamda sürdürülebilirlik konusunda dünyada genel kabul görmüş düzenlemeler araştırılmış, 1972’de Stockholm’de düzenlenen Birleşmiş Milletler, Çevre ve Gelişme Konferansı’nda ilk olarak sürdürülebilirlik kavramından söz edildiği saptanmıştır. Daha sonra sürdürülebilir mimarlık konusu ele alınmış, sürdürülebilir mimarlığın temel ilkeleri, sürdürülebilir mimarlığın öne çıkan örnekleri üzerinde literatür araştırması yapılmıştır.

Sürdürülebilir mimarlıkta kullanılan pasif sistemlere ilişkin olarak dünya literatürü incelenerek yapılan çalışmalara ulaşılması amaçlanmıştır. Ayrıca; Türkiye’de bu konuda yapılmış YÖK’te yer alan bu ve benzeri konularda yapılmış tezlerin büyük bir kısmına ulaşıp incelenmiştir. Bununla birlikte, üniversitelerimizde bu alanda çalışan bilim insanlarının yapıp yayınladığı, makale, kitap vb. çalışmalar ile bildirilere büyük ölçüde ulaşılmıştır. Bu aşamadan sonra, sürdürülebilir yapılarda kullanılan pasif sistemlerin neler olduğu teorik olarak ortaya konmuştur.

Çalışmanın teorik kısmı tamamlandıktan sonra, sürdürülebilir yapılarda kullanılan pasif sistemler, örnekler üzerinden incelenmiş, tablolar oluşturularak seçilen altı örnek binada kullanılan sistemler ve verimlilik karşılaştırmalı olarak irdelenmiştir.

Çalışmanın ikinci ve üçüncü bölümlerinde yer alan teorik bilgiler ve dördüncü bölümünde yer alan örneklerin sentezi sonucunda Türkiye, İzmir için, etkin ve verimli olması planlanan, iklime ve bölgeye uygun pasif sistemlerin kullanıldığı, yapı kabuğunun detaylandırılarak tasarlanan bir proje önerisi geliştirilmiştir. Projenin nicel verilerine, İZODER TS825 programı kullanılarak tasarlanan detaylar ile ulaşılmış ve tasarlanan proje için de sürdürülebilir tasarım kriterleri ve kullanılan pasif sistemler tabloları oluşturulmuştur.

Son olarak ise; çalışmanın genel bir değerlendirmesi yapılan ve bu doğrultuda bir takım öneriler yapılan sonuç bölümü hazırlanmıştır.

BÖLÜM İKİ

SÜRDÜRÜLEBİLİRLİK VE SÜRDÜRÜLEBİLİR MİMARLIK

Milyarlarca yıl önce oluşan dünya; çeşitli doğa koşullarını, kaynakları ve insanlığın bir takım ihtiyaçlarını da beraberinde oluşturmuştur. Dünya üzerinde yaşayan bizlerin, sonraki nesillere yaşanabilir dünya bırakmak için duyarlı davranmamız gerekmektedir. Yaşanılan çevreye verilen zararlar kalıcı olabilir ve sonraki nesilleri etkileyebilecek sonuçlar doğurabilir.

İlk çağlardan itibaren insanlar doğanın olumsuz koşullarından korunmak için doğanın olumlu yönlerini kullanmışlardır. Yaz sıcağından, kış soğuşundan korunmak için insanlar doğanın onlara verdiği mağaralarda barınmışlardır. İnsanın temel ihtiyaçlarından olan barınma hem belirli konfor koşullarını sağlamalı, hem korunma sağlamalıdır. Bu işlevler yerine getirilirken de barınılan mekan doğaya zarar vermeyecek biçimde oluşturulmalıdır. Barınılan o mağaralar her ne kadar inşa edilmemiş doğal oluşumlar olsa da insanlar güneşin etkilerinden maksimum fayda görmek, rüzgar ve yağıştan az etkilenmek için mağara yer seçimlerini iklime göre yapmışlardır.

İçinde bulunduğumuz dünya bize pek çok enerji kaynağı sunmaktadır. Bu kaynakları en verimli ve etkin biçimde kullanmak gelecek nesillere miras bırakabilmek için gereklidir. Bu kaynaklar yenilenebilir ve yenilenemeyen kaynaklar olarak iki grupta incelenebilir (Yeang, 2008). Daha ileriki bölümlerde kaynak türlerine detaylı olarak değinilecektir. İnsanoğlu kaynak mirasını gelecek nesillere taşıyabilmek için yenilenemeyen petrol gibi kaynakları verimli ve tasarruflu, yenilenebilir kaynakları ise etkin bir biçimde kullanmalıdır. Dünyada yenilenemeyen ve kısıtlı olan kaynakların, yalnızca şu anda yeryüzünde yaşayan insanlara ait olmadığını, gelecek nesillerin de bu kaynaklar üzerinde hakkı olduğunun bilincinin yayılması gerekmektedir. Hatta fosile dayalı enerji kaynakları tüketildiğinde, yerine yeni enerji kaynaklarının bulunması mümkün olmadığında, insanlığın yaşamının tehlikeye girmesi bile söz konusu olabilecektir. Bu nedenle

insanoğlu, tüklenme özelliği taşıyan kaynakların kullanımında kendine büyük ölçüde sınırlamalar getirmelidir. Tükenebilir kaynakların yerine, tükenemeyecek, yenilenebilir doğal kaynaklardan (rüzgar ve güneş vb.) enerji üretim yöntemlerini tercih edebileceği gibi doğanın olumlu şartlarından da yararlanarak ihtiyaç duyduğu kaynakların miktarını azaltabilir. İnsanların bu çabalar içerisinde girip dünyanın kıt kaynaklarını gelecek nesillere de aktaracak şekilde yaşamının planlanması sürdürülebilirlik kavramında karşılık bulmaktadır.

2.1 Sürdürülebilirlik

Sürdürülebilirlik İngilizce Sustainability kelimesinin Türkçe karşılığıdır. Sustainability, İngilizce kökenli bir sözcük olup Sustain kelimesinden türemiştir. Sustain kelimesinin sözlük anlamı “ayakta tutmak, yaşamasını sağlamak, çökmesine engel olmak, devam ettirmek, sürdürmek, ağırlığı çekmek, doğrulamak, tasdik etmek, kaldırmak, katlanmak, doğru olduğunu kabul etme” ifadeleriyle karşılık bulmaktadır (Bezmez ve Brown, 2012). Ancak ‘sustain’ kelimesi –able ekini alıp ‘sustainability’ olarak ifade edilmekte, bunun Türkçe literatürdeki ifadesi de Sürdürülebilirlik olarak genel kabul görmektedir.

Sürdürülebilirlik ile ilgili yaklaşımlar, “1972’de Stockholm’de düzenlenen Birleşmiş Milletler, Çevre ve Gelişme Konferansı ile dönemin kalkınma ilkelerinin geçerliliği uluslararası arenada tartışmaya açılmış, çevre ve gelişmenin bir arada ele alınması gereken olgular olduğu vurgulanmıştır. Sürdürülebilirlik ile ilgili kimi esaslar, yasalarda yer almasa bile, literatürde ilk kez yer almıştır” (Durmuş Arsan, 2010).

Sürdürülebilirlik kavramı olarak, Dünya Doğayı Koruma Birliği (IUCN) tarafından 1982 yılında kabul edilip yayınlanan ‘Dünya Doğa Şartı’ belgesinde yer almıştır. Dünya Doğayı Koruma Birliği’nin yayınladığı ‘Dünya Doğa Şartı’ belgesinde sürdürülebilirlik kavramı, “insanların yararlandığı ekosistem, organizmalar, kara, deniz ve atmosfer kaynaklarının, optimum sürdürülebilirliğini başarabilecek biçimde yönetilmeleri gerektiği; ancak bunun ekosistemlerin ve

türlerin bütünlüğünü tehlikeye atmayacak biçimde yapılması gerektiği öngörülmektedir” şeklinde kullanılmıştır (Jeffery, 2006).

Sürdürülebilirlik kavramının en çok bilinen ve en yaygın olarak kullanılan resmi tanımı 1987 yılında Dünya Çevre ve Kalkınma Komisyonu (WCED) tarafından yayınlanmıştır. Yayınlanan rapor Komisyonun başkanlığını yapan Norveç Başbakanı Gro Harlem Brundtland’ın adıyla anılan Brundtland Raporu’dur. Bu raporla beraber sürdürülebilirlik kavramı ilk kez resmi olarak kayıt altına alınmıştır. Dünya Çevre ve Kalkınma Komisyonu (WCED)’in , 1987 yılında hazırlayıp yayınladığı Ortak Geleceğimiz Raporu’nda sürdürülebilirliğe ilişkin olarak, “insanlığın gelişimini, bugünkü kuşakların gereksinimlerini, gelecek kuşakların gereksinimlerine zarar vermeyecek şekilde devam ettirebilmeleri” şeklinde tanım yapmıştır (World Commission on Environment and Development [WCED], 1987).

WCED’in raporunda sürdürülebilirlik; “doğal kaynakların korunması ve yönetimini içerdiği kadar, bugünkü ve gelecek kuşakların isteklerinin karşılanmasını ve bu alanda devamlılığın sağlanmasını gerçekleştirmek için her türlü teknolojik ve kurumsal düzenlemelerin yapılmasını da kapsayan bir değişim süreci” olarak ele alınmıştır (WCED, 1987).

Stockholm Konferansı’nın 20. yılında, Birleşmiş Milletler, aradan geçen 20 yılın genel bir değerlendirmesini yapmak ve geleceğe yönelik çevre politikalarını belirlemek amacıyla, Çevre ve Kalkınma Konferansı’nı düzenlemiştir. 3-14 Haziran 1992 tarihleri arasında Rio’da toplanan zirve bekleneni verememiş, bağlayıcı bir sözleşme, “ Dünya Çevre Sözleşmesi” imzalanamamıştır. Rio Zirvesi, ikisi sözleşme, ikisi bildirge ve biri de program olmak üzere, Biyolojik Çeşitlilik Sözleşmesi, İklim Değişikliği Sözleşmesi Rio Bildirgesi, Orman İlkeleri Bildirgesi ve Gündem 21 isimli beş belge ile sona ermiştir. Zirve sonrasında yayınlanan 27 maddelik sonuç bildirgesinde (Rio Deklarasyonu), çevre hakkı, barış, gelişme ve çevrenin karşılıklı bağımlılığı, çevrenin korunması ile kalkınmanın bir bütün teşkil ettiği bir kez daha vurgulanmakta; devletler, çevreye

zarar veren üretim ve tüketim tarzlarını terk etmeye ve çevre koruyucu ulusal yasalar geliştirmeye çağrılmaktadır (Uysal, 2002).

Çevre duyarlılığı ve sürdürülebilirlik hakkında düzenlenen bir diğer önemli zirve 1997'nin Aralık ayında, Japonya'nın Kyoto şehrinde toplanan Birleşmiş Milletler Küresel Isınma Konferansı'dır. Birleşmiş Milletler Küresel Isınma Konferansı, Rio 'da konuşulan konuların devamı niteliğinde olmasıyla birlikte, Stockholm Konferansı'nda oluşturulan sözleşmelerin güvence altına alınmasını da sağlamıştır. "Kyoto, alarm veren ciddi iklim değişikliği sistemlerine karşın, sadece gelişmiş ülkelerle sınırlı olmak üzere, 2012 yılındaki CO2 salınımının 1990'daki düzeyden ortalama %5 gibi hiç de yeterli olmadığı bilinen bir orana düşürülmesinin kabul edildiği bir protokolle sonuçlanmıştır" (Uysal, 2002).

70'li yıllardan günümüze değin süregelen, çeşitli uluslararası seminer, topluluk, kongre, uluslararası toplantılarda sözü geçen 'sürdürülebilirlik' kavramı gittikçe önem kazanan, yaşam tarzı haline getirilen bir yaklaşım olmuştur. Farklı bilim dalları tarafından, yakın anlamlarda kullanılan 'sürdürülebilirlik' tanımı için yapılan bir takım görüş ve tanımlamalar vardır.

Gilman'a göre "en geniş kapsamıyla sürdürülebilirlik bir toplumun, ekosistemin, ya da işlevini sürdüren bir sistemin, belirsiz bir geleceğe kadar kaynaklarını verimli bir şekilde kullanıp varlığını sürdürmeye devam etmesidir" olarak tanımlanmaktadır (Gilman, 1992).

Erengözgin'e göre sürdürülebilirlik kavramı, "her şeye rağmen" değil, "her şeyi dikkate alarak" yaşamı sürdürme çabasıdır" şeklinde tanımlanmıştır (Erengözgin, 2005).

Dünya üzerindeki kaynakların korunarak, insanoğlunun yaşamı için gerekli olan ekosistemin veya bir düzenin gelecek için devamlı olmasını, sürdürülebilirlik olarak tanımlamak mümkündür.

2.2 Sürdürülebilir Mimarlık

İnsanoğlu geçmişte yalnızca dünyadaki kaynakları kullanmaya odaklanmış, kaynakların tükenebilir olduğunun bilincine varamamıştır. Dünyada varolan kaynakların, tükenebileceğinin bilincine varılması ile birlikte, bu kaynakların sürekliliğinin sağlanması amacıyla çalışmalara başlanmıştır ve kaynakların sürdürülebilirliği konusunda birçok ülkenin bir araya gelmesi ile birlikte sürdürülebilirlik kavramı genel kabul görmüştür. Sürdürülebilirlik kavramının genel kabul görmesi ile birlikte, sürdürülebilirliğin hangi alanlarda nasıl kullanabileceği tartışılmaya ve bu konuda görüşler bildirilmeye başlanmıştır. Sürdürülebilirlik kavramının önemli bir çalışma alanı da insanların, mekan ihtiyaçlarını karşılayacak yapılar olmuştur. Mimaride sürdürülebilirlik kavramının ortaya çıkması ve bu kapsamda bilimsel düzeyde çalışmaların yapılmaya başlanması, yapıların sürdürülebilirlik anlayışıyla planlanıp inşa edilmeye başlanmasını da beraberinde getirmiştir.

1970'li yıllarda petrol krizinin yaşanması ile birlikte, 1980'li yıllarda, dünyada enerji bağımlılığına ve tüketimine karşı önemli bir duyarlılık ortaya çıkmıştır. Bu duyarlılık sonucunda, doğal kaynakların tüketimini sınırlayacak, çevre kirliliğini en alt düzeye indirecek, yenilenebilir enerji kaynaklarının geliştirilip yaygınlaşmasını sağlayacak politikalar üretilmeye başlanmıştır. Bu politikalar sonucunda yeni nesil rüzgar tribünleri, enerji üreten kaplama sistemleri, güneş enerjisi ile çalışan enerji santalleri hatta güneş panelleri ile çalışan taşıtlar üzerinde çalışmalar başlatılmıştır (Foster, 2003). 1980 yılından itibaren dünyada yaşanan gelişmeler, mimariyi de her açıdan önemli şekilde etkilemiştir.

Dünyada kullanılan enerjinin %50'sinden fazlasının yapılarda kullanılmasının anlaşılması ile birlikte binalarda enerji kullanımını minimize edecek çözümler üzerinde çalışılmaya başlanmıştır (Erengözgin, 2005). İlk aşamada bu çözümlerin başlıcalarını yapının konumu, yönü, formu, strüktürü, ısıtma-havalandırma sistemi, kullanılan malzemelerin tümü, binanın inşa süreci, bakım ve onarımı, işlevi, esnekliği, kullanım ömrü oluşturmaktadır (Foster, 2003). Her ne kadar bu çözümler

sürdürülebilir mimarlığın temellerini oluştursa da bu çözümlerden yararlanabilmesi toplumun eğitimine, kültürüne ve temel alışkanlıklarına da bağlı olabilmektedir (Drexler ve El Klouli, 2012).

Sürdürülebilir mimarlık, kaynakların etkin ve ekolojik tabanlı ilkeler çerçevesinde kullanılmasıyla sağlıklı inşa edilmiş bir çevrenin oluşturulması şeklinde tanımlanmıştır (Chen ve Chambers, 1999).

Sürdürülebilir mimarlık hakkındaki bir başka tanım da, kaynakların kullanımında etkin olan malzeme ve metotların kullanıldığı ve çevrenin sağlığı ile kullanıcı, inşaat işçisi, toplum ve gelecek nesillerin ortak sağlığından ödün vermeyen binaların tasarımı ve yapımı şeklindedir (Landman, 1999).

Sev A, Sürdürülebilir Mimarlık başlıklı kitabında, sürdürülebilir mimarlık hakkında “Sürdürülebilir mimarlık, içinde bulunduğu koşullarda ve varlığının her döneminde gelecek nesilleri de dikkate alarak, yenilenebilir enerji kaynaklarının kullanımına öncelik veren, çevreye duyarlı, enerjiyi, suyu, malzemeyi ve bulunduğu alanı etkin şekilde kullanan, insanların sağlık ve konforunu koruyan yapılar ortaya koyan faaliyetlerin tümüdür” cümlesi ile tanımlama yapmıştır (Sev, 2009).

“Sürdürülebilir tasarım, ekolojik tasarım olarak da tanımlanabilir. Tasarımın, yapım sistemlerinin tüm yaşam döngüleri ile biyosferdeki ekolojik sistemleri entegre edebilmesidir. Yapı malzemeleri ve enerji kullanımı, çevreye minimum etki yapacak şekilde- kaynaktan yapıdaki en küçük ekipmana kadar- ekolojik sistemlerle uyum içerisinde çalışmalıdır” (Yeang, 2011, s.37).

Altın M. sürdürülebilir mimarlık kapsamında en çok geçen konuları aşağıda belirtildiği gibi 7 başlıkta sıralamıştır.

- Yapı alanının etkin kullanımı (bulduğu çevreye, iklime uygun tasarım)
- Enerji korunumu (ısı yalıtımı, enerji ihtiyacının azaltılması, pasif ve aktif enerji sistemlerinin kullanılması vb. gibi)
- Yeni ve yenilenebilir enerji kaynakları kullanımı

- Su korunumu (yağmur suyu kullanımı, kullanım suyunun arıtılarak kullanılması vb. gibi)
- Yerel malzeme ve iş gücü kullanımı (yakındaki malzemelerin ve iş gücünün tercih edilmesi)
- Atık yönetimi
- Geri dönüşüm (geri dönüşümlü malzeme kullanımı)

Sürdürülebilir mimarlık eseri bir akıllı yapı cephesinin bu özelliklerden en az bir tanesine, daha iyisi hepsine sahip olması beklenir (Altın, 2013).

Sürdürülebilir mimarlık, insanoğlunun, konforlu ve sağlıklı koşullarda yaşaması için, kaynakları verimli, enerjiyi etkin biçimde kullanarak, ekolojiye zarar vermeyen, çevreye duyarlı yapıların, tasarlanması, yapımı, kullanımı, geridönüşümü süreçlerini kapsayan bir yaklaşımdır.

2.3 Sürdürülebilir Mimaride İlkeler

Sürdürülebilir mimaride yapının, ekolojik, ekonomik, sosyal ve kültürel sürdürülebilirlik boyutuyla tanımlanması gerektiği ve sürdürülebilir mimarlıkta genel kabul görmüş temel ilkeler olduğu vurgulanmaktadır. Bu bağlamda, ekolojik sürdürülebilirlik, kaynakların ve ekosistemin korunmasına ilişkin stratejileri, ekonomik sürdürülebilirlik, kaynakların uzun dönemde kullanılabilirliği ve kullanım bedellerinin düşük olması için stratejileri, sosyal ve kültürel sürdürülebilirlik, insan sağlığını ve yaşam konforunu sağlayan, sosyal kültürel değerlerin korunması için stratejileri kurgulayan ilkeler olarak ifade edilmiştir (Ünlü Çelebi ve diğer., 2008).

Sev A.'ya göre sürdürülebilir mimarlıkta tasarım ve yapının; kaynak yönetimi, yaşam döngüsü tasarımı, insan için tasarım olmak üzere üç temel ilkesi bulunmaktadır (Şekil 2.1).

SÜRDÜRÜLEBİLİR MİMARLIK İLKELERİ	
Kaynak Yönetimi	Enerjinin Etkin Kullanımı
	Suyun Etkin Kullanımı
	Malzemenin Etkin Kullanımı
	Yapı Alanlarının Etkin Kullanımı
Yaşam Döngüsü Tasarımı	Yapı Öncesi Dönem
	Yapı Dönemi
	Yapı Sonrası Dönem
İnsan İçin Tasarım	Çevrenin Korunması
	Şehir ve Bölge Planlama
	İnsan Konforu İçin Tasarım

Şekil 2.1 Sürdürülebilir mimarlıkta ilkeler ve stratejiler (Sev, 2009)

2.3.1 Kaynak Yönetimi

Yapıda kaynak yönetimi ve korunumu, girdileri oluşturan doğal kaynakların etkin kullanımına ve yeniden geri dönüştürülmesi esasına dayanmaktadır. Kaynak yönetiminde uygulanacak stratejiler; enerjinin etkin kullanımı, suyun etkin kullanımı, malzemenin etkin kullanımı ve yapı alanlarının etkin ve verimli kullanımı stratejilerini içermektedir (Ünlü Çelebi ve diğer., 2008).

Sürdürülebilir mimaride kaynak yönetimi ve korunumunu aşağıdaki stratejilerle gerçekleştirmek mümkündür (Sev, 2009).

- Enerjinin etkin kullanımı: Enerji etkin kentsel tasarım, pasif ısıtma ve soğutma için arsaya göre yerleşim, alternatif enerji kaynaklarının kullanımı, gömülü enerjisi düşük malzeme seçimi, enerji tasarrufu sağlayacak detaylandırma ve malzeme seçimi, aydınlatma ve ısıtmada gün ışığı ve ısısından yararlanma, enerji etkin ekipman kullanma,

- Suyun etkin kullanımı: Düşük devirli basınçlı armatürler, vakumlu ve biyokompoze tuvaletler kullanma, yağmursuyu toplama, doğal peyzaj uygulamaları, geri dönüşüm ve yeniden kullanma,

- Malzemenin etkin kullanımı: Malzeme tasarrufu sağlayan tasarım ve uygulama, yapının uygun boyutlandırılması, geri dönüştürülmüş malzeme kullanımı, sürdürülebilir malzeme kullanımı, modüler tasarım,

- Yapı alanlarının etkin kullanımı: Mevcut yapı alanlarının kullanımı, doğal topografya ile uyum, yapı alanlarının geliştirilmesinde şehir ve bölge planlama çalışmalarının yapılması.

2.3.2 Yaşam Döngüsü

“Yaşam döngüsü ilkesi; yapı öncesi dönem, yapı dönemi ve yapı sonrası dönem olmak üzere üç başlıkta ele alınıp incelenebilmektedir “(Ünlü Çelebi ve diğer., 2008, s.16). Genel olarak yapı öncesi dönem için planlama dönemi, yapı dönemi için yapım ve yaşam dönemi, yapı sonrası dönem için ise geri dönüşüm dönemi denilebilmektedir.

Yapı öncesi dönemde; arsa seçimi aşamasında, çevrenin yapılaşma dokusu, bitki örtüsü, yıllık yağış miktarı, rüzgarın yönü, yeraltı suyu, mevcut su havzaları dikkate alınmaktadır. Yine bu dönemde, esnek tasarım ve uzun ömürlü yapıların tasarlanması amaçlanmalıdır. Yapıların, kullanım sürecinde oluşabilecek işlev değişiklikleri ve eklentilerine uyum sağlayabilecek şekilde tasarlanması gerekmektedir. Esnek tasarımla yapılar uzun yıllar boyunca varlığını sürdürürken zaman içinde değişen ihtiyaçlara cevap verebilecektir. Yapılarda kullanılacak malzeme ve bileşenlerin yenilenebilir kaynaklardan elde edilmesi önem taşımaktadır. Geri dönüşümlü, uzun ömürlü, az bakım onarım gerektiren malzemeler kaynak tüketimini azaltmaktadır.

Yapı dönemi; binanın fiziksel olarak inşa edilmesiyle başlamakta ve kullanım sürecini de kapsamaktadır. Yapı döneminde yapının insan ve çevre sağlığı üzerindeki

etkileri dikkate alınmalı, çevre ekolojisi ve insan sağlığı açısından zararlı etkilerin oluşmaması için belirli yöntemler uygulanmalıdır. Bunlar; şantiye işleri ve ekipmanlarının çevreye etkisini azaltmak, atıkların çevreye olumsuz etkisini en aza indirerek çevre kirliliğini önlemek, inşa sürecinde çalışanların sağlık ve güvenliğini korumak, toksik olmayan bakım ve onarım malzemeleri kullanmaktır.

“Yapı sonrası dönem: yapının faydalı ömrünü tamamlamasından sonra başlayan süreci ifade etmektedir. Bu dönemde; ömrünü tamamlayan yapıları, yeni işlevler için geliştirerek yeni gereksinimlere ve işlevlere adapte etmek önem taşımaktadır. Yapının yeni bir amaca yönelik olarak yeniden düzenlenip tekrar kullanılmasıyla, yeni yapı yapım maliyet ve etkilerinden tasarruf edilmektedir” (Sev, 2009, s.50).

Yapının yeni işlevler için kullanılması mümkün olmadığı durumlarda ise, yapının malzemelerinin yeni yapılarda kullanılması için kaynak olabilmektedir. Çıkan malzemelerin belirli işlemlerden geçirilerek yeniden kullanılması kaynak korunumu açısından büyük önem taşıyıp malzemenin sürekliliğini sağlamaktadır. Ömrü tükenen yapıdan elde edilen demirin eritilip tekrar dökülmesi gibi dönüştürülebilen malzemeler sürdürülebilir yapımda önemli rol oynamaktadır.

Yapılar kullanım ömrünü tamamladığında, mevcut alan üzerine yeni yapı tasarlandığında, halihazırda bulunan altyapının kullanılması da sürdürülebilir mimarlığa katkı sağlayabilmektedir.

2.3.3 İnsan İçin Tasarım

Sürdürülebilir mimarlığın önemli ilkelerinden birisi de insan odaklı tasarım ilkesidir. Sürdürülebilir tasarım, insan sağlığı ve konforunu korurken, kültürel yapıyı, yaşam tarzını desteklemeli ve geliştirmelidir. İnsan için tasarım ilkesi, doğa koşullarının korunması, şehir ve bölge planlama, insan sağlığı ve konforu için tasarım olmak üzere üç alt başlıkta ele alıp incelenebilmektedir (Sev, 2009), (Ünlü Çelebi ve diğer., 2008).

Doğa koşullarının korunması, insan yaşamının ve gelecek nesillerin sürdürülebilmesi için gerekli olmaktadır. Doğanın tahrip edilmesi ve doğa koşullarının zararlı etkilerinin ortaya çıkması insan sağlığını ve konforunu etkilediği gibi, gelecek nesillerin de yaşamını tehlikeye sokmaktadır. Yapıların doğa ile uyum içerisinde tasarlanmış, doğadan beslenen ve doğayı olumsuz etkilemeyecek şekilde inşa edilmiş olması önem teşkil etmektedir. Bu amaçla; insan tarafından oluşturulan yapay çevrenin, doğal çevre üzerinde olumsuz etkisini en aza indirebilecek hatta olumlu etki yaratacak yapıların tasarlanması ve inşa edilmesi gerekmektedir.

Bireylerin, belirli sosyal ve kültürel çevre içerisinde yaşayabilmeleri, iş yerleri ile konutları arasında kolay ulaşımı gerçekleştirebilmeleri ve huzurlu ve konforlu bir yaşam sürdürebilmeleri için şehir ve bölge tasarlama önem taşımaktadır. Toplu taşıma ve yaya ulaşımını destekleyen planların yapılması, özel araç kullanımını ve dolayısıyla karbon salınımını azaltacağından daha sürdürülebilir bir çevreye ulaşılmasını sağlamaktadır.

İnsan sağlığı ve konforu için tasarım, insanların doğal ortamda yaşaması insanların fiziksel ve psikolojik sağlıklarının korunması açısından önem taşımaktadır. İnsanların kendilerini doğa koşullarında daha rahat hissettikleri bilindiği için, yapı ortamında, doğal havalandırma, doğal aydınlatma gibi sistemler sürdürülebilir mimarlıkta düşünülmesi gereken sistemlerdir. Doğal aydınlatma, gün ışığının iç mekanlarda kullanılmasında ve bu sayede kullanıcı konforunun artmasında önemli bir faktördür. Doğal havalandırma ise, insan sağlığı ve kullanıcı konforu açısından dikkat edilmesi gereken bir etken olmaktadır.

2.4 Sürdürülebilir Mimarlık Örnekleri

İnsanoğlu varoluşundan itibaren, doğanın olumsuz koşullarından korunmak, olumlu yönlerinden faydalanmak amacıyla barınma ihtiyacını gidermeye başlamıştır. İnsanlar ilk olarak barınılacak mekanlar için, doğanın bir parçası olan ağaç kovuklarını kendilerine barınma yeri olarak seçmiş, doğanın olumsuz etkilerinden korunmayı sağlamıştır. Daha sonra doğada oluşan mağaraları kendine barınma

mekanı olarak seçmiştir. Güneş ısısından ve ışığından faydalanma isteği, ilkel çağlardan günümüze kadar uzanmaktadır.

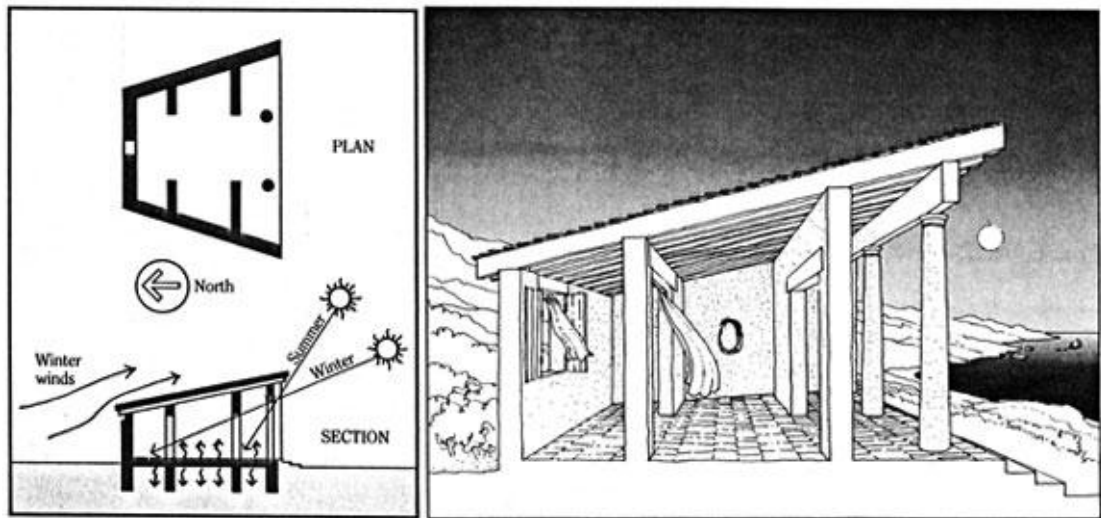
Bilinç düzeyi geliştikçe, insanoğlu doğal malzeme olan taşı, toprağı, ahşabı kullanarak konutların ilk örneklerini oluşturmaya başlamıştır. Zaman içerisinde bilginin gelişmesi, basit ilkel teknolojilerin kullanılması ile birlikte, konut için ihtiyaç duyduğu kerpiç, tuğla gibi yapı malzemelerini üretmeye başlamıştır. Böylelikle konutlarda kullanılan malzemeler, belirli bir aşamadan geçerek üretilmiştir. Konut yapımına ilişkin deneyimler ve bilgiler artmaya başladıkça, insanlar kendi ihtiyaçlarını karşılayacak konutları inşa etmeye başlamışlardır. Konut inşa ederken, konutların yönü, konumu, kullanılan malzeme, iklim koşullarına bağlı olarak yerleşim yeri seçimi önem kazanmaya başlamıştır.

Sürdürülebilirlik kavramının ortaya çıkması ve kabul görmesi sürecinde yapılan bilimsel çalışmalar, çalışmanın önceki bölümlerinde belirtilmişti. 1970’li yıllarda yaşanan petrol kriziyle beraber, dünyada kaynak ve enerji sorunu olabileceğinin bilincine varılmıştır. Bu sorunun bilincine varılmasıyla birlikte dünyada tükenebilir kaynakların etkin ve verimli kullanılması gündeme gelmiş, alternatiflerden biri olarak da yenilenebilir enerji kaynaklarının geliştirilip kullanılması üzerinde durulmaya başlanmıştır. Yenilenebilir enerji kaynaklarının kullanılması çalışmaları sırasında, dünyada tüketilen enerjinin yarısından fazlasının mimaride kullanıldığının farkına varılması ile birlikte, doğal enerji kaynaklarını kullanarak enerji tüketimini minimuma indiren pasif mimari çözümler konusunda çalışmalar yoğunluk kazanmıştır. Pasif mimarinin ilk örneklerinden sayılabilecek Pasif güneş evi 1935’te George Fred Keck tarafından Watertown’da tasarlanıp inşa edilmiştir (George Fred Keck, bt).

Sürdürülebilir mimari çözümler 1970’li yıllardan sonra literatürde yer almaya başlayıp, bu çözümler kapsamında yapılar tasarlanıp inşa edilmeye başlanmıştır. Ancak sürdürülebilir mimari çözümlere sahip, literatürde yer alan ilk yapı örneğini M.Ö 469-397 yılları arasındaki döneme kadar götürmek mümkündür. Bu dönemde Sokrates’in betimleyip tanımladığı, literatürde Sokrates Evi olarak geçen evi

literatürde örnek olarak verilmektedir. Xenophon'un Socrates ile anılarını anlattığı eserinde Socrat'ın konforlu ev ile ilgili sözlerine değinmiştir. Socrates antik dönemde pasif güneş evinin tarifini yapmıştır. Socrates'in tanımladığı ev kışın ılık, yazın serin, konforlu bir mekandır. Yapının girişi güneye bakmaktadır ve yapı yüksekliği güneyden kuzeye doğru azalmaktadır. Yapının giriş kısmında revaklı bir giriş düşünülmüştür. Bu sayede yazın dik gelen güneş ışınları için kontrol sağlanırken, yazın eğik gelen güneş ışınları iç mekana süzulebilmektedir. Yapının ilk kısmında revaklı bir giriş, ikinci kısmında yaşama alanı, 3. kısmı olan kuzey bölümünde ise depolama alanı vardır. Depolama alanının kuzey kısmında konumlanması ile birlikte saklanan yiyeceklerin tazeliğini koruması amaçlanmıştır. Yapıda kuzey yönünden esen soğuk rüzgarlardan mekanı korumak için, kuzey, doğu ve batı yönlerinde kalın taş duvarlar örülmüş ve megaron formu verilmiştir (Altın ve Orhon, 2014). Aynı zamanda kuzey-güney doğrultusunda açılan açıklıklar kullanılarak, kuzey güney doğrultusunda esen rüzgar ile iç mekanın havalandırılması sağlanmaktadır. Son olarak eğik oluşturulan çatı sayesinde kuzeyden esen rüzgarların çatıyı yalayıp geçmesi mümkün olmaktadır. Bu sayede mekan çatıdan da serinleyebilmektedir.

Xenophon'un "Memorabilia of Sokrates" yazısına göre evin sahibi, her mevsimde en tatmin edici dinlenmeye ulaşmalıdır. O ev en keyifli ve en güzel ikamet olacaktır (Holloway, 2011).



Şekil 2.2 Sokrates Evi plan ve kesit betimlemesi (Holloway, 2011)

Sürdürülebilir mimari konusundaki ilk mimari çalışmalar, bilimsel çalışmalara dayanarak üretilen ilk mimari çözümler ve bu çözümlere dayanarak tasarlanıp uygulanan yapılar 1970'li yıllardan itibaren literatürde yer almaya başlamıştır. Çalışmanın bu bölümünde literatürde yer alan 1970 yılı sonrası yaygın olarak bilinen örnekler üzerinden sürdürülebilir mimarinin gelişimi incelenecektir.

1977 yılında İsveç'li mimar Bengt Warne tarafından tasarlanan NaturHaus (Tabiat Evi) Avrupa'da bulunan, sürdürülebilir mimarinin dikkat çeken ilk eserlerinden biri olarak kabul edilmektedir (Kiralay, 1981).

NaturHaus'da güneş kullanımı, atık su ve yağmur suyu değerlendirilmesi ve yalıtım açısından birçok esere örnek teşkil edecek unsurlar kullanılmıştır. Yapıda kullanılan elemanların birden çok amaca hizmet etmektedir. Örneğin, yapının ikinci katında kullanılan mini tarla, evde yaşayan bireylerin besin kaynağını oluştururken aynı zamanda ısı deposu sağlamaktadır. Pasif sistemlerden ısı duvarları kullanarak bina dış duvarlarının ısı depolayıcı hale gelmesi amaçlanmıştır (Tönük, 2008).



Şekil 2.3 Naturhaus dış görünüşü (Gallery: Naturhus: An Entire House Wrapped in Its Own Private Greenhouse, bt)

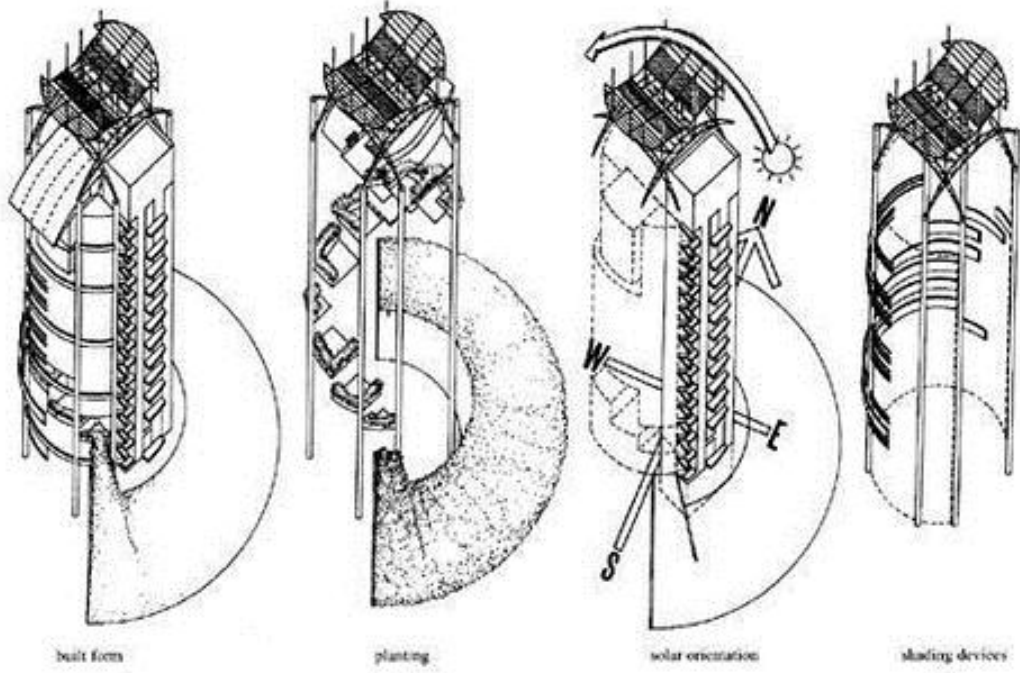
Soğuk kış günlerinde yeterli olmayan pasif ısıtma sistemi yapının yakınındaki ağaçlık alandaki ağaçların budanıp şöminede yakılması yoluyla desteklenmiştir. Yağmur suyu biriktirildikten sonra bir gün bekletilip mini tarlaların sulanmasında kullanılmıştır. Çıkan atıklar ise gübre olarak yapının bahçesinde değerlendirilmiştir. Yapının hava kalitesi ise çatı ve iç mekandaki seralar ile dengelenmiştir. Bu sayede hava kalitesi bitkiler ve dolaylı havalandırma sayesinde iyi durumda tutulabilmektedir. Naturhaus, yapıldığı zaman dilimi için çok ileri teknolojileri "ev" başlığı altında toplamış ve ana fikri "çevre" olan tasarımıyla dünya sürdürülebilir mimarlık literatüründe haklı yerini almıştır (Tönük, 2008).



Şekil 2.4 Naturhaus dış görünüşü (Gallery: Naturhus: An Entire House Wrapped in Its Own Private Greenhouse, bt)

IBM'in Malezya'daki ofis binası olan Menara Mesiniaga binası, 1992 yılında yapımı tamamlanmış olan sürdürülebilir bir yapıdır. Yapının yönlenmesi, havalanması ve kullanıcı konforu düşünülerek tasarlanmış olması sürdürülebilirlik açısından önemli ilkelerdir. Hamzah ve Yeang ikilisi tarafından tasarlanan binada zeminden en üst kota kadar spiral biçimli yerleştirilmiş 'gökavlular' olarak tanımlanan yeşil teraslar bulunmaktadır. Bitkilendirme aynı zamanda binanın cephesinden de görülebilmektedir. Bu sayede doğal ışık alımı ile bitkilerin ömürlerinin uzatılması sağlanmaktadır.

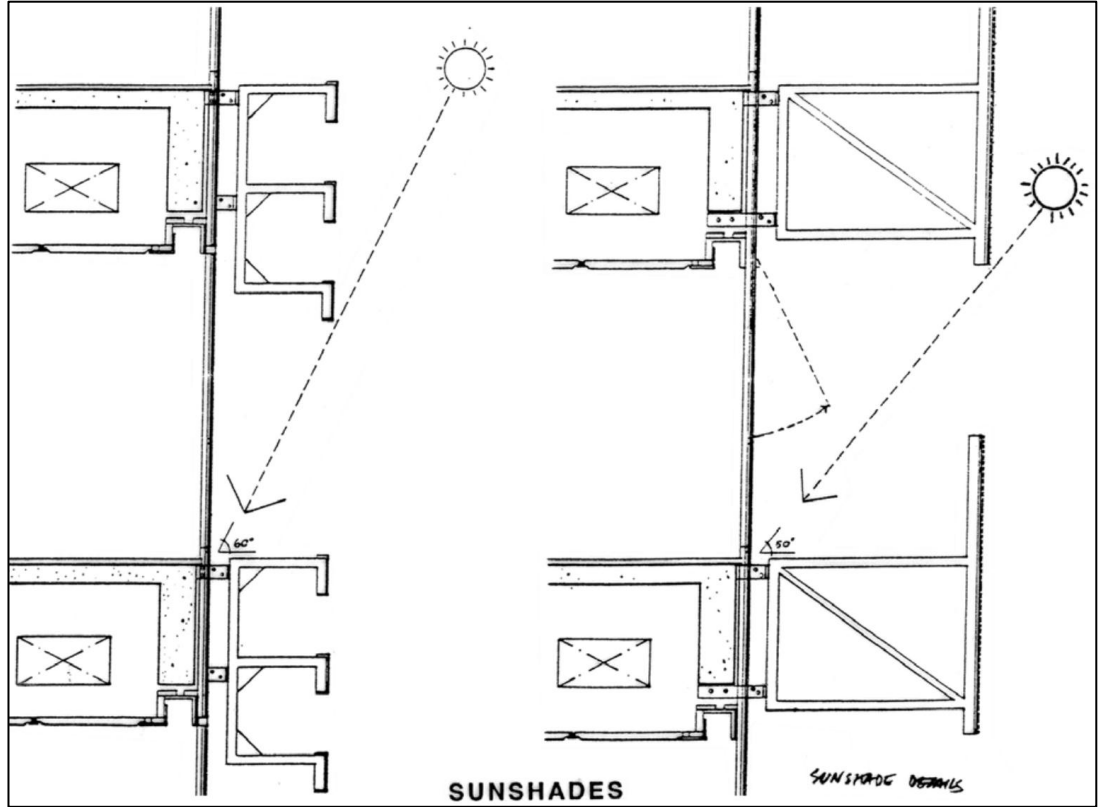
Yapıda bir takım pasif düşük enerjili düzenlemeler tasarlanmıştır. Tüm pencereler sıcak cephe olan doğu ve batı cephelerinde gölgeleme elemanları ile tasarlanmıştır. Direkt güneş ışığına maruz kalmayan kuzey ve güney cephelerinde ise gölgeleme elemanları kullanılmamıştır. Bu sayede bu cephelerde iyi bir görüş ve doğal aydınlatma sağlanabilmektedir. Tüm katlardaki sirkülasyon alanları doğal havalandırma ile havalanırken doğal gün ışığı alabilmektedir. Aynı zamanda binada enerji kazanımı için en üst noktada solar paneller kullanılmıştır (Menara Mesiniaga, bt).



Şekil 2.5 Yapının formu, helezonik bitkilendirme, güneşe göre yönelme, gölgeleme stratejisi (Menara Mesiniaga Features Bioclimatics, 2010)



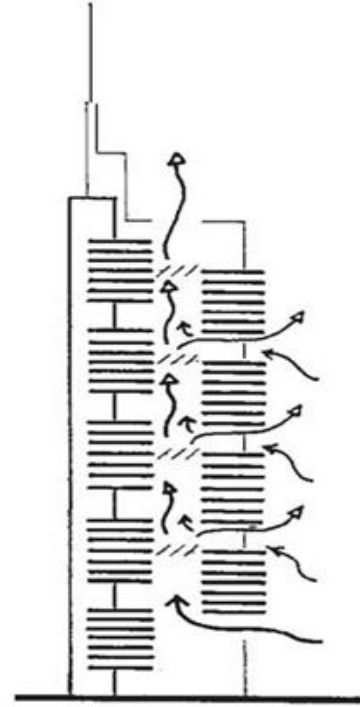
Şekil 2.6 Mesiniaga güneybatı, doğu, kuzey cepheleri (Menara Mesiniaga Features Bioclimatics, 2010)



Şekil 2.7 Cephede gölgeleme elemanları (Menara Mesiniaga Features Bioclimatics, 2010)

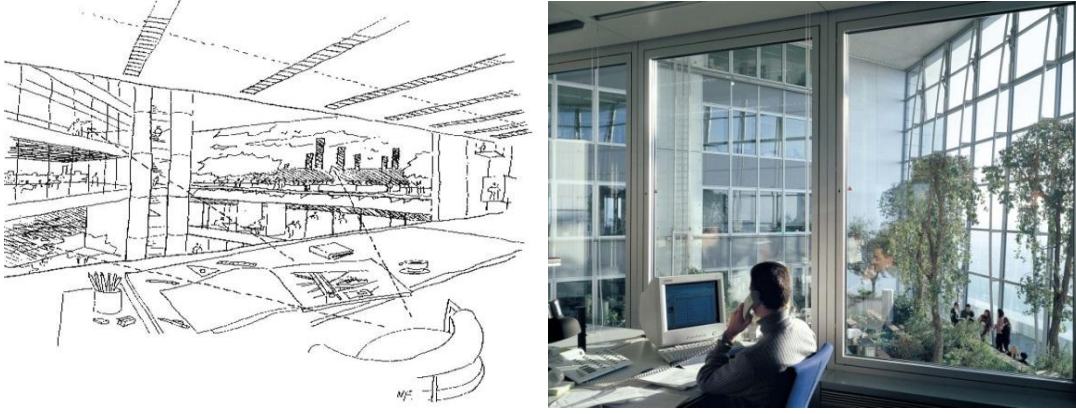
1997 yılında yapımı tamamlanan Commerzbank Ofis Binası'nın sürdürülebilir mimari yapıların en önemli örneklerinden biri olarak kabul edilmesinin sebebi ilk ekolojik ofis binası olmasıdır. Norman Foster ve ekibi tarafından Almanya'nın Frankfurt kentinde yapılan binada bir takım pasif ve aktif sistem çözümleri geliştirilmiştir.

Katlar bir atrium ile birbirlerine bağlanmaktadır. Tasarlanan atrium baca etkisi yaratarak doğal havalandırma sağlamaktadır. Katlarda düzenlenen bahçeler baktıkları yöne göre Kuzey Amerika, Asya ve Akdeniz bitkileri seçilerek oluşturulmuştur.



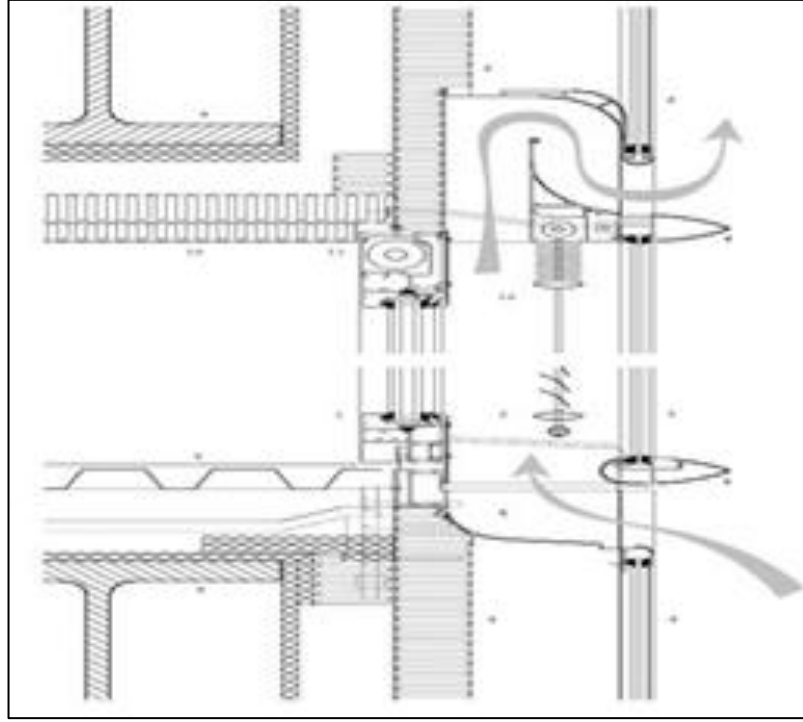
Şekil 2.8 Commerzbank binası dış görünüşünün havalandırma konsepti ile şekillenmesi (Commerzbank Headquarters, bt)

Binanın konseptini oluşturan başlıca etkenler kullanıcı konforu ve enerji verimliliği olmuştur. Mimar, ofis kullanıcılarına doğal aydınlatma ve havalandırma ile konforlu bir ortam sunmaktadır. Ofis çalışanları yapı 53 katlı olmasına rağmen her katta açılır kapanır pencereler ile hava kontrolünü kendi ellerinde tutabilmektedirler.

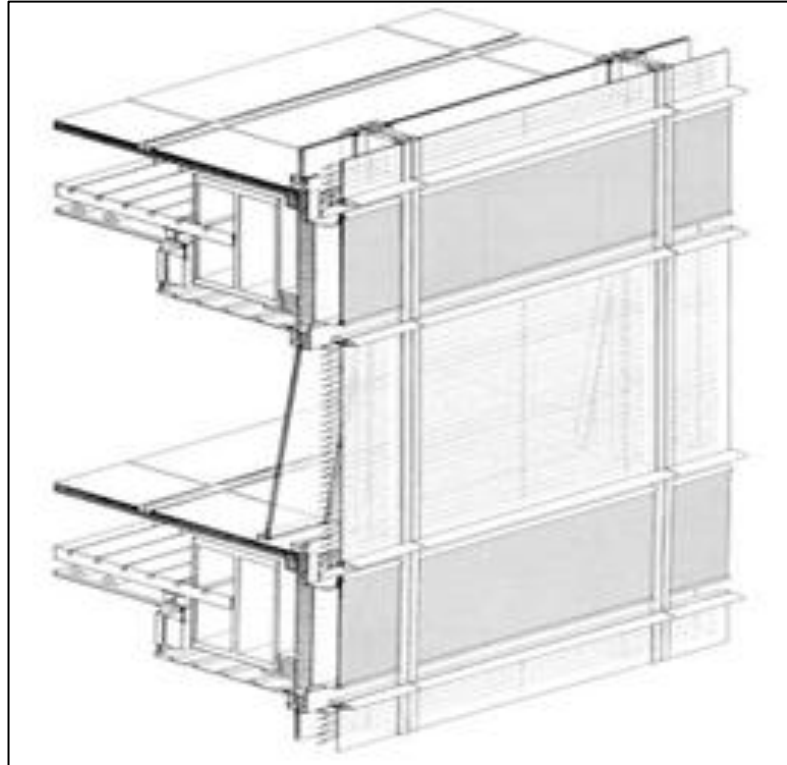


Şekil 2.9 Ofis mekanlarında kullanıcı konforu (Commerzbank Headquarters, bt)

Commerzbank binası yıl boyunca ihtiyacı olan havalandırmanın %60'ını doğal yollardan karşılamaktadır. Bu yaklaşım eşdeğer tüketimi olan yapılarla karşılaştırıldığında %50 klima tasarrufu sağlamıştır. Soğutma ise tavanların soğutulması ile sağlanmaktadır. Pencereler BMS (building management system) ile tasarlanmıştır. Bu sayede mekanik havalandırma tüm pencerelerin kapandığına emin olunduktan sonra çalışmaya başlamaktadır. Yapay aydınlatma ise hareket sensörlerine ve zamanlamaya bağlıdır. Bu sayede yalnızca gerekli olduğu zamanda belirli aralıklarla çalışıp gereksiz enerji kullanımından tasarruf edilmektedir. 1 Ocak 2008'den itibaren, Commerzbank enerjisinin tamamını yenilenebilir enerji kaynaklarından temin etmektedir. Son yapılan çalışmalar, Commerzbank Kulesi'nin beklenilenden %20 daha az enerji tükettiğini göstermektedir. 2000 yılından bu yana ise her yıl toplam enerji tüketiminde azalmalar olduğu gözlemlenmiştir. Bu büyük ölçüde, kullanıcıların doğal havalandırmayı %60 oranında kullanması beklenirken %85 oranında kullanmasından kaynaklanmıştır (Commerzbank Headquarters, bt).



Şekil 2.10 Otomatik havalandırma sisteminin çift cidarlı cephede çalışması (Commerzbank Headquarters, bt)



Şekil 2.11 Otomatik havalandırma sisteminin çift cidarlı cephede çalışması (Commerzbank Headquarters, bt)

Norman Foster ve ekibi tarafından 2004 yılında İngiltere’de yapılan Swiss Re binası Londra’nın ilk çevre dostu binası olarak tanımlanmaktadır. Buckminster Fuller ‘ın geogrid sistemi kullanılan bina 40 kattan oluşmaktadır (30 St Mary Axe, bt).

Yapının ana strüktürü üçgensel gridleme sistemi ile oluştuğundan iç mekanda herhangi bir kolon bulunmamaktadır. Bu sayede iç mekanda bölüntüsüz esnek ofis mekanları oluşturulmuştur. Yapının tasarımında amaçlanan esas ilke, minimum kaynak kullanımı ile maksimum kazanç sağlamak olmuştur (Foster, 2000).

Ayrıca aerodinamik formu, mekanik soğutma ve havalandırma sisteminin yıl içinde toplam % 40’lık bir kısmını üstlenerek enerji tüketimini ve karbondioksit emilimini düşürmekte ve ofis mekanlarına doğal vantilasyon sağlamaktadır (Akyol Altun, 2009).

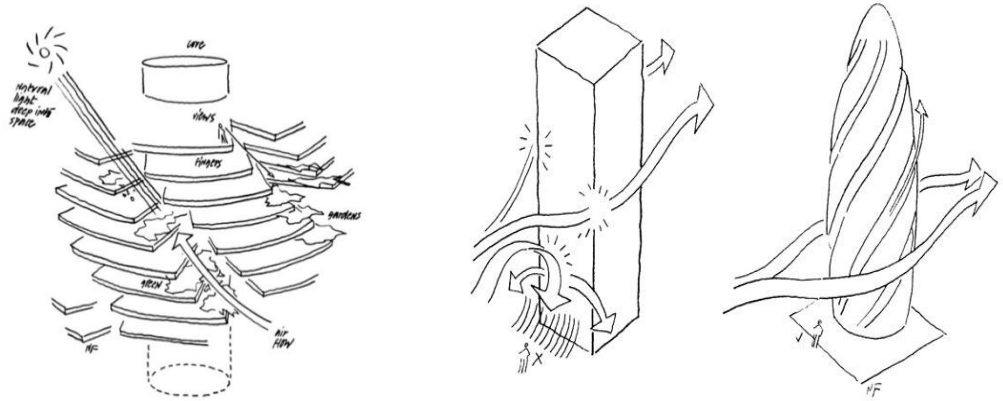


Şekil 2.12 Swiss Re gece ve gündüz dış görünüşü (30 St Mary Axe, bt)

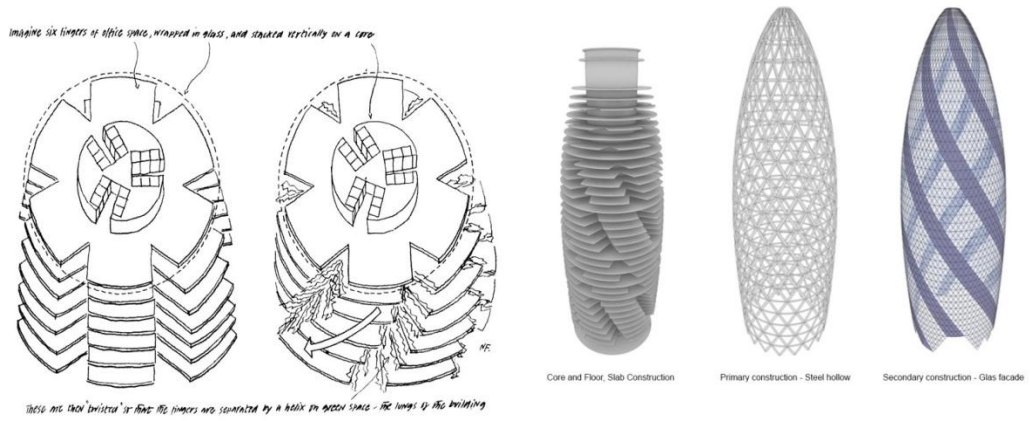
Yapı, dairesel kat planlarının orta eksenleri boyunca döndürülerek üst üste getirilmesiyle oluşmuştur (Şekil 2.13). Kat planlarının döndürülerek tasarlanması sonucunda helezonik bir atrium oluşturulmuştur. Bu sayede, hem katlar arası

havalandırma sağlanırken, hem de açılı gelen güneş ışınlarının en alt kotlara kadar ulaştırılması sağlanmıştır. Bu sayede aydınlatma ve havalandırma ihtiyaçları oldukça azaltılmıştır. Aynı zamanda Norman Foster yapıyı kübik yapmaktansa silindirik biçimli yapmayı tercih etmiştir. Bunun sebebi ise eskizlerinde de belirttiği gibi rüzgarın yapıya oluşturacağı yükü en aza indirmektir (Foster, 2000).

“Doğal kaynakların pasif kullanımına dayalı bu yapıda, genel olarak mimari form ve cephe açısından; cephe alanlarının kat alanlarına oranı oldukça fazla, cephe ile çekirdek arasındaki mekan açıklığı ise azdır” (Sev ve Başarır, 2011). Her katta düşey atriumlar arasındaki helezonik bağı oluşturan 6 adet açıklık tasarlanmıştır. Bu açıklıklardan yaz aylarında ısınan hava baca etkisi ile yükselip üst katlara iletilmektedir. Daha sonra ise binanın en üst kotundan atılmaktadır. “Kış aylarında ise ısınarak bulunduğu katta sera-kış bahçesi etkisi yaratmaktadır. Atriumların doğal aydınlatma açısından da önemli katkısı bulunmaktadır. Bina aynı boyutlardaki başka bir yüksek yapıya göre %50 daha az enerji harcamaktadır” (Begeç, 2013, s.30).



Şekil 2.13 Swiss Re binasında rüzgar hareketleri (<http://www.fosterandpartners.com/projects/swiss-re-headquarters-30-st-mary-axe/>)



Şekil 2.14 Swiss Re binasında form şekillenmesi (30 St Mary Axe, bt)

Literatürde yer edinmiş, farklı yıllarda inşa edilen sürdürülebilir mimarlığa çözümleri ile katkıda bulunan, önemli yapılar incelenmiştir. Bu yapılar; tasarım, yapım ve kullanım aşamalarında kullanıcı konforu ve enerjiyi etkin kullanma esas alınarak tasarlanmış yapılardır. İncelenen yapılar, enerji tüketimini minimize ederken kullanıcılar için sağlıklı ve keyifli iç ortam sunmaktadır.

Sürdürülebilir yapı örnekleri ve sürdürülebilir mimari ilkeleri incelendiğinde enerji korunumu ve konforlu iç mekan parametrelerinin ön planda olduğu görülmektedir. Sürdürülebilir mimari başlığı içerisinde kullanılan tekniklerden, enerjiyi etkin ve verimli kullanmayı amaçlayarak tasarlanan, kaliteli ve konforlu iç mekanlara ulaşılmasını sağlayan pasif sistem teknikleri ön plana çıkmaktadır. Çalışmanın bundan sonraki bölümlerinde sürdürülebilir bir çevre için kullanılan pasif sistem teknikleri incelenip irdelenecektir.

BÖLÜM ÜÇ

SÜRDÜRÜLEBİLİR YAPILARDA PASİF SİSTEM ÇÖZÜMLERİ

Son yüzyılda doğal kaynakların tükenme tehlikesi ile karşı karşıya gelinmesi, diğer üretim ve tüketim organizasyonlarında olduğu gibi yapı üretiminde de, enerjiyi etkin kullanma ve sürdürülebilir yaşam konularına dikkat çekmiştir. Kaynakların verimli kullanılması, kullanıcıların konforu ve tasarlanan yapının sürekliliği sürdürülebilir yapı sistemlerinin ilkelerini oluşturmaktadır. Günümüzde sürdürülebilirlik, ilkeler şeklinde sayılsa da çok eski tarihlerden bu yana insanların yaşam konforu için içgüdüsel olarak sürdürülebilir yaklaşımlarda bulunduğu gözlemlenmektedir. Eski çağlarda, yakın çevreden yerel ve doğal malzeme kullanımı, güneş ve rüzgara göre yerleşim bugünkü sürdürülebilir mimarlık anlayışının parçalarıdır.

Enerjiyi etkin ve verimli kullanabilmek için günümüz yapılarında aktif ve pasif sistem çözümleri kullanılmaktadır. Pasif sistem çözümleri, yapının yeri, formu, yönlenmesi, açıklık büyüklükleri gibi parametreler göz önünde tutularak herhangi bir elektrik vb. tükenebilir enerji kaynağı kullanmadan, çevre faktörlerini yapıya fayda sağlayabilecek biçimde kullanabilmeyi kapsamaktadır. Belirli düzeylerde enerji harcayan pasif yapılar tasarlanırken, kullanıcı konforunun artırılması, bunu yaparken de enerjinin verimli kullanılması amaçlanmaktadır.

3.1 Mimaride Pasif Sistemler

“Pasif sistemler, iç mekan için gerekli olan aydınlatma ve ısıtma ihtiyacını güneş enerjisinden sağlayan, doğal havalandırma ve soğutma işlevini rüzgar enerjisinin kullanımına bağlı tasarım ilkeleriyle gerçekleştiren tasarım yaklaşımıdır” (Dikmen, 2011).

Yapılı çevrenin, çevresel faktörler göz önünde bulundurularak tasarlanması; yapma çevreyi oluşturan tasarım parametrelerinin insanın iklimsel gereksinimlerini, iklim elemanları, yöresel mikro-klimatik ve diğer doğal - yapay mevcut fiziksel çevre verilerinden yararlanıp, insanın ihtiyacı olan konfor koşullarından taviz vermeden en az enerji gerektirecek şekilde belirlenip tasarlanmasına pasif iklimlendirme denmektedir (Ok, 2008, s.18).

“Pasif iklimlendirme sistemlerinde amaç, bölgenin iklimsel verileri ve insanların iklimsel gereksinimleri değerlendirilerek ısıtma, soğutma ve havalandırma yapılırken, yenilenebilir enerji kaynaklarını kullanmak, binalarda enerji korunumunu yükseltmek, mekanik sistemlerin sorumluluğundaki aktif iklimlendirme yükünü azaltmaktır” (Engin, 2012, s.64).

Pasif sistemler tasarlanırken pek çok unsur dikkate alınmaktadır. Bu sistemler çalışmanın bu bölümünün alt başlıklarında anlatılmaktadır.

3.2 Yapı Formu, Yer Seçimi ve Yönlenme

Binanın yeri; yerey parçasının eğimi, konumu, bitki örtüsü ve baktığı yönün ifade edildiği, iklim kontrolünde ve hava kirliliğini önlemede etkili olan bir tasarım parametresidir. Aynı zamanda yapma ısıtma ve iklimlendirme ihtiyacının ve buna bağlı olarak enerji harcamalarının minimize edilmesi ve dolayısıyla hava kirliliğinin önlenmesini olanaklı kılar (Berköz ve diğer, 1995, s.35).

Aynı zamanda binanın konumu, etraftaki diğer binalar, güneşin çizdiği yörünge, gölge boyları, hakim rüzgarın şiddetine bağlı olarak da seçilmektedir. Yapı, güneşten maksimum faydayı sağlamak için, etraftaki yapılara, bu yapıların gölge boyları kadar mesafe bırakılarak konumlanmalıdır. Bu sayede yeni yapı, diğer mevcut yapıların gölgesinin tesiri altında kalmayıp, güneşi istenildiği gibi kullanabilecektir.

Tasarım aşamasında pasif yapı oluşturulurken ilk olarak çevre verileri, arazi ve yapı formu ele alınmalıdır. Bu sayede çevre verileri etkin olarak

kullanılabilmektedir. Aynı zamanda doğanın olumsuz koşullarından da konumlanma ve yönlenme sayesinde korunulabilmektedir.

3.2.1 Yapının Yeri ve Yönü

Yapının inşa edileceği coğrafi konum ve o bölgenin iklimsel özellikleri göz önünde bulundurularak, tasarlama sürecine başlanması, pasif binaların yapım sürecinin ilk adımını oluşturmaktadır. Geçmişten günümüze insanların sürdürülebilir mimari kavramı adı altında devam ettirdikleri doğanın olumlu koşullarından yararlanıp, olumsuz koşullarından doğaya zarar vermeden korunmak sistemi, pasif yapıların temellerini oluşturmaktadır. İklimin özelliklerine göre güneşin ısıtma etkisinden ve rüzgarın soğutma etkisinden belirli derecelerde yapının yönlenmesi ve konumu düşünülerek fayda sağlanılabilmektedir.

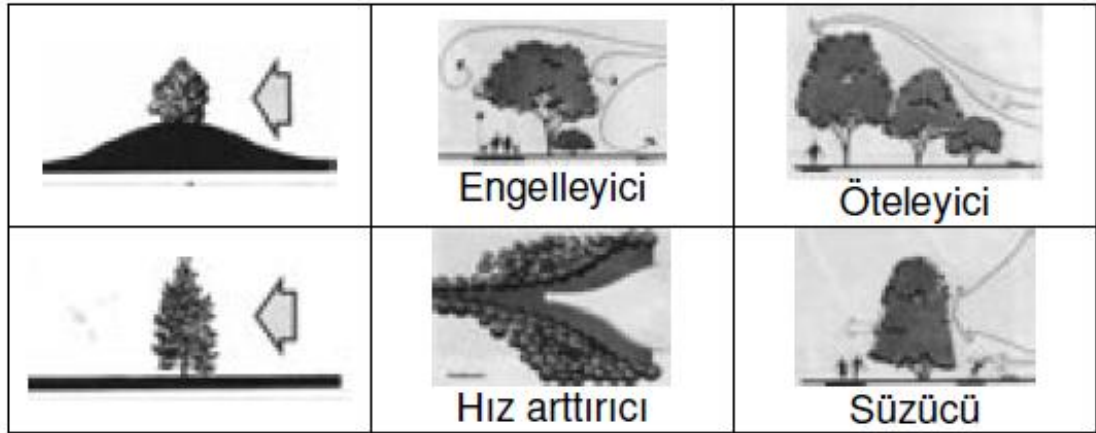
Örneğin ülkemizde, geleneksel süreçte, insanlar yazın sıcak dönemde rüzgarı daha iyi alabilecekleri yaylaları tercih ederken, kışın ise daha iyi ısı kazanabilecekleri düz ve çukurda kalan ova yerleşimlerini kullanmaktadırlar. Aynı bu düşünceyle yola çıkılarak soğuk iklimlerde binalar yamaç benzeri alanlarda tasarlanırken, sıcak iklimlerde ise olabildiğince çevresi açık, rüzgarı kesilmeyen, aynı zamanda peyzajla gölgelendirmesi sağlanan yapılar tasarlanmaktadır. Soğuk iklimli bölgelerde binaların kuzey yönleri peyzaj ve/veya topoğrafya ile soğuk rüzgarlardan korunurken, güneş kazanımı sağlayabilecekleri güney yönleri ise maki, çim gibi bodur peyzajla tasarlanmaktadır. Benzer şekilde sıcak iklimli bölgelerde güney, batı gibi güneşi büyük oranda alan cepheler peyzaj ya da güneş kırıcılar ile korunurken, kuzey rüzgarlarının binanın içerisine girip serinletebileceği yönlenme ve düzenlemeler yapılmaktadır.

“Binaların yönlendiriliş durumlarına bağlı olarak, binayı çevreleyen kabuk elemanının dış yüzeyindeki güneş ışınımı yeğlinliği ve dolayısıyla kabuğun birim alanından geçen ısı miktarı değişkenlik göstermektedir. Dolayısıyla binalarda iklimsel konfor koşullarının sağlanmasında yönlendiriliş durumu önemli bir parametredir” (Berköz ve diğer, 1995, s.36).

3.2.2 Peyzaj ve Bitki Örtüsü

Pasif iklimlendirmede doğal havalandırma, ısıtma – soğutma önemli yer tutmaktadır. Binanın konumlanması ve yönlendirmesinden sonra, mevcut ve sonradan eklenecek bitkilendirmeden faydalanılıp havalandırma ısıtma ve soğutmaya katkı sağlanılabilmektedir.

Bitkiler gibi canlı peyzaj elemanlarıyla bina dışı mekanlarda rüzgar engellenebilir, istendiğinde hızı arttırılabilir, ötelenebilir içindeki partiküllerden arındırılmak için süzülebilir. Açık mekanların dinlenme eylemlerine ayrılmış alanlarında rüzgar kırıcı eleman olarak düzenlenebilirler. Arka arkaya getirilen iki sıra ağaç ve çalı birbirlerinin geçirgen bölümlerini perdelediğinde rüzgar altı bölgelerinde hız büyük oranda düşmüş olabilecektir. Bitkiler koridor yaratacak şekilde yan yana getirildiklerinde açık mekanın bir bölümünden diğerine geniş bir alandan giren hava dar alandan geçerken hız kazanacaktır (Ok, 2007, s.214).



Şekil 3.1 Peyzaj tasarımının rüzgar üzerinde etkisi (Ok, 2007)

Binalar arası açık mekanlarda peyzaj; sıcak nemli, sıcak kuru, ılıman kuru, ılıman nemli ve soğuk iklim bölgelerinin özelliklerine göre, farklı şekillerde planlanıp uygulanmaktadır. Özdemir (2005)' e göre sıcak nemli iklim bölgelerinde; kuzey cephelerinde ağaçlamadan kaçınılırken, güney cephelerinde ise yazın gölge etkisi sağlayan ağaçlandırma, doğu ve batı cephelerinde ise güneşi engelleyip doğal havalandırmaya olanak sağlayan yaprak döken ağaçlandırma tasarlanmaktadır. Sıcak

kuru iklim bölgelerinde; kuzey ve güney cephelerinde ağaçlandırmadan kaçınılmalı, doğu ve batı cephelerinde ise çalılar ve nemlenme sağlayabilecek sarmaşıklar kullanılmalıdır. Ilıman kuru ve ılıman nemli iklim bölgelerinde; kuzey cephelerinde soğuk rüzgarlardan korunmak için sürekli yeşil ve geniş gövdeli sık dokulu ağaçlar kullanılırken, güney cephelerinde alçak çalılar, doğu ve batı cephelerinde ise, güneşi engelleyip havalandırmaya olanak sağlayan yüksek gövdeli yaprak döken ağaçlar kullanılmaktadır. Soğuk iklim bölgelerinde; kuzey cephelerinde kısmen yükseltilmiş toprak, istinat gibi uygulamalar yapılırken, doğu ve batı cephelerinde sürekli yeşil olan geniş gövdeli ağaçlar tasarlanmakta, güney cephelerinde ise çim ve alçak çalılar kullanılmaktadır.

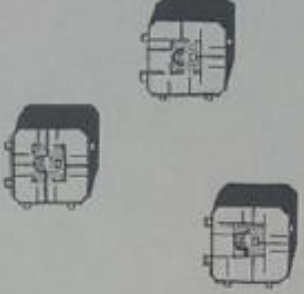


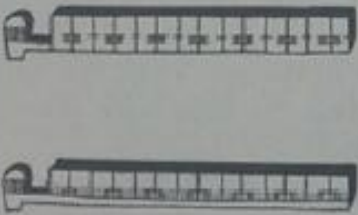
3.2.3 Yapının Formu

Yapılarda iklimsel konfor koşullarının sağlanmasında yönlendiriliş durumu önemli bir parametredir. Herhangi bir yaşama alanını örten ve onu dış çevreden ayıran cephe kabuğunun formuna bağlı olarak, yapının toplam dış yüzey alanı, farklı yönlere bakan ve farklı eğimlerdeki cephe ve çatı yüzeyleri alanları ve cephe ve çatı yüzeyleri arasındaki oranlar değişim gösterir. Cephe formu, cephe yüksekliği, çatı türü (düz, beşik ve kırma çatı), çatı eğimi, cephe eğimi gibi geometrik değişkenler aracılığıyla tanımlanabilmektedir (Berköz ve diğer, 1995, s.36).

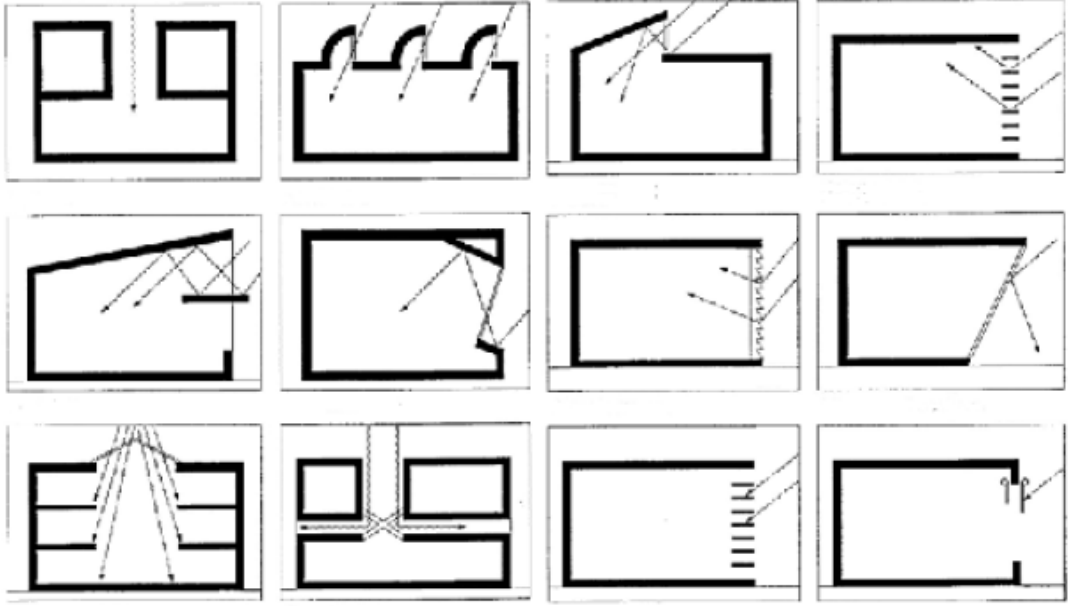
Bir yapı aynı iklim bölgesinde aynı alanda farklı formlarda yapılırsa enerji kullanımı ve korunumda farklılıklar ortaya çıkmaktadır. Metrekareleri ve oturdukları taban alanları aynı olan aynı alandaki binalarda, binanın formunun getirdiği değişiklikler oluşmaktadır. Bir yapının biçimi, kat yüksekliği, girinti çıkıntıları, taban geometrisi, çatısı, çatı eğimi, avlulu olup olmadığı gibi parametreler o yapının enerji etkinlik derecesini belirlemektedir.

Özdemir (2005)'in tezinde belirttiği gibi, sıcak nemli iklim bölgelerinde; doğal havalandırma sağlamaya yönelik rüzgarın hareketi doğrultusunda dik uzanan dikdörtgen ve yerden yükseltilmiş binalardan verim alınmaktadır. Soğuk iklim

bölgelerinde olabildiğince kompakt, dış etkilerden korunan, girinti çıkıntısı az olan, ısı köprülerini engelleyici yapı elemanlarına sahip yapılar tasarlanmalıdır. Sıcak kuru iklimlerde ise gölgeli revaklı iç avlulu, dış yüzeyleri peyzaj ve güneş kırıcılarla kontrollü hale getirilmiş yapılar tasarlanmaktadır.

	<p>SOĞUK İKLİM BÖLGESİ</p> <p>Dış yüzeyi minimize eden, kompakt formu, soğuktan ve rüzgardan korunaklı, genellikle kare tabanlı yapılar,</p>
	<p>ILIMAN İKLİM BÖLGESİ</p> <p>Rüzgar için geniş dış yüzeye sahip, serbest formu yapılar,</p>
	<p>SICAK-KURU İKLİM BÖLGESİ</p> <p>Doğu-batı doğrultusunda uzanan, dikdörtgen, masif ve yüksek yapılar,</p>
	<p>SICAK-NEMLİ İKLİM BÖLGESİ</p> <p>Rüzgar için geniş yüzeye sahip, tek bir doğrultuda uzanan, genellikle havalandırma için yükseltilmiş zemin döşemesine sahip yapılar,</p>

Şekil 3.2 Bina formu ve iklim ilişkisi (A. Olgay ve V. Olgay, 1973)



Şekil 3.3 Yapı formunun enerjiye etkisi (Çelebi, Gültekin, Bedir, Tereci ve Harputlugil, 2008)

Yapı tasarlanırken hem kesit düzleminde hem plan düzleminde, güneş ışınlarının ve temiz havanın iç mekana girişini mümkün kılacak form çözümlenmeleri geliştirilmelidir.

3.3 Yapı Kabuğu ve Fiziksel Özellikleri

“Yapı kabuğunun güneş ışınımına karşı yutuculuk, yansıtıcılık, geçirgenlik özellikleri ve ısı geçişine ilişkin özellikleri, cephe kabuğunun birim alanından, dış hava sıcaklığı ve güneş ışınımı etkileriyle kazanılan ve yitirilen ısı miktarlarının belirleyicileridirler” (Manioğlu ve Oral, 2010, sy.6).

Yapı kabuğunun ısı ve ışın geçirimli ve geçirimsiz bileşenlerine dair bir takım özellikler belirtilmektedir. Isı ve ışın geçirimli yapı bileşenine ait özellikler, yutuculuk, yansıtıcılık gibi optik, saydamlık ve ısı geçirme katsayısı gibi termofiziksel özelliklerdir. Opak yapı bileşenine ait özellikler ise; yutuculuk ve yansıtıcılık gibi optik, zaman geciktirmesi, genlik küçülme faktörü, toplam ısı geçirme katsayısı (U) gibi termofiziksel özelliklerdir (Akşit, 2002).

Kısa dalga boyu ile gelen güneş ışınları yapı kabuğu tarafından yutulmakta veya iç mekana alınmaktadır. Uzun dalga boyu ile gelen zayıf güneş ışınları ise yapı kabuğu tarafından yansıtılmaktadır. Dolayısıyla; yapı kabuğunun opak ve saydam bileşenleri iç mekan iklim kalitesini ve konforunu doğrudan etkilemektedir. Kullanılan malzemenin yansıtıcılık, iletim ve yalıtım özelliklerine bağlı olarak yapılan tasarımlarda, aktif enerji sistemlerine ihtiyaç duyulmadan iç mekan iklim konforu sağlanabilmektedir. Bu sebeple yapı kabuğunda kullanılan opak ve saydam malzemeler kazanılan ve kaybedilen enerji miktarının belirleyici öğelerindedir.

Soğuk iklimli bölgelerde yapılar tasarlanırken minimum düzeyde açıklık yapıp genellikle yapı kabuğunda opak malzeme kullanılmaktadır. Bu sebeple iç mekana alınan doğal gün ışığı sınırlandırılmaktadır. Günümüzde, son yıllarda özellikle Avrupa ülkelerinde kullanılmaya başlanan saydam yalıtım malzemeleri yarı opak özellikte olup, iç mekana güneş ışınının alınmasını sağlarken, aynı zamanda ısı yalıtımı yapmaktadır.



Şekil 3.4 ICARUS Binası'nda aerojel kullanımı (GT Solar Decathlon House, bt)



Şekil 3.5 ICARUS Binası'nda aerojel kullanımı (Solar Decathlon House, bt)

Saydam yalıtım malzemesi olarak kullanılan aerojelin ısıl iletkenlik katsayısı 0.018 W/Mk olup oldukça düşük bir değerdedir. Bu durum ısı kaybını azaltmaktadır. Saydam yalıtım malzemesi yapılardaki ısıtma ve soğutma yüklerini önemli ölçüde azaltırken, aydınlatma için kullanılan enerji kaybını da önlemektedir. Yapılarda çatı ve duvarlarda kullanılan bu malzeme özellikle pencerelerde tercih edilmektedir (Altın ve Aşıkoğlu, 2014).

Yapı kabuğunda kullanılan her bir yapı bileşeninin fiziksel ve kimyasal özellikleri yapının havalandırma, soğutma ve aydınlatma sistemlerini doğrudan etkilemektedir. Bir yapının pasif ev sertifikası alabilmesi için yapı kabuğunun U değerlerinin 0.15W/Mk değerinin altında olması gerekmektedir (Passive House Requirements, bt).

Opak ve şeffaf yüzeylerin oluşturduğu kabuğun ortalama ısı geçirme katsayısının (U-değerinin) düşmesi, ya da ısı geçirme direncinin artması kabuktan ısı transferini azaltır. Böylece içerideki hava sıcaklığı korunarak ısıtma ve soğutma enerjisinden tasarruf sağlanmış olur. Isıtma sistemine ait enerji maliyetlerini

minimumuna indirmek, ısıtma sisteminin işletme biçiminin, iklimsel konfor şartlarını minimum ısı kaybı ile sağlayabilen bina kabuğu ile birlikte kontrol altına alınması ile mümkündür (Manioğlu, 2011, s.45).

Yapı kabuğunda uygun U-değerlerinin oluşturulması için pasif yapılarda büyük oranda yalıtım yapılması gerekmektedir. Hava sızdırmazlık testlerine tutulan yapı kabuğu bileşenleri ısı ve hava geçirmez nitelikte olmalıdır. Bu sayede daha kontrollü iç ortam havalandırması sağlanmış olmaktadır.

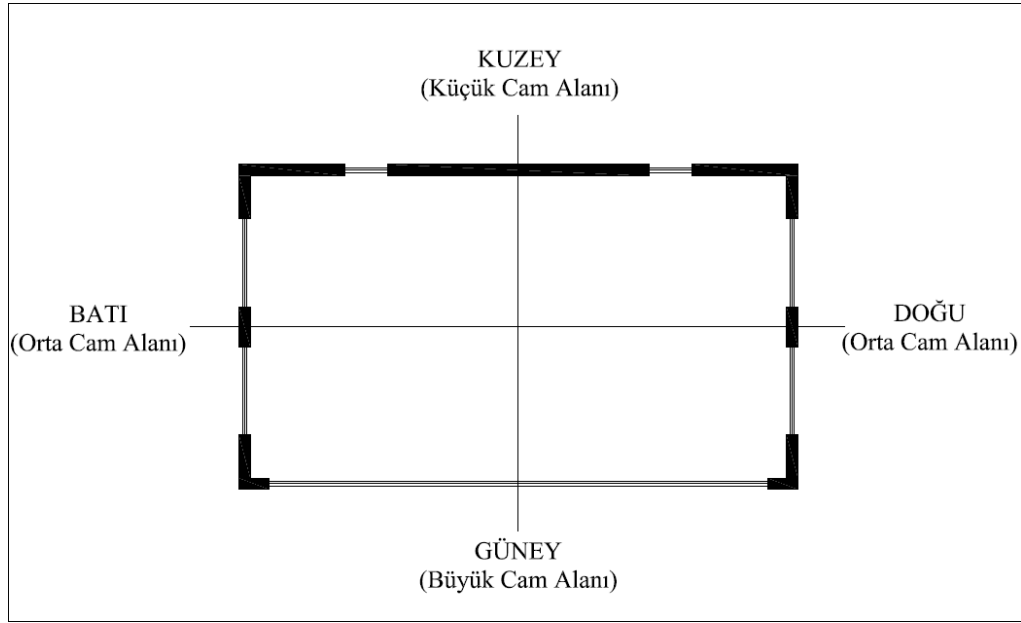
3.4 Güneş Kontrol Sistemleri ve Doğal Aydınlatma

Isıtma miktarının dengelenmesi amacıyla, fazla ısınma olabilecek durumlarda, yapı cephesinde bazı önlemler alınması gerekmektedir. Bu önlemler dış mekana entegre sistemler olabileceği gibi, iç mekanda bulunan perde, jaluzi gibi elemanlar olabilmektedir. Yapı cephesinde kullanılan, fazla ısınma etkisini önlemek amacıyla tasarlanan yapı elemanlarına güneş kontrol elemanları denmektedir. Güneş kontrol elemanları sabit elemanlar olabileceği gibi, manuel hareket ettirilebilen veya sensörlü otomatik olarak hareket eden elemanlar olabilmektedir. Güneş kontrol elemanları; dış cephe ve iç cephe jaluzileri, panjurlar, kış bahçeleri, tenteler, karartmalı camlar, perdeler, saçaklar, ışık rafları gibi sistemlerdir.

Yapıya gelen güneş ışınlarının iç mekana kontrollü ulaşmasını sağlayıp, fazla ısınmayı engellemek kadar, güneş ışınlarını iç mekana birtakım çözümler ile alarak doğal aydınlatma sağlamak da önemli bir pasif yapı unsurudur. Yapılarda mümkün olduğu kadar yapay aydınlatma yerine doğal gün ışığından yararlanmak gerekmektedir. Bu sayede aydınlatma giderleri minimize edilmiş olmaktadır. Cephelerde açılan pencerelerin buldukları yön, açıklık oranları, iklime uygunluğu pasif yapı kriterlerinde dikkat edilmesi gereken unsurlardandır.

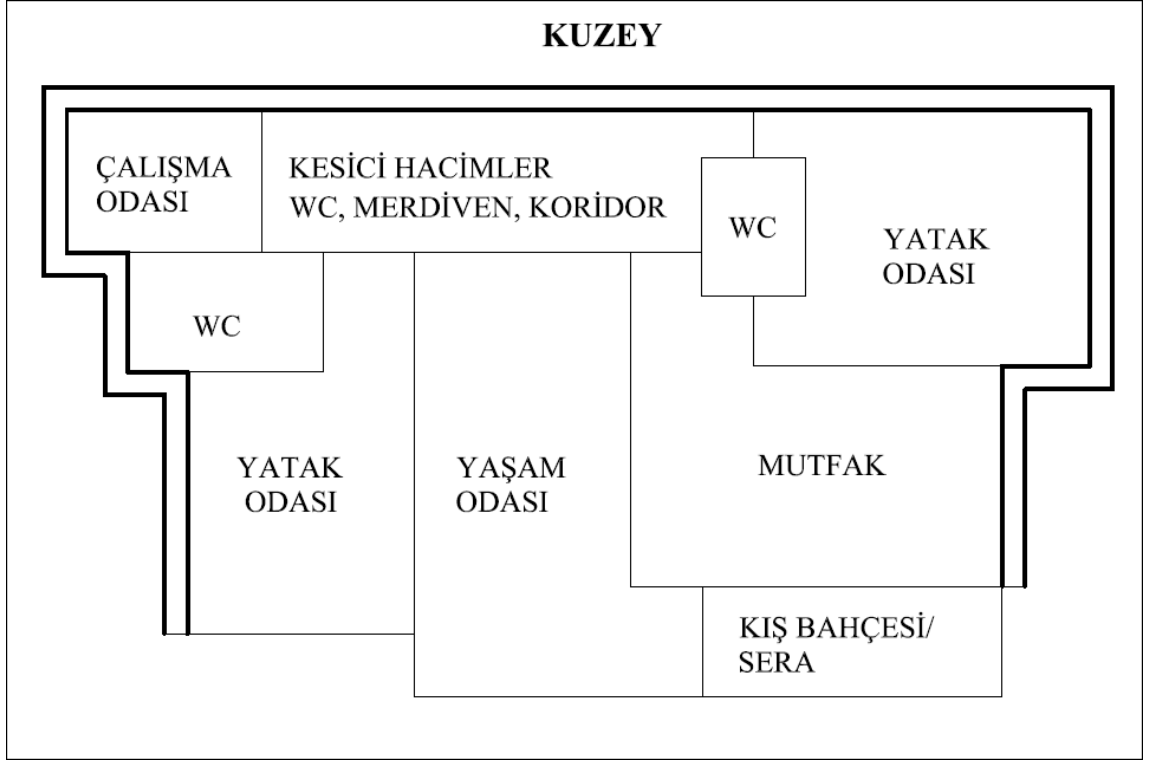
Tasarlanan açıklıklar yapının bulunduğu enleme ve iklim özelliklerine göre değişiklik göstermektedir. Kuzey yarımkürede tasarlanan binalarda güneş ışınlarının ısıtma ve aydınlatma etkilerinden maksimum derecede fayda sağlamak için güney

cephelerinde en büyük açıklıklar tasarlanmalıdır. Soğuk iklim bölgelerinde bu açıklıklar ısıtma etkisine fayda sağlamaktadır. Sıcak iklim bölgelerinde ise güneydeki açıklıklar güneş kırıcı eleman çözümleri ile desteklenmelidir. Aynı şekilde kuzey yarımkürede, doğu ve batı cephelerinde orta büyüklükte camlar kullanılırken, kuzey cephesinde ise küçük yüzeyli açıklıklar tasarlanmalıdır. Bu sayede kuzeyden ısı kaçışları engellenmiş olmaktadır.



Şekil 3.6 Yönlere göre pencere düzeni (Ülgen, 1995)

Yapıda güney, doğu ve batı yönleri kuzey yönü ile karşılaştırıldığında, güneş ısı ve ışınlarından daha fazla verim alan yönlerdir. Bu durum yapı planında hacimlerin yerleşmesini de doğrudan etkilemektedir. En büyük pencere açıklıklarına sahip olan güney cephesine misafir odası, yaşama alanları, yatak odaları, mutfak, sera gibi mekanlar yerleştirilmelidir. Güneşin doğuş ve batış hareketi yönünde bulunan batı ve doğu cephesinde, özellikle batı güneşinden korunmak için güneş kırıcı elemanlar tasarlanırken, orta büyüklükte pencereler tercih edilmektedir. Bu cephelerde çalışma alanı, yatak odası, mutfak gibi mekanlar konumlandırılabilir. En az ışık alan, binanın gölgede kalan cephesi olan kuzey cephesinde ise sirkülasyon alanları ve ıslak hacimler çözümlenmektedir. Yapıdaki tüm pencereler Pasif yapı kriterlerine'ne göre boyutlandırılmalıdır.



Şekil 3.7 Yapıdaki hacimlerin yerleştirilme şemasına bir örnek (Ülgen, 1995)

3.4.1 Güneş Kırıcılar

Yapının bulunduğu bölgedeki iklimsel özellikler, yapısal konforu büyük ölçüde etkileyen, yapının tasarlanmasında dikkate alınması gereken önemli fiziksel çevre etkenlerinden birisidir. İklim, yapıdaki güneş alım miktarının belirlenmesinde önemli bir unsurdur. Yapılarda farklı mevsimlerde, farklı aylarda ve günün farklı saatlerinde etkili olması için, yapı cephelerinde bir takım güneş kırıcı elemanlar tasarlanmaktadır.

“Isıtmanın istenmediği dönemde güneş ışınımı etkisiyle istenmeyen ısı kazançlarını önlemek için cephede güneş kontrolü önlemlerinin alınması gerekli olmaktadır. Bu elemanlar cephenin görünümünü doğrudan etkilemekte ve iklimsel özelliklere göre değişmektedir” (Manioğlu ve Oral, 2010, s.5).

Güneş kontrolü elemanı olan güneş kırıcılar, hareketli ve sabit olmak üzere iki grupta incelenebilir. Bu sistemler jaluziler, ışık rafları, panjur, tente, gibi tanınmakla beraber, bazı yapılar için özel olarak tasarlanmış öğeleri de içine almaktadır.

Saçaklar; yapı cephesinde oluşturulan, çatının yapıdan taşması ile veya kapı pencere gibi yapı bileşenlerinin üst kısmına eklenmesi ile oluşturulan yapı elemanlarıdır. Yazın dik gelen güneş ışınlarından korunmak, kışın eğik gelen güneş ışınlarını ise iç mekana alabilmek için yaygın olarak kullanılan güneş kontrol elemanlarıdır.

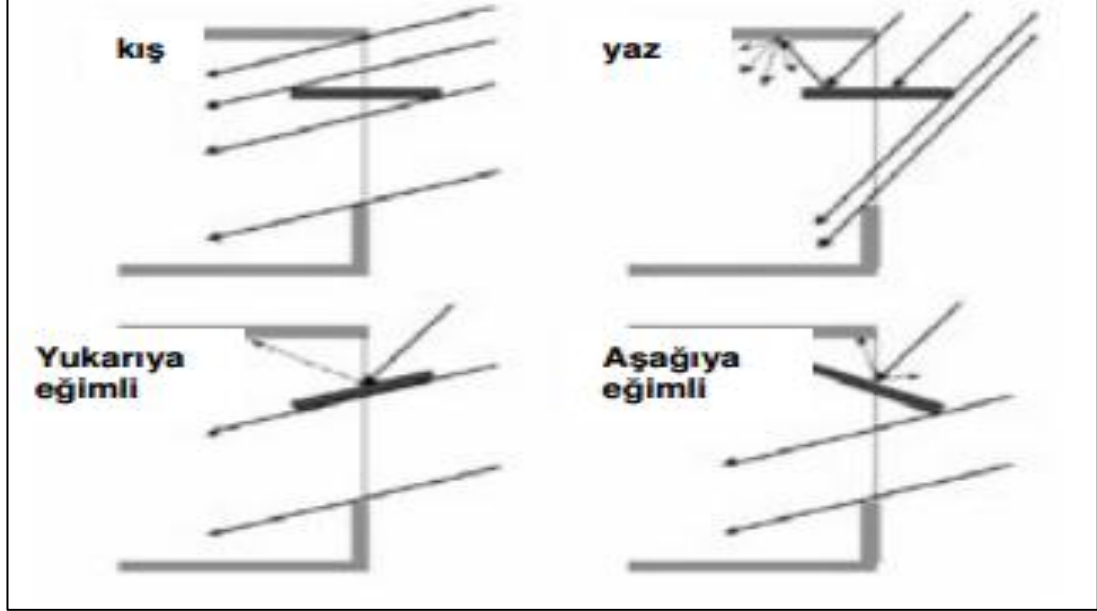
Yapılarda; hem güneş kırıcı eleman olarak, hem de tavana ışık yansıtıp dolaylı aydınlatma sağlayan eleman olarak ışık rafları kullanılmaktadır. Bu elemanların üst yüzeyleri ışık yansıtıcı nitelikte açık renk veya parlak yüzeyli malzemedir.



Şekil 3.8 Terry Thomas mimarlık ofisinde saçak kullanımı (Yeşil Mimari Ödüllendiriliyor, 2009)

“Işık rafları, güneş ışığını engellemek ve gün ışığını tavana yönlendirmek amacıyla tasarlanan, pencerenin iç veya dış yüzeyinde yer alan yatay veya yataya

yakın elemanlardır. Cepheyle bütünleşmiş bir eleman olabileceği gibi sonradan monte edilen bir eleman da olabilirler” (Köknel Yener, 2007, s.235).



Şekil 3.9 Işık raflarının yaz ve kış mevsimlerinde etkileri (Köknel Yener, 2007)



Şekil 3.10 Işık rafı görseli (Skybox Shelf Serisi, bt)

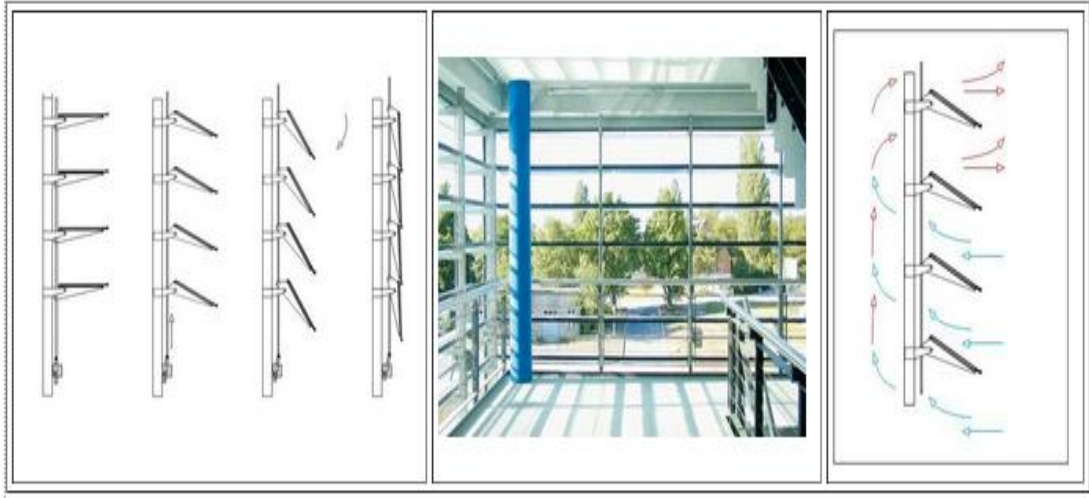
Dış cephede kullanılan düşey güneş kırıcı elemanlar jaluzi ya da panjur özelliği göstermektedirler. Bu elemanlar yatayda veya düşeyde sürülerek hareket edebilen

elemanlar olarak ve sabit eleman olarak tasarlanmaktadır. Dış cepheye entegre edilen, birbirini tekrar eden yatay ya da düşey elemanların üst üste getirilmesi ile oluşturulan bu elemanlar ışığın içeriye kontrollü girmesini sağlamaktadır. Bu sayede tüm ışığı doğrudan almak yerine kontrollü ışık alımı olmaktadır. Bu sistem tüm yapı tiplerinde yaygın olarak kullanılmaktadır. Düşey olarak kullanılan güneş kırıcıların sabit olanlarını, Terry Thomas mimarlık ofisi binasında görmek mümkündür.

Terry Thomas mimarlık ofisi binasında kullanılan entegre güneş kırıcıların bir diğer biçimi de, güneş kırıcının her bir yatay elemanın, belirli açılarda manuel veya otomatik olarak eğilmeleri ile oluşturulan sistemlerdir. Bu sayede yılın veya günün farklı dönemlerinde, güneşin konumuna göre, ihtiyaç doğrultusunda hareket edebilmektedirler. Bunun sonucunda daha etkin bir kullanım oluşturulabilmektedir (Şekil 3.11).



Şekil 3.11 Terry Thomas mimarlık ofisinde entegre güneş kırıcı eleman (Sürdürülebilir Mimaride Kullanılan Pasif Sistemler, 2012)



Şekil 3.12 Hareketli düşey güneş kırıcı (Cam panelli güneş kırıcılar, bt)

Önceki paragraflarda anlatılan güneş kontrol elemanlarından farklı olarak, bütüncül bir sistem olarak tasarlanan, güneş ışınlarına duyarlı sensörlere sahip akıllı sistemler olarak da tanımlayabileceğimiz güneş kontrol elemanları tasarlamak da mümkündür.



Şekil 3.13 Al Bahar Kulesi'nde güneş kırıcı kullanımı (Al Bahar Towers Responsive Facade / Aedas, 2012)

Akıllı cephe sistemlerinde kullanılan güneş kontrol elemanlarına örnek olarak 2012 yılında inşa edilen, Abu Dhabi’de bulunan Al Bahar Kulesi’ni örnek verebiliriz. Gündüz ve gece sıcaklık farkı çok fazla olan Dubai’de gece ve gündüz farklı işlevler gösterebilecek güneş kontrol sistemi tasarlanmıştır.

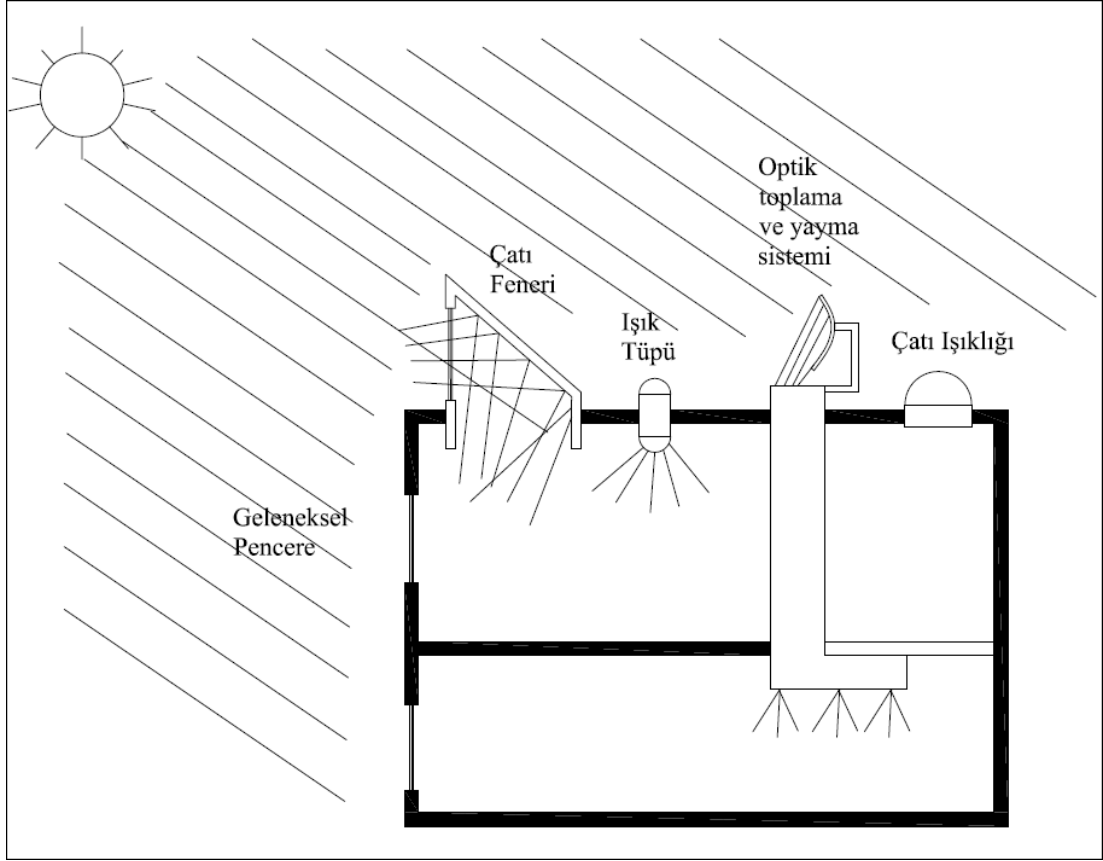


Şekil 3.14 Al Bahar Kulesi’nde güneş kırıcı kullanımı (Indosky, 2014)

3.4.2 Doğal Aydınlatma Çözümleri

Yapılarda aydınlatma bileşeni olarak kullanılan pencereler, bina derinliğine bağlı olarak, günün bazı saatlerinde, güneş ışınlarının iç mekana süzülmesinde yeterli olamayabilmektedirler. Bu nedenle özellikle çatıda bir takım aydınlatma yöntemleri geliştirilmiştir. Bu yöntemler çatı feneri, ışık tüpü, çatı ışıklığı gibi yöntemlerdir.

Pasif yapılarda kullanılan pencere ve kapılar, doğal aydınlatma sağlarken, hava geçirimsizliği, yalıtım gibi unsurlara göre tasarlanmalıdır. Bu nedenle; kapı ve pencere ölçüleri PasifHause Institute’nin belirlediği kriterlere göre planlanmalıdır.



Şekil 3.15 Yapılarda gün ışığından yararlanma yöntemleri (Yener, 2007)

3.4.2.1 Işık Tüpü

Işık tüplerinin çalışma prensibi, çatıda üzerine düşen gün ışıklarını alıp iç mekana aktarıp dağıtmasıdır. Işık tüpünün üst kısmında başlık olarak şeffaf küresel bir parça bulunmaktadır. Bu parça silindir formu alt kısma ışığın geçişini sağlamaktadır. Silindir formu parça yansıtıcı metalden oluşturulmuştur. Yansıtıcı yüzey, ışığın çeperlere çarparak en alt noktaya ulaşmasını sağlamaktadır. Alt noktadaki dağıtıcı eleman da ışığı iç mekana dağıtmaktadır. Aydınlatma enerjisi giderlerinde tasarruf sağlayan ışık tüpleri, çatıda belirli aralıklarla tekrar ederek konumlandırılmaktadır.



Şekil 3.16 Işık Tüpü Uygulaması (Okutan, 2012)

3.4.2.2 Çatı Penceresi

Gün ışığını yapının içine alabilmek için cephede yeterli yüzey bulunmadığı veya cephenin önünde yapıyı kapatan bina, peyzaj gibi öğelerin olması durumunda çatıda çatı pencereleri kullanılmaktadır. Çatı pencereleri eğik yüzeylerde konumlandırıldığı için güneş ışınlarının geliş açısına daha uygun olup, verimi cephede dik olarak kullanılan pencerelere göre daha yüksek olmaktadır.

Çatı penceresi sistemi ısınan havanın yükselip soğuk havanın alçalması ilkesine bağlı olarak havalandırma açısından da verimli bir yapı bileşenidir. Fakat kış mevsimlerinde yalıtıma bağlı olarak ısısal konfor açısından sorun teşkil edebilmektedir (Uslusoy, 2012).

Çatı penceresi uygulamalarına günümüzde az katlı konut yapılarında sıkça rastlanmaktadır.



Şekil 3.17 Çatı penceresi uygulaması (velux, bt)

3.5 Doğal Havalandırma Sistemleri

Pasif yapılarda binanın mümkün olduğunca az enerji tüketmesi amaçlandığından, yapının doğal olarak havalanmasına yönelik yönelme ve yapı bileşeni tasarımı kararları alınmalıdır. Sıcak iklim bölgelerinde, yapılarda tüketilen enerjinin büyük bir bölümünü havalandırma ve serinletme çözümleri oluşturmaktadır. Bu sebeple pasif yapılarda, en az enerji tüketimi için havalandırma stratejileri önem teşkil etmektedir. Doğal havalandırma sisteminde temel unsur rüzgardır. Rüzgarın etkisi ve şiddeti yapının bulunduğu iklime, çevresel özelliklere ve coğrafyaya göre değişiklik göstermektedir. Bir yapı tasarlanırken hakim rüzgar yönleri dikkate alınıp, yapının formu buna göre belirlenmelidir. Tasarıma başlamadan önce yapının bulunduğu çevredeki hakim rüzgar yönleri belirlenip hava akış şemaları oluşturulmalıdır (Thomas, 1996).

Doğal havalandırma, ısı değişikliklerinin oluşturduğu hava hareketleri ile, taze havanın dış mekandan iç mekana alınarak, aynı miktardaki kullanılmış havanın dışarı verilmesi şeklinde tanımlanmaktadır. Sıcak nemli bölgelerde konfor koşullarının ve

insan sağlığı açısından gerekli taze havanın sağlanması, iç mekanlarda kullanıcı sağlık ve memnuniyetinin sağlanması, mekanik havalandırmanın azaltılması ya da ortadan kaldırılması ile enerji tasarrufunun sağlanması gibi çeşitli yararları bulunmaktadır (Sev, 2009).

Bir pasif yapı tasarlanırken bulunduğu coğrafyadaki hakim rüzgarın şiddeti ve yönünün dikkate alınması kadar, yaz ve kış aylarına yönelik farklı çözümler geliştirilmesi de önemlidir. Yaz aylarında rüzgar etkin bir havalandırma ve soğutma sağlarken, kış aylarında ise daha kontrollü rüzgar ve hava girişleri sağlanmalıdır.

Doğal havalandırma, mekanik havalandırma ve iklimlendirme için gerekli olan yenilenemeyen enerji kaynaklarından tasarruf sağladığı için, doğru bir tasarımıdır. Binalardaki iki temel gereksinimi karşılar; kirli hava ile nemin atılması ve ısı konforun yükseltilmesi. Doğal havalandırma, nemli iklimlerde, bağıl nem etkisini %60'dan fazla azaltarak, i mekandaki ısı konforun artırılmasında kullanılabilir (Yeang, 1998, s.138).

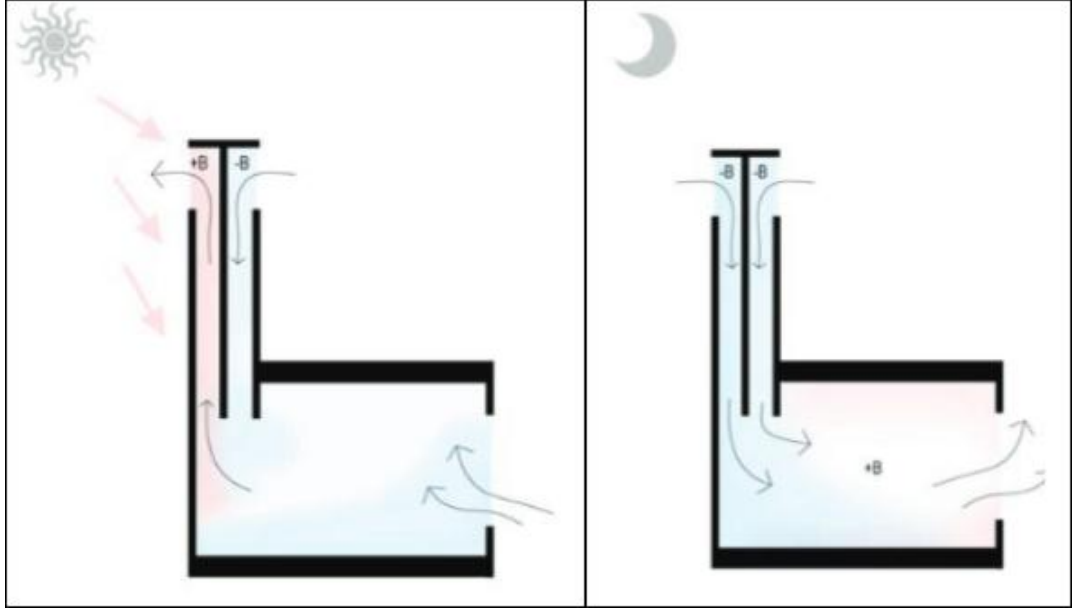
Pasif yapılarda i mekandaki hava sirkülasyonuna yardımcı olan ögeler; hakim rüzgar verilerini baz alarak yapı kabuğunun şekillenmesi, pencere açıklıklarının havalandırmaya yönelik belirlenmesi, rüzgar bacası, rüzgar keçesi, çapraz havalandırma, trombe duvarı gibi sistemler olarak belirlenebilmektedir (Uslusoy şenyurt ve Altın, 2014).

3.5.1 Rüzgar Bacası

İran, Birleşik Arap Emirlikleri, Irak, Pakistan gibi ölkelerde geleneksel örneklerine çok sık rastlanmaktadır. Rüzgar bacaları, kuru sıcak ve sıcak nemli iklime sahip bölgelerde kullanılmaktadır. Geleneksel bir sistem olan rüzgar bacalarının çalışma prensibi, kentte esen rüzgarı, formu sayesinde iç mekana alarak ortamı soğutmaktır (Engin, 2011).

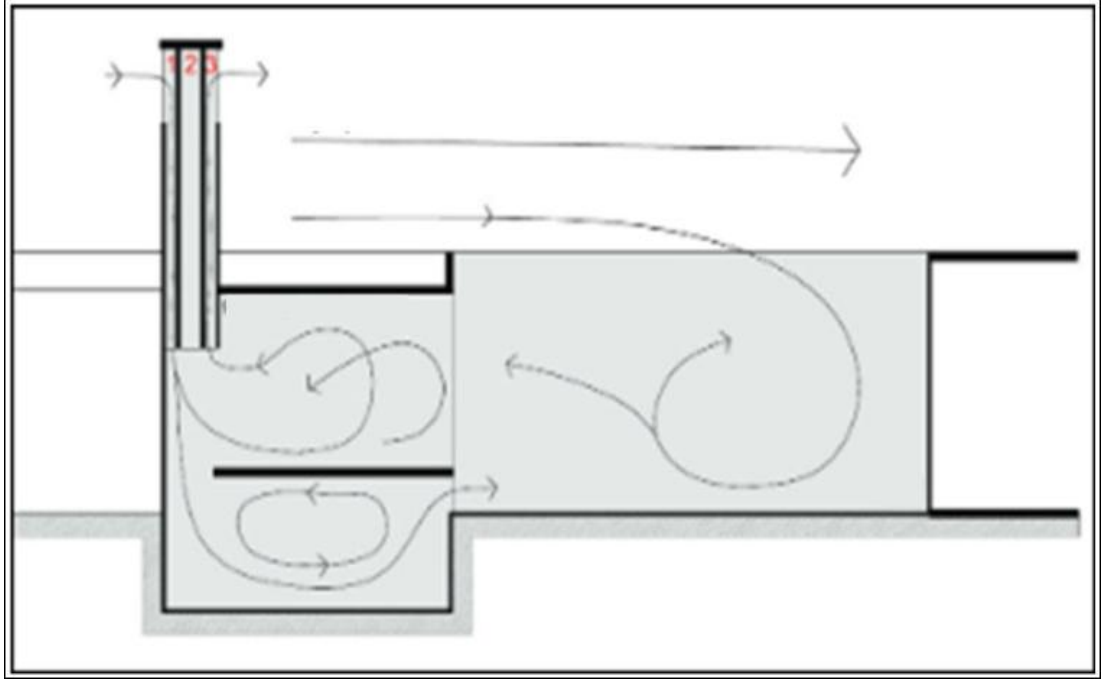
Rüzgar bacaları günümüzde çağdaş olarak yeniden yorumlanıp, doğal havalandırma sistemi olarak kullanılmaktadır. Rüzgar bacaları iki durumda çalışmaktadır. Birinci durum; iç ve dış mekan arasındaki sıcaklık farklılığından oluşan hava dolaşımı, ikinci durum; düşük ve yüksek basınçlı bölgeler arasındaki basınç farklılığından kaynaklanan hava dolaşımıdır (Ali ve Say Özer, 2011).

Rüzgar bacası ısı farklılığından yararlandığı durumlarda, gündüz güney cephesi ısınmakta ve içindeki havayı dışarıya atmaktadır. Bu esnada kuzey cephesindeki açıklıklardan serin hava iç mekana alınmaktadır. Gece ise soğuyan hava bacadan içeri girmekte, iç mekanlardaki ısınan hava da bacadan dışarıya atılmaktadır.

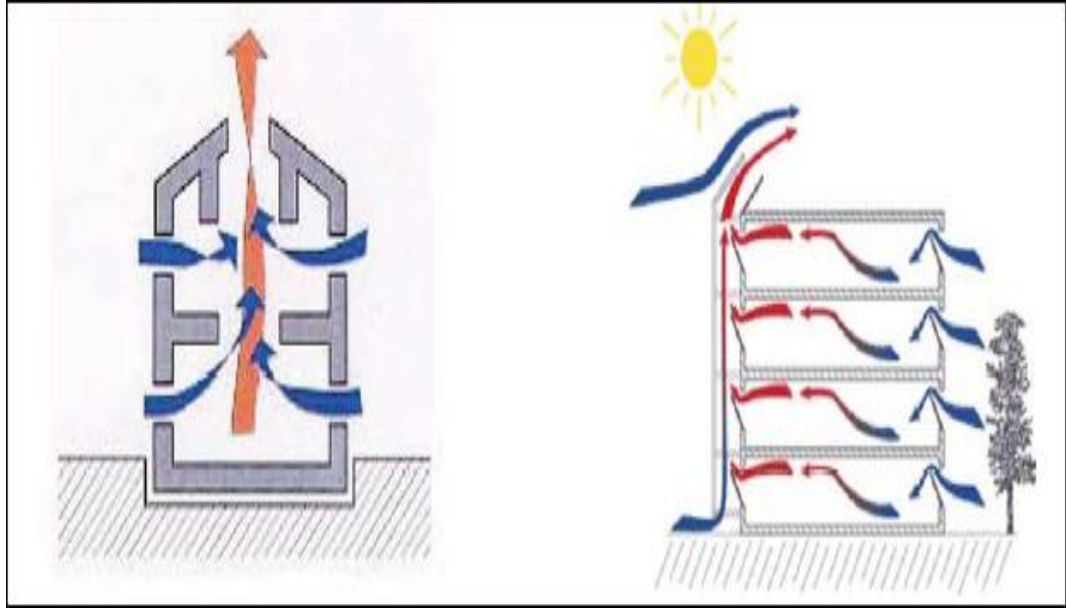


Şekil 3.18 Gündüz ve gece durumlarında rüzgar bacasının ısı farkından yararlanarak çalışma prensibi (Ali ve Say Özer, 2011)

Rüzgar akışının karşısında olan rüzgar bacası girişinde yüksek basınç oluşurken, diğer kısımda ise düşük basınç oluşmaktadır. Bu sayede baca içerisinde, basınç farklılıklarından kaynaklanan hava dolaşımı oluşmaktadır. İç mekandaki sıcak hava basınç farklılığının yardımı ile yükselerek rüzgar bacasından atılmaktadır.



Şekil 3.19 Rüzgar bacasının basınç farkından yararlanarak çalışma prensibi (Ali ve Say Özer, 2011)



Şekil 3.20 Şematik rüzgar bacası çizimi (Yüksek ve Esin, 2011)

3.5.2 Rüzgar Kepçesi

“Binalarda kullanılan rüzgar kepçeleri ile elektrikli fan motorları kullanmaksızın ısı dönüşümü sağlanarak taze havanın alınması ve kullanılmış havanın dışarı atılması olanaklı olmaktadır” (Engin, 2012, s.64).

Rüzgar kepçesi kullanılan bölgelerde, yapıların havalandırmasını sağlamak için, çok kuvvetli rüzgar esintilerine gerek yoktur. Rüzgar bacası kullanımı ile karşılaştırıldığında rüzgarı daha iyi çeken, daha güçlü havalandırma sağlayan bir çözümdür.



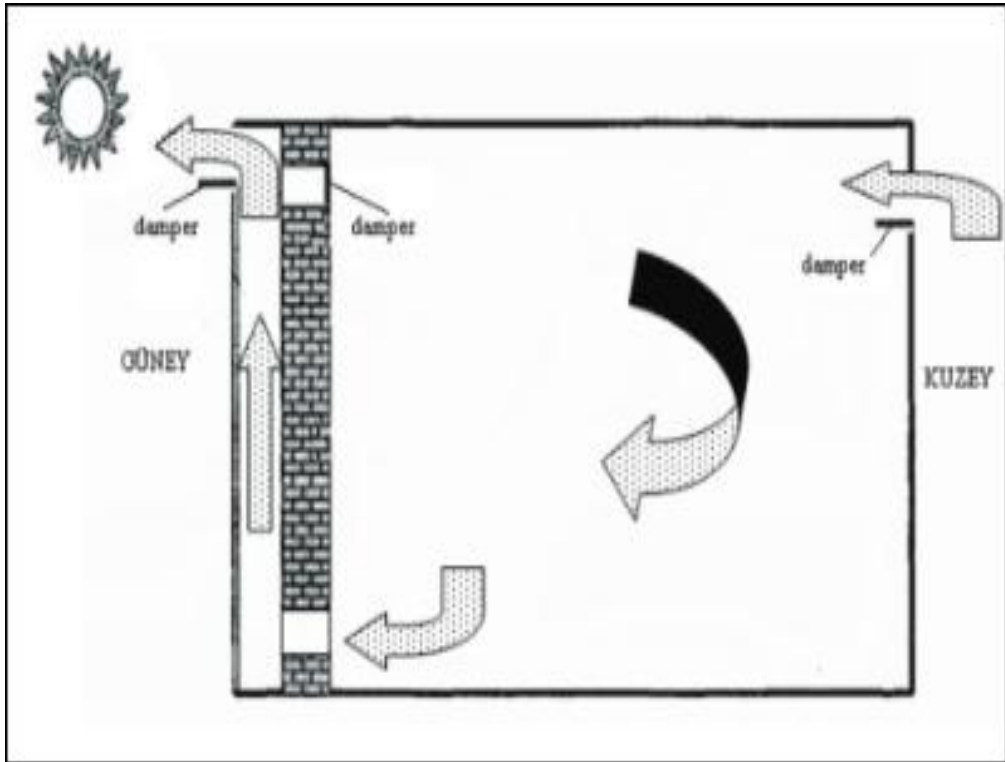
Şekil 3.21 Bedzed Konutları'nda kullanılan rüzgar kepçeleri (flicker, bt)

3.5.3 Trombe Duvarının Havalandırma Etkisi

Yapılarda enerji tüketiminin büyük bir kısmını, önceki bölümlerde de belirtildiği gibi ısıtma ve havalandırma ihtiyaçları oluşturmaktadır. Pasif yapılarda, özellikle ılıman iklimlerde yaygın olarak kullanılan trombe duvarı uygulaması hem ısıtma hem havalandırma sağlayan pasif sistemdir. Trombe duvarı, güney cephesine yerleştirilmiş, içten dışa sırasıyla duvar, hava boşluğu ve cam katmanlarından oluşan

kollektör bir sistemdir. Trombe duvarlarının kollektör özelliği, farklı mevsimlerde kepenk sistemlerinin kullanılmasıyla, duvar güneş ışınlarından korunup, sistem dışı bırakılabilmektedir.

Çalışmanın bu kısmında trombe duvarının havalandırma etkisinden bahsedilecektir. Trombe duvarı sisteminde absorbe edici yüzeye sahip olan duvarın alt ve üst bitişlerinde menfezler bulunmaktadır. Bu menfezler açık tutulduğunda alttaki menfezden giren soğuk hava ısınıp yükselip üst menfezden içeri tekrar girmektedir. Bu sistemin karşısında bulunan kuzey duvarına üst kotlarda bir menfez açıldığında karşılıklı olarak kuzey duvarının üst menfezi, güney duvarının alt menfezi ve camdaki üst damper açıldığında, kuzeyden gelen soğuk hava alçalarak güney duvarının alt menfezinden çıkmaktadır. Bu durumda soğuk hava tüm odayı geçip mekandan çıkmaktadır. Sonuç olarak oda hem soğutulmuş hem havalandırılmış olmaktadır.

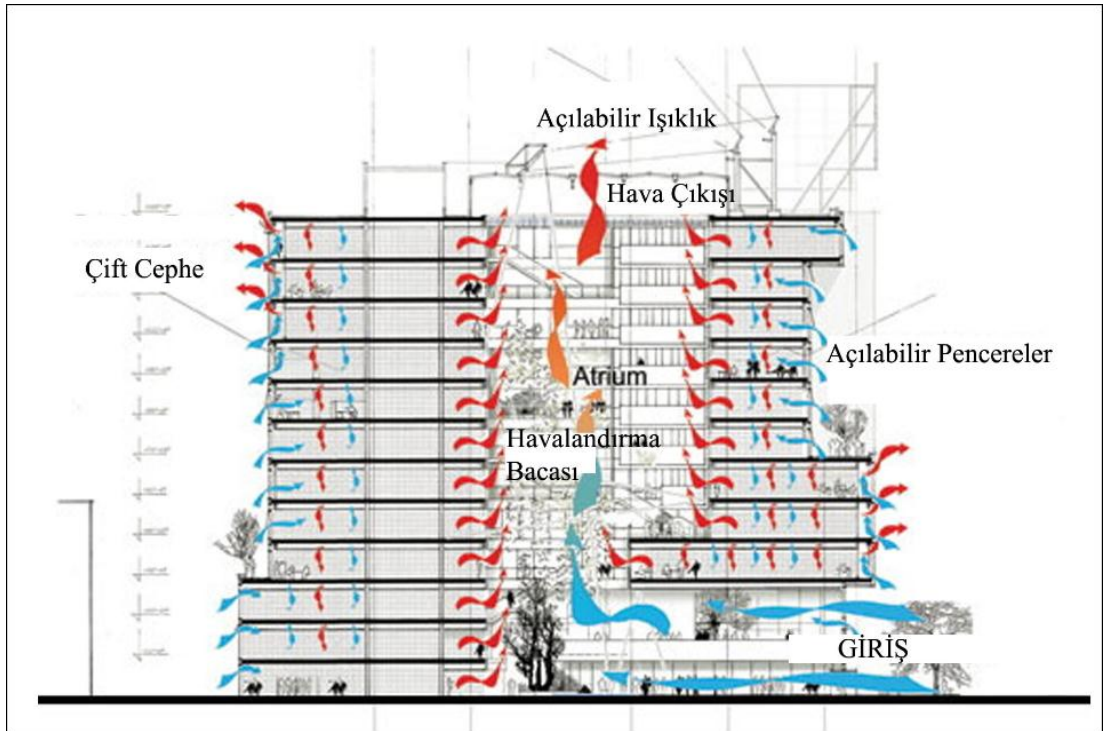


Şekil 3.22 Trombe duvarının havalandırma etkisi (Doğan ve Pirasacı, 2009)

3.5.4 Galeri ve Atrium

Galeri ve atrium sistemleri ısınan havanın yükselmesi ilkesine bağlı olarak çalışmaktadır. Yapı içerisinde tasarlanan iki veya daha fazla kat yüksekliğindeki galerilerin üst örtüleri genellikle cam malzeme ile tasarlanır. Atriumlarda camdan gelen güneş ışınları o ortamdaki havanın ısınıp yükselmesini sağlar. Bu sayede iç mekandaki kirli hava ısınıp yükselir. Atriumlarda ve galerilerde açılabilir pencereler düzenlenirse, kirli hava baca etkisi ile dışarıya atılabilmektedir.

Yapıya tasarımsal zenginlik katan galeri ve atriumlar; tekil konut yapılarında, apartmanlarda, ofis yapılarında, kamusal yapılarda, ülkemizde de yaygın olarak kullanılan bir havalandırma sistemidir.

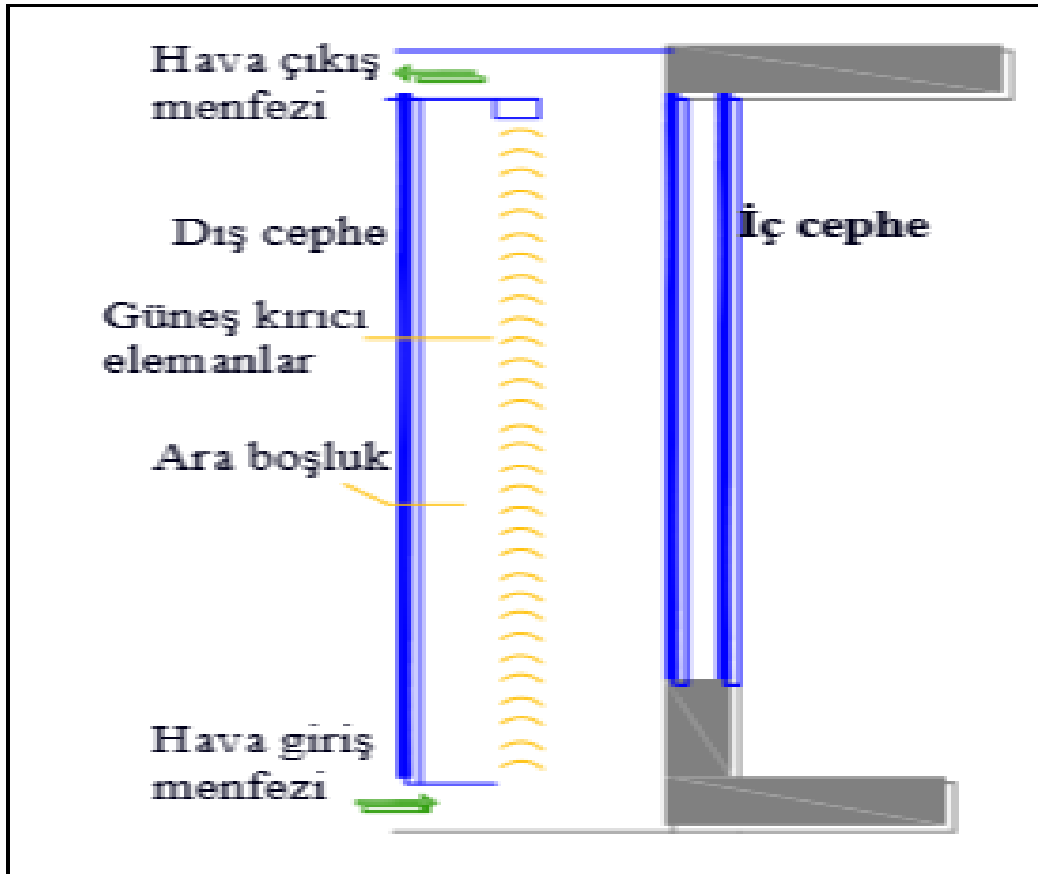


Şekil 3.23 Genzyme Center'da atrium kesiti (Anton Grassi, bt)

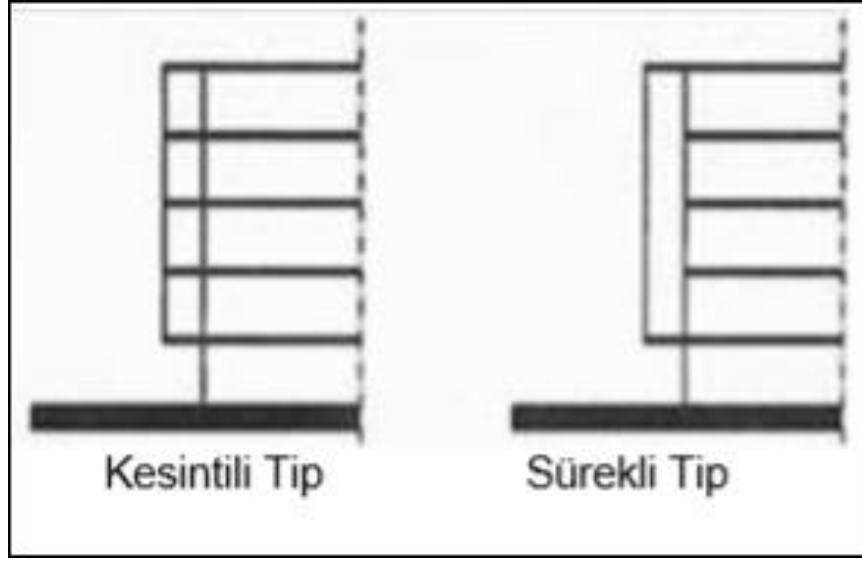
3.5.5 Çift Cidarlı Cephe

Özellikle yüksek katlı yapıların havalandırmasında yaygın olarak kullanılan çift cidarlı cepheler, birbirine paralel, cephe boyunca uzanan, aralarında bir boşluk olan iki cam cepheden oluşmaktadır. Arada kalan boşluk alan iç mekan ile dış mekan arasında tampon oluşturmaktadır. Bu sayede ısı kayıplarının ve enerji harcamalarının büyük bir kısmının önüne geçilmesini sağlamaktadır.

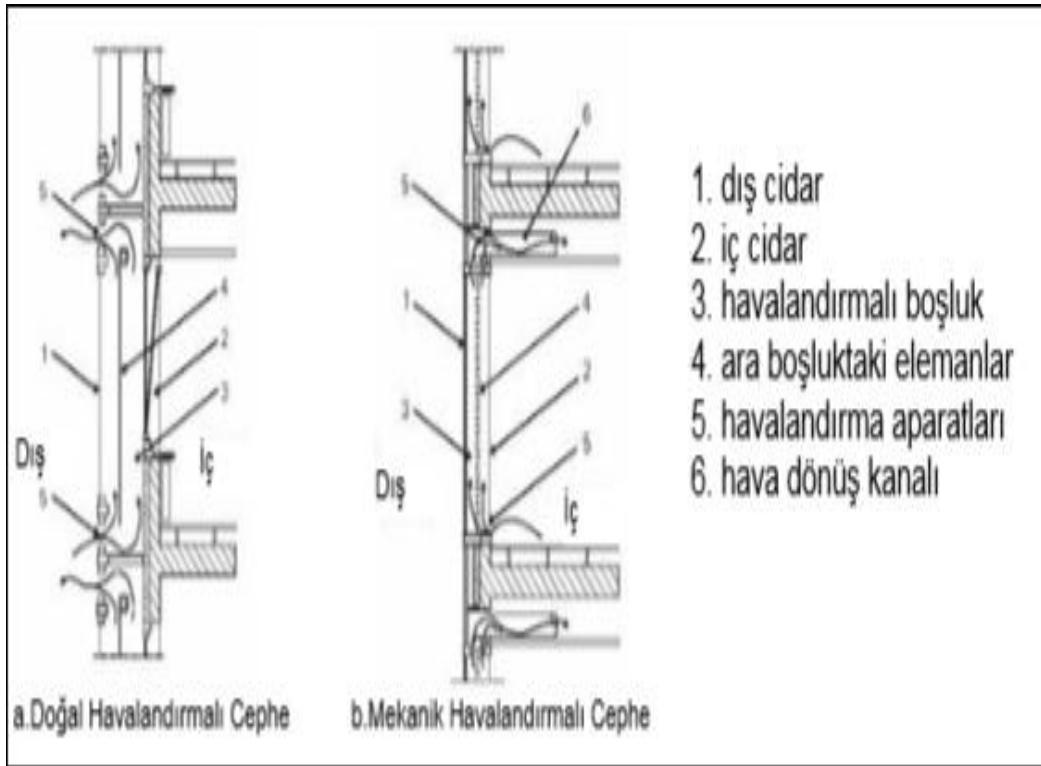
Yüksek yapılarda iki cam cidar arasındaki boşluk belirli katlar arasında kesintiye uğrayabilirken, tüm cephe boyunca kesintisiz devam da edebilmektedir. Arada oluşturulan tampon bölgenin doğal veya mekanik havalandırılma yöntemine göre de çift cidarlı cepheler sınıflandırılabilir.



Şekil 3.24 Çift cidarlı cephelerde havalandırma prensibi (İnan ve Başaran, 2013)



Şekil 3.25 Sürekliliğine göre çift cidarlı cepheler (Yılmaz, 2005)



Şekil 3.26 Havalandırma yöntemine göre çift cidarlı cepheler (Yılmaz, 2005)

Çift cidarlı cepheler, enerji korunumu ve enerjinin verimli kullanımı açısından pek çok avantaj sağlamaktadır. Bu avantajların başlıcalarını; doğal havalandırma, şeffaflık, tampon bölge oluşturarak ısı yalıtımına katkı sağlaması, ses yalıtımına katkı sağlaması, iç mekanın ısı konforunu dengede tutması, güneş kontrol

elemanlarının dış cepheye göre daha kontrollü olan tampon bölgeye monte edilebilmesi ve gece havalandırması oluşturmaktadır (İnan ve Başaran, 2013).

Çift cidarlı cepheler; yapı kabuğu boyunca kesintisiz olarak devam ediyorsa devasa bir havalandırma bacası işlevi görmektedir. Kış aylarında ısı tutucu etkisiyle binanın ısıl konforuna ve ısı kaçışlarının önlenmesine katkı sağlarken, yaz aylarında da baca etkisi göstererek havalandırma sağlamaktadır.

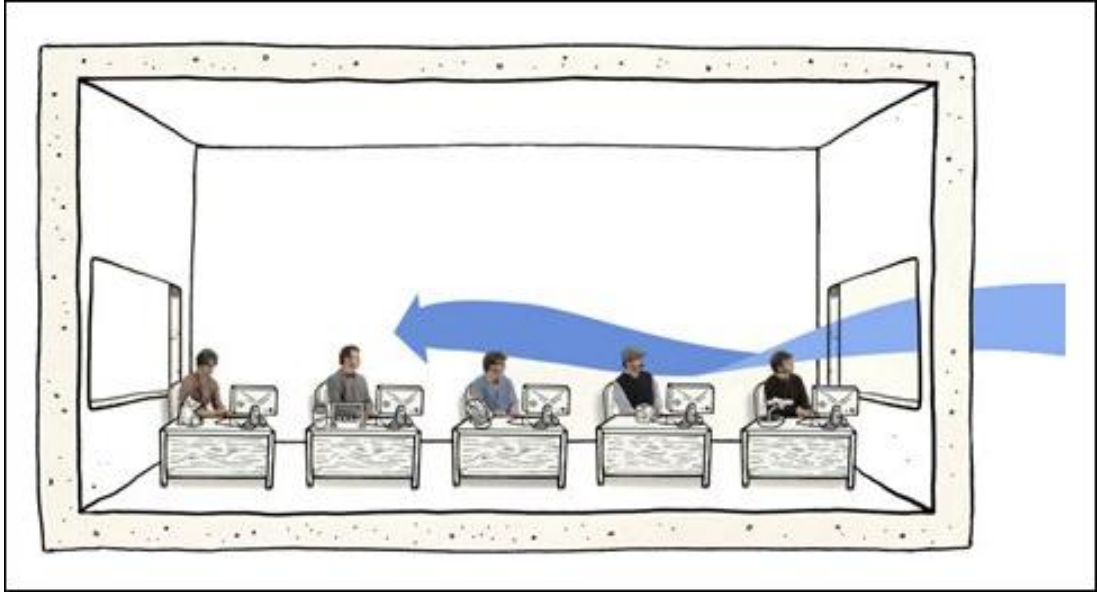


Şekil 3.27 Düsseldorf City Gate Binası'nda çift cephe uygulaması (Düsseldorf Stadttor (City Gate), bt)

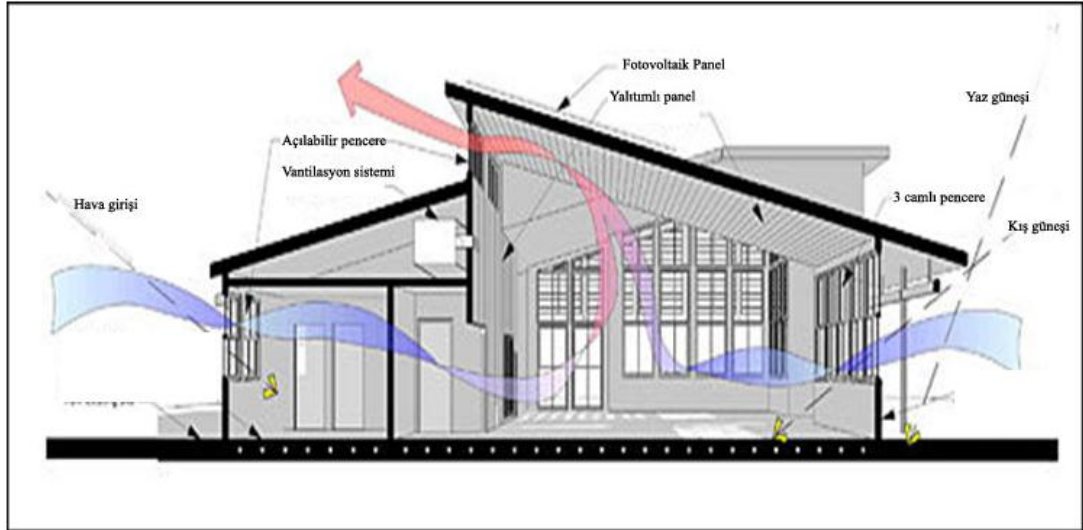
3.5.6 Çapraz Havalandırma

Çapraz havalandırma; günümüzde yaygın olarak kullanılan pasif havalandırma tekniklerindedir. Bir binanın çevresindeki hava akımları, rüzgârın geldiği cephede yüksek basınç bölgeleri oluştururken, diğer cephede alçak basınç bölgeleri oluşturur. Yüksek basınç bölgesindeki alana girişler ve alçak basınç bölgesine çıkışlar yerleştirildiğinde en etkili çapraz havalandırma meydana gelir (Yüksek ve Esin, 2011).

En etkili çapraz havalandırma, aynı mekanda için hem hava girişi için, hem hava çıkışı için açıklık gerektirmektedir. Açıklıklar 1950 li yıllarda en etkin biçimde verim sağlaması açısından, şed çatı, düşey çatı penceresi, açılabilir çatı penceresi olarak kullanılmaktaydı. Günümüzde, hakim rüzgarın yönüne paralel olarak yerleştirilen karşılıklı pencereler olarak yaygın olarak kullanılmaktadır (Gedik, bt).

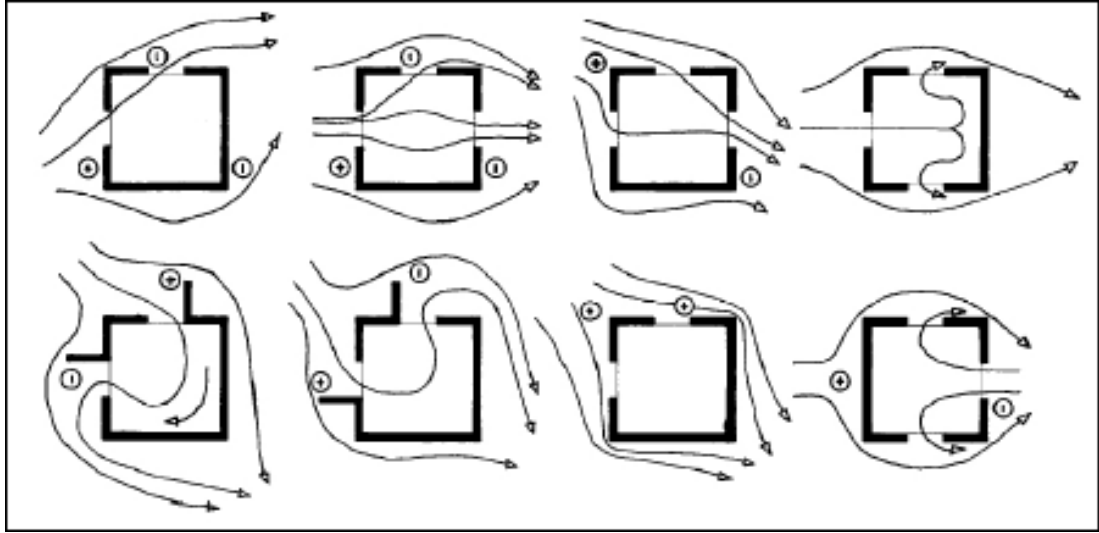


Şekil 3.28 Şematik olarak çapraz havalandırma (Wind Ventilation, bt)



Şekil 3.29 Portola Valley Town Center'da Çapraz Havalandırma Tasarımı (Portola Valley Town Center, bt)

Yapıların planlanma aşamasında, hakim rüzgar yönü, peyzaj ve iklim göz önünde bulundurularak, çapraz havalandırma ile doğal havalandırma yapılmasına olanak sağlayacak yapı açıklıkları belirlenmelidir. Dünyada bu konuda yapılan detaylı çalışmalar, farklı duvarlar üzerinde açılan farklı açıklıkların çapraz havalandırma üzerindeki etkilerini belirtmektedir.



Şekil 3.30 Çapraz havalandırma seçeneklerinin yapı planında gösterimi (Roaf, 2007)

3.6 Isıtma-Soğutma Sistemleri

Soğuk geçen kış aylarında ısı kayıplarını en aza indirip, güneş enerjisinin ısıtma etkisinden maksimum derecede yararlanmak için; yapı yerleşimi, yapı kabuğu tasarımı gibi önlemler alınırken, doğal yollardan ısı kazanımı sağlayan çeşitli sistemler kullanılmaktadır. Bu sistemlerin genel çalışma prensibi ısı kaçışlarını engellemek, gündüz ısı depolayıp, gece ısıyı yaymak olmaktadır.

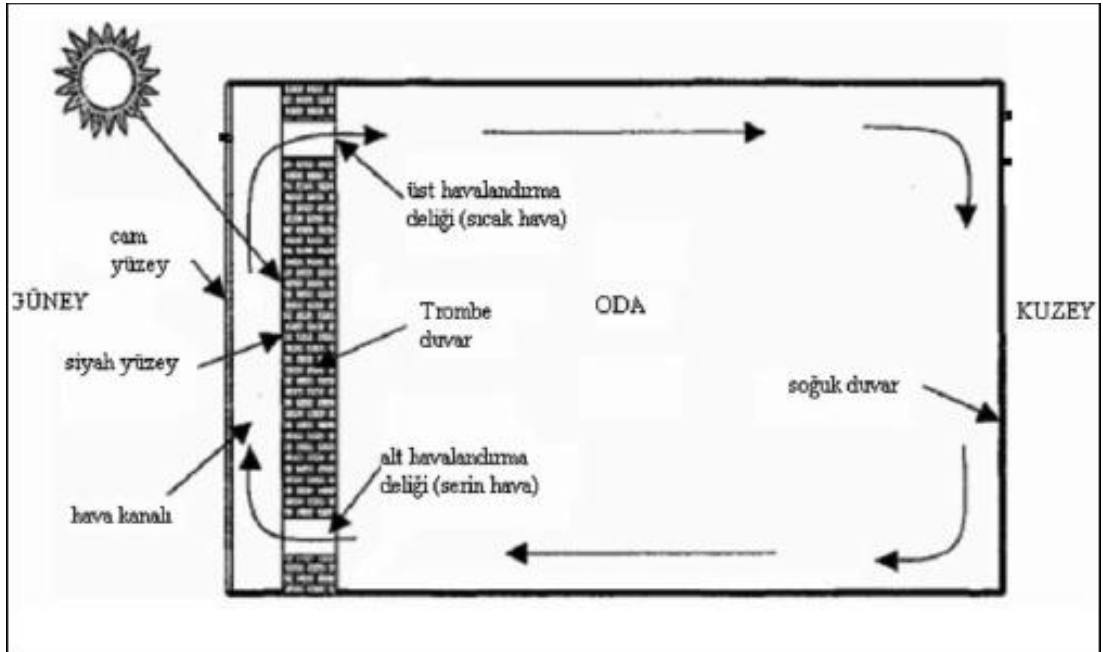
Sıcak geçen yaz aylarında ise gece ve gündüz serin iç ortam yaratabilmek için, bulunulan iklim bölgesi göz önünde tutularak, doğal havalandırma, gece havalandırması gibi sistemler kullanılarak iç mekan konforu sağlanmaktadır. Yaz ve kış aylarında uygun soğutma ve ısıtma sistemlerinin tasarlanması için iklim ve ısı özelliklerinin iyi analiz edilmesi gerekmektedir.

3.6.1 Pasif Isıtma Sistemleri

Pasif ısıtma ve soğutma sistemleri, doğrudan ve dolaylı sistemler olmak üzere iki grupta tanımlanmaktadır. Doğrudan sistemlerde, güneş ışınları iç mekana doğrudan ısı kazandırmaktadır. Dolaylı sistemlerde ise, doğrudan kazanılan güneş ısı sonrakı bir vakitte iç mekana dağıtılmak üzere toplanmakta ve depolanmaktadır. Dolaylı sistemler, pasif ısıtma için tasarlanmış olsa da zaman zaman pasif soğutma için de kullanılabilir. Isıtma için ılıman ve soğuk iklimleli bölgelerde uygunken, soğutma için ise gece ve gündüz sıcaklık farkları yüksek bölgelerde kullanılmaktadırlar (Efe, 2009).

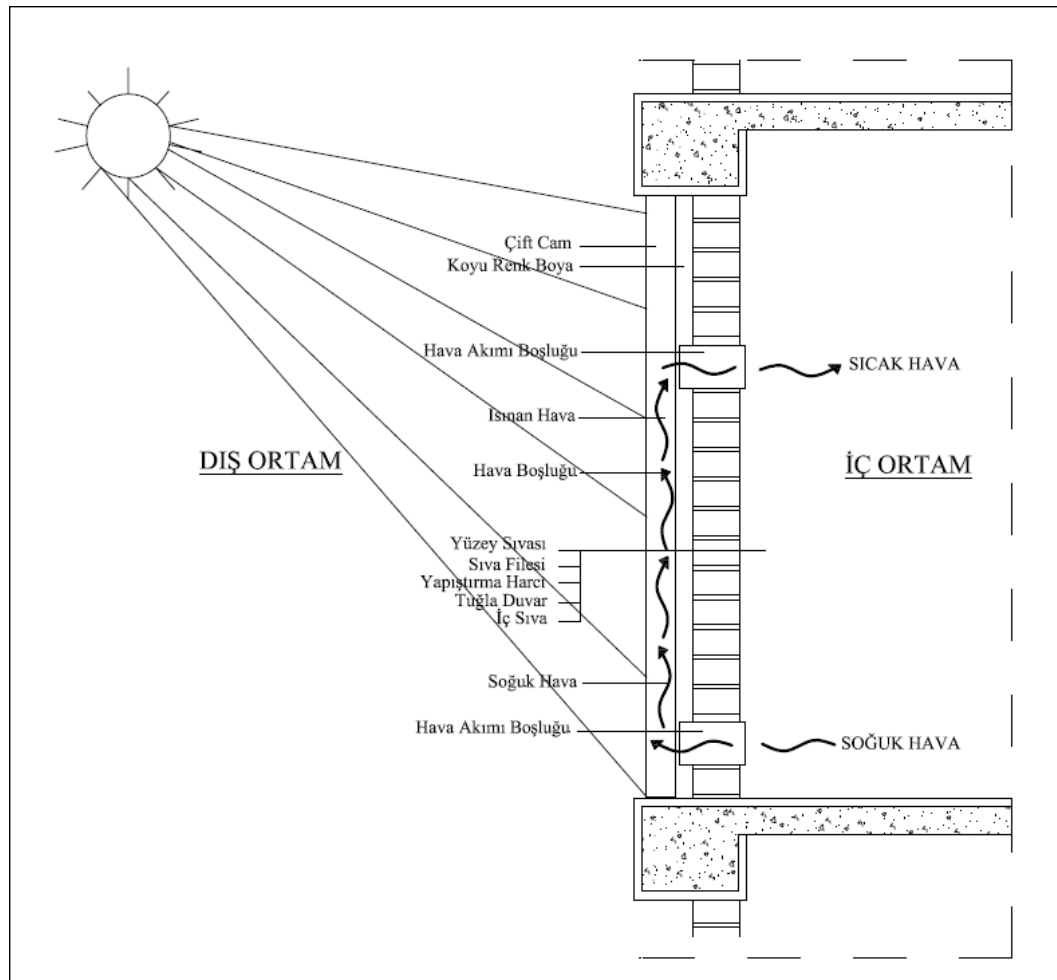
3.6.1.1 Trombe Duvarının Isıtmaya Etkisi

Geleneksel konut tasarımında duvarların ısı depolayıcı etkisinden yararlanmak için kerpiç malzemeler kullanılmıştır. Kerpiç malzeme gün boyunca güneş ışınlarını depolarken gece boyunca da depoladığı ısıyı yavaş yavaş iç ortama salmaktadır. Fransız Felix Trombe, 1950'lerin sonlarında, duvarların ısıyı emip dağıtma etkisinden esinlenerek, kendi adını verdiği Trombe duvarını keşfetmiştir (Efe, 2009).



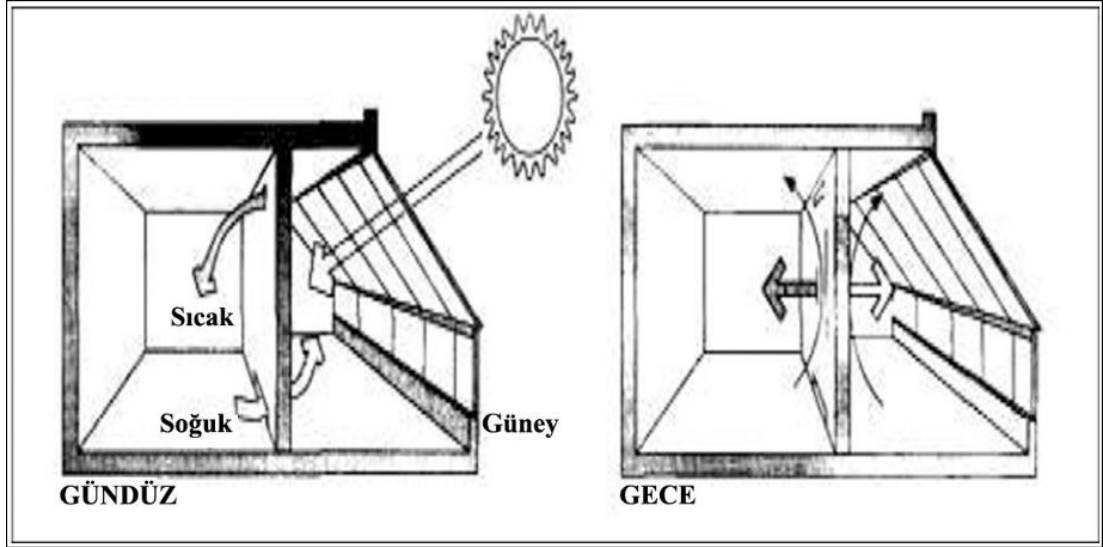
Şekil 3.31 Trombe duvarının ısıtma prensibi (Doğan ve Pırasacı, 2009)

Önceki bölümde trombe duvarının havalandırmaya olan etkisinden bahsedilmişti. Bu bölümde ise trombe duvarının dolaylı ısıtma sistemindeki etkisi anlatılacaktır. Trombe duvarı bir güneş kollektör sistemidir. Trombe duvarını, güneşe bakan yüzeyi koyu renkli olan güneye yerleştirilmiş bir duvar ve duvara belirli bir mesafe bırakılarak yerleştirilmiş cam yüzey oluşturmaktadır. Cam yüzeyde ve duvar üzerinde alt ve üst noktalarda açılan menfezlerle ısınan havanın kontrolü sağlanmaktadır. Menfezler hem yaz aylarında oluşabilecek aşırı ısınmayı engellerken hem de ısınarak yükselen havanın üst menfezden odaya dağılımını sağlamaktadır. Kış aylarında, odadan gelen soğuk hava alt menfezden cam yüzey ve duvarın arasına girip ısınarak üst menfezden tekrar odaya sirküle edilmektedir (Doğan ve Pırsacı, 2009).



Şekil 3.32 Trombe duvarı kesiti (gurselgunacar, bt)

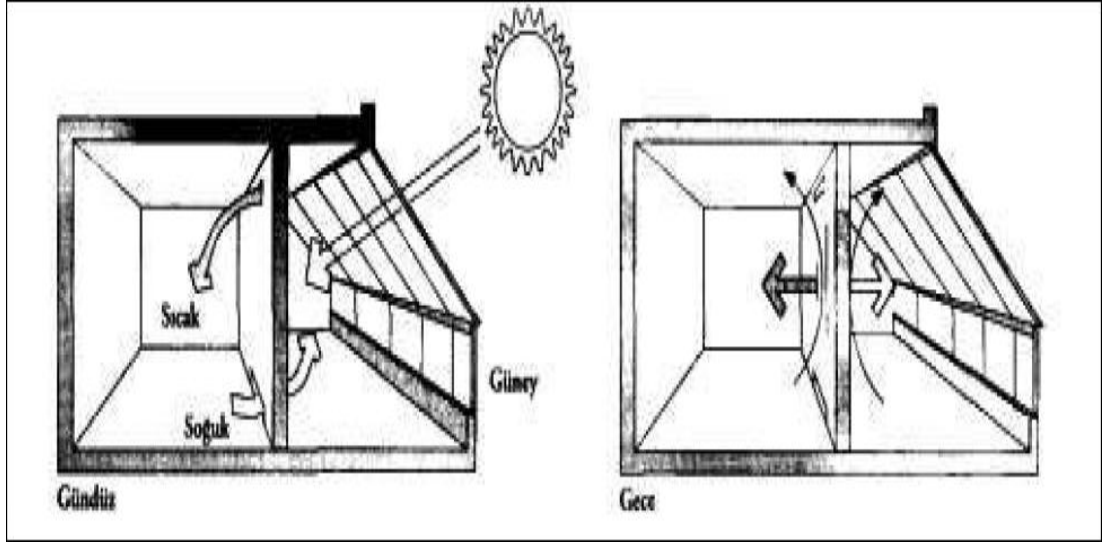
Trombe duvar sistemleri güneş ışınlarını absorbe eden yüzeyi ve depolanan enerjinin sirkülasyonu ile kışın ısıtma sistemlerine ek kazanç sağlamaktadır. Sıcak iklimli bölgelerde trombe duvarı kullanımında ise, cam ve duvar arasına ya da cam dışına hareketli güneş kırıcı elemanlar tasarlanmalıdır. Bu elemanlar metal jaluziler veya hareketli ahşap kepenkler olabilmektedir.



Şekil 3.33 Trombe duvarının gece ve gündüz çalışma prensibi (Doğan ve Pırasacı, 2009)

3.6.1.2 Kış Bahçesi/Sera

Yapılarda kış bahçeleri, yapının tasarlanma aşamasında düşünülebileceği gibi, yapı inşasından sonra da eklenebilen yapı bileşenleridir. Binanın güney cephesinde tasarlanan kış bahçeleri genellikle soğuk ya da ılıman iklim bölgelerinde tercih edilmektedirler.

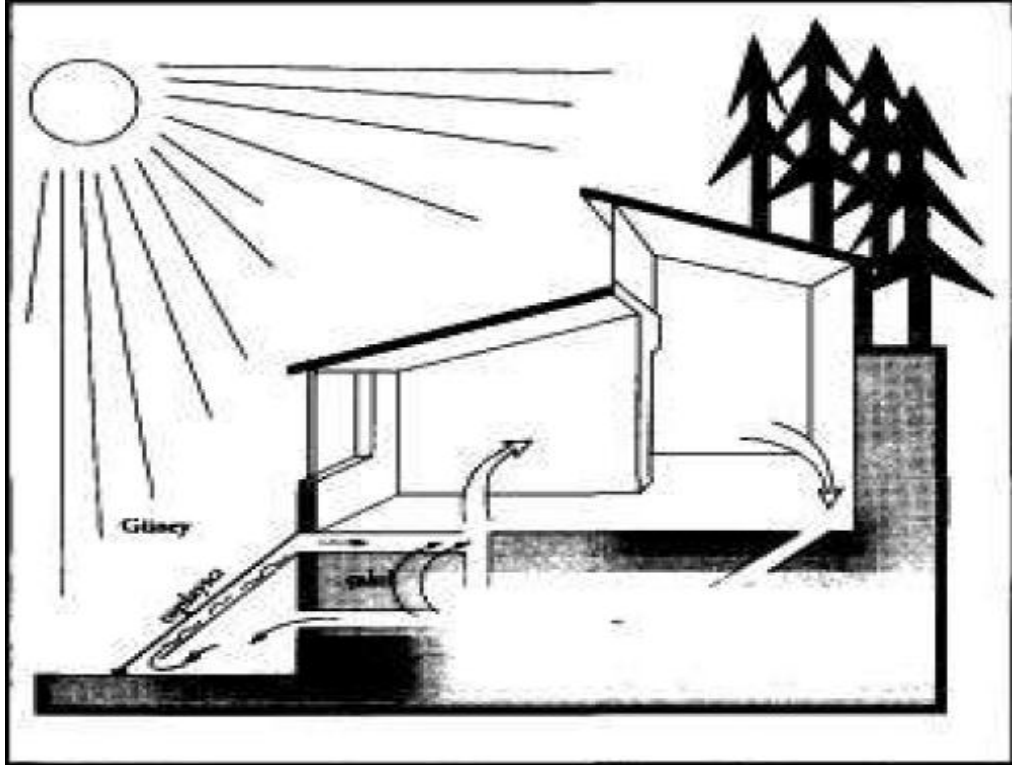


Şekil 3.34 Entegre seraların pasif ısıtma sistemi olarak kullanılması (Ülgen, 1995)

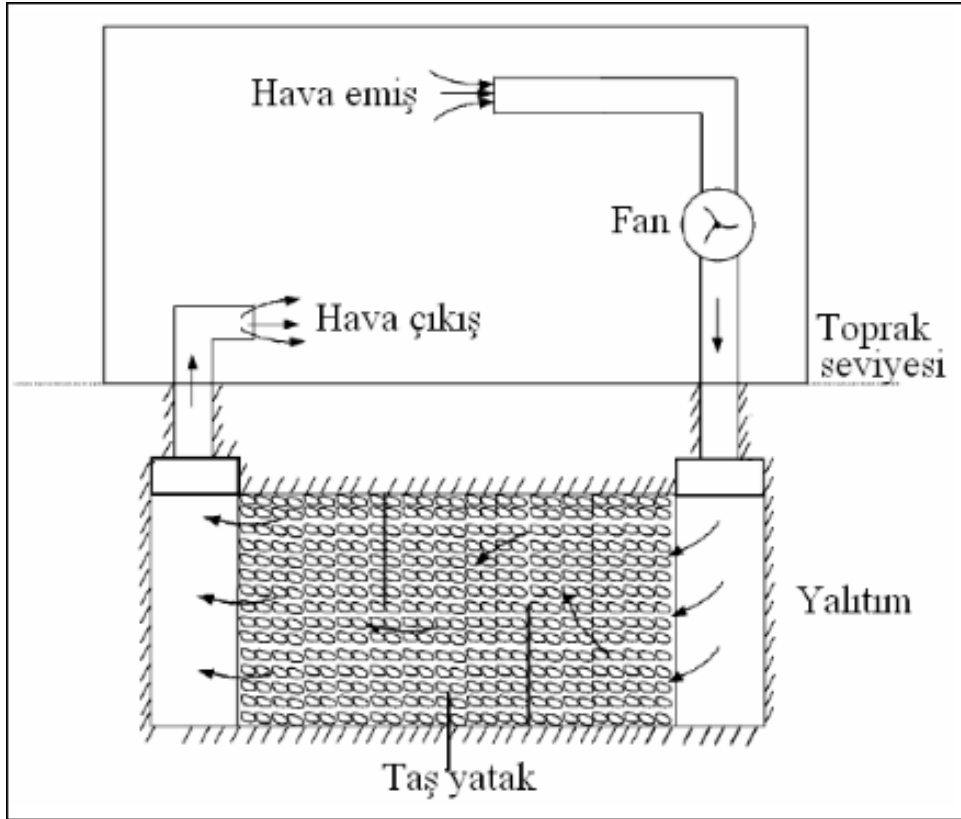
3.6.1.3 Çakıl Yatağı

Çakıl yatağı sistemleri genellikle güneye bakan yamaçlar üzerinde konumlanmış yapılarda kullanılmaktadır. Bu sistemde güneş enerjisini toplayıp depolayan kısım, yaşam alanlarından ayrı olarak konumlanmaktadır. Çakıl yataklarında; ısınan havanın yükselip soğuyan havanın alçalması özelliğinden yararlanılmıştır. Toplayıcı ve depolayıcı kısım yapının altına yerleştirilmektedir. Toplayıcıda ısınan hava doğrudan yapıya iletilmekle beraber bir depo yardımıyla depolanıp günün farklı saatlerinde yapıya iletilebilmektedir. Çakıl yatağı sistemlerinde genel olarak iri çakıl taşları ya da kaya blokları kullanılmaktadır (Ülgen, 1995, sy.6).

Sıcak iklimli bölgelerde, çakıl taşı yataklarının kontrollü olarak, örtü malzemesi ve fan desteği ile kullanılması gündüz yapı ısınmasını engelleyip, gece ısınma sağlamaktadır. Ilıman ve soğuk iklimli bölgelerde, güneşten maksimum fayda kazanılabilecek güney yamacına yerleştirilen çakıl yatakları doğrudan ısı kazanımı sağlayabilmektedir. Depo elemanına olan ihtiyaç soğuk ve ılıman iklim kuşaklarında yer alan yapılarda azalmış olmaktadır.



Şekil 3.35 Pasif sistemlerde çakıl yatağı kullanımı (Ülgen, 1995)

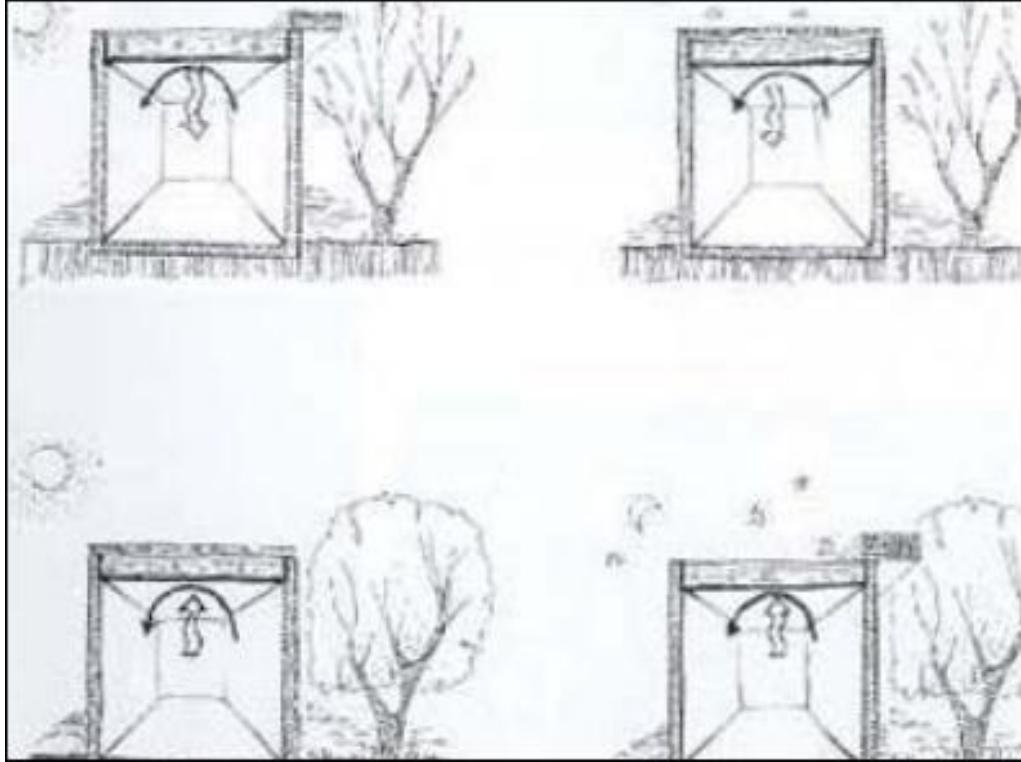


Şekil 3.36 Çakıl/taş yataklarında fan kullanımı (Çarkacı, Özkorucu ve Atmaca, 2012)

Çakıl yatağı sistemlerinde, depolama alanı üzerinde gündüz boyunca depodan ısı kaçışlarını önleyecek bir örtü malzemesi kullanılabilir. Bu malzeme yarısaydam cam takviyeli polyester kaplama, polietilen kaplama vb. olabilir. Çakıl yataklarının gece ve gündüz kontrollü hale getirilmesinde hava çıkışı ve hava emişi için havalandırma fanları kullanılmaktadır (Çarkacı, Özkorucu ve Atmaca, 2012).

3.6.1.4 Çatı Havuzu

Yapılarda kullanılan pasif ısıtma sistemlerinde, ısı kütlesinin su olması durumunda yapı cidarlarında iki tip uygulama söz konusu olmaktadır. Bu uygulamalar su duvarı ve çatı havuzu olarak adlandırılmaktadır.



Şekil 3.37 Çatı havuzu sisteminin gece/gündüz ve yaz/kış uygulama yöntemleri (Temiz Enerji Yayınları Güneş Mimarlığı, bt)

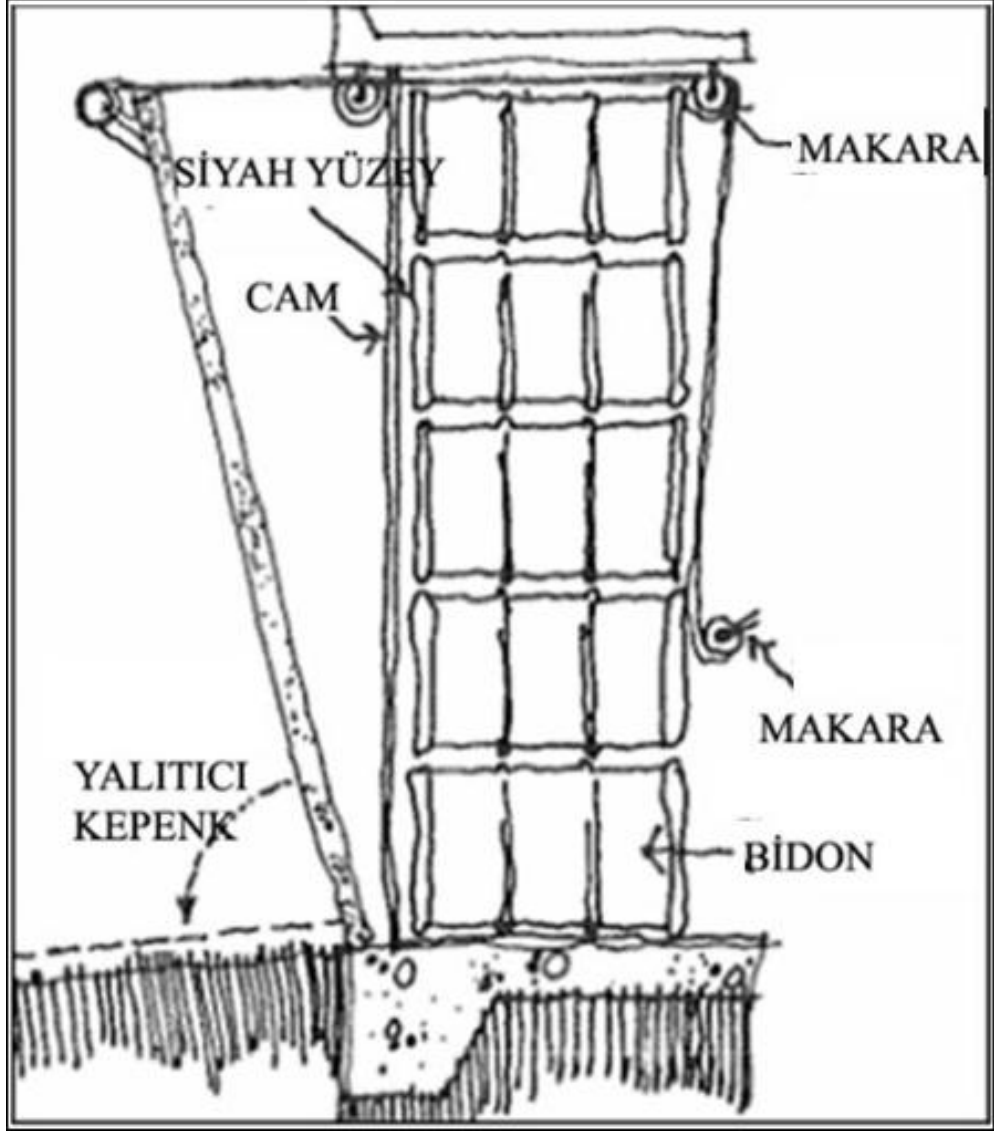
Suyun pasif ısıtma sistemi elemanı olarak çatıda kullanımında, su dolu plastik havuzlar mekanın tavanını oluşturan metal düz çatının üzerine yerleştirilmektedir.

Suyun gün boyunca kazandığı ısı, geceleri havuzun yalıtım malzemesi ile kapatılması sayesinde korunmaktadır. Bu sayede geceleri suyun ısı yalnızca mekan tavanından mekana aktarılmaktadır. Gündüz ise yalıtım örtüsü açılmakta ve su güneş enerjisi ile ısıtılmaktadır. Kış mevsiminde anlatıldığı gibi çalışan sistem, yaz mevsimlerinde ise tam tersi uygulamalarla çalıştırılmaktadır. Gündüz, üstü yalıtım malzemesiyle kapatılan havuzun üstü, gece açılarak serinlenme sağlanmaktadır (Temiz Enerji Yayınları Güneş Mimarlığı, bt, s.13)

3.6.1.5 Su Duvarı

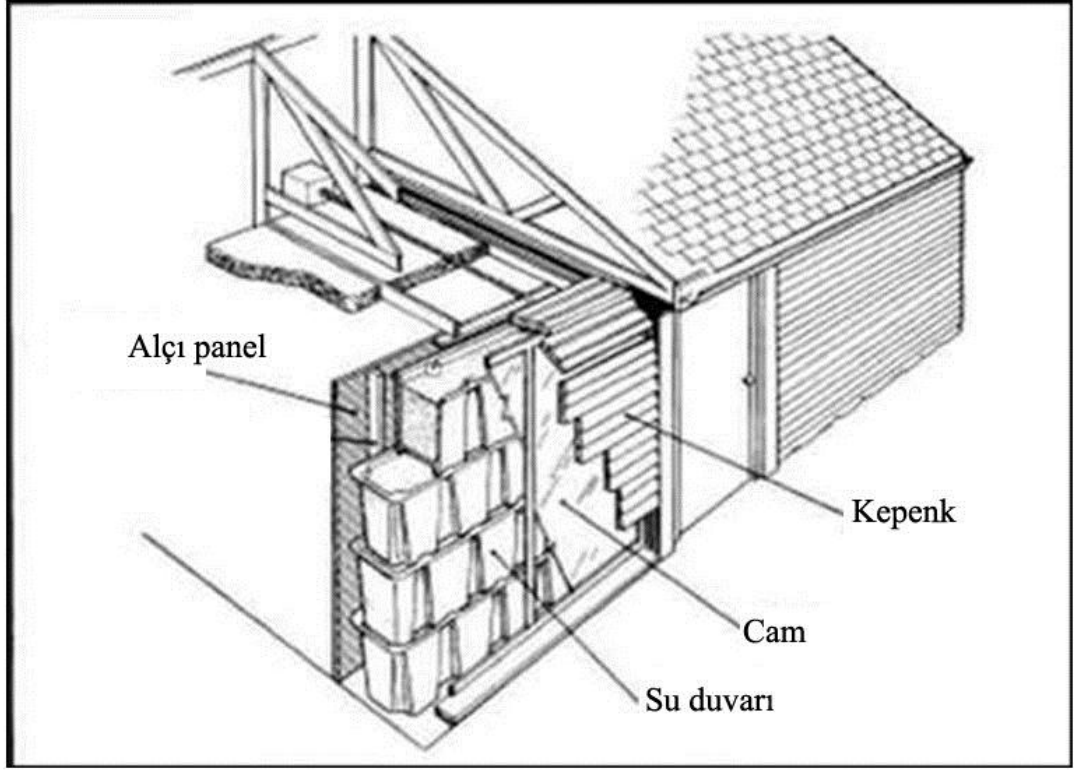
Yapılarda dolaylı olarak ısı kazanımı, duvarların ısı depolayıp iç mekana aktarmasıyla sağlanabilmektedir. Bu sistemde güneş ısısından yararlanabilmek için yapı ve güneş arasında ısı kütlesi bulunmaktadır. Güneş ışınları, yapıda ilk olarak, oluşturulan masif yüzeye ulaşır bu yüzey tarafından soğurulmaktadır. Soğurulan güneş ışınları ise ısı enerjisine dönüşüp yapının içindeki mekanlara iletilmektedir. Bu yöntem duvarlarda uygulanırken masif kütle olarak su ya da duvar kütlesi kullanılmaktadır. Bu yüzeylerin güneş enerjisinden maksimum fayda sağlayabilmesi için, güneş ile temas ettikleri bölgede saydam bir cidarla sistem tamamlanmaktadır (Irkli, 1996).

Steve Bear 1970'de ısı depolayıcı duvarlarda yapı elemanı olarak su ile dolu bidonları kullanmıştır. Bu sistemde suyun ısı depolayıp iletme özelliğinden yararlanan Beam, suyu depolama malzemesi olarak ısı dayanımı yüksek plastik ya da çelik kullanmıştır. Yapılarda güneş kazanımının en çok olduğu cepheye yerleştirilen su duvarı hem yaz hem kış için etkili kullanılabilir. Sırasıyla su dolu bidonlar, cam ve açılıp kapanabilen kapak kullanılan bu sistem, cephedeki açılıp kapanabilen kapak sayesinde yaz aylarında istenmeyen ısınmanın oluşmasını engellemektedir (Şekil 3.41).



Şekil 3.38 Su duvarı elemanları (Bear, 2009)

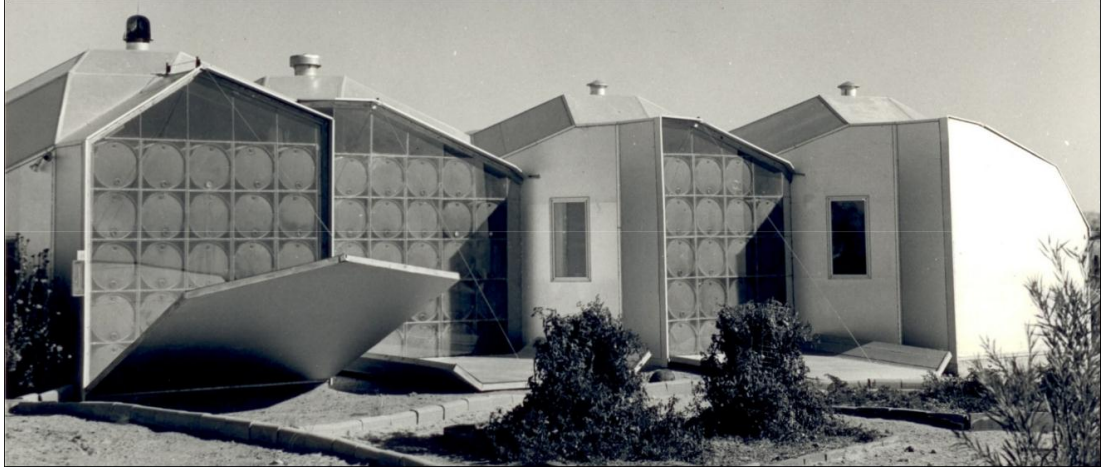
Su duvarları masif depolayıcı ve dağıtıcı yüzeyler olarak günümüzde yaygın olarak kullanılmamaktadır. Aynı işlevi trombe duvarları ile oluşturmak mümkün olduğu için trombe duvarları daha fazla tercih edilen sistemlerdir. Bunun sebepleri olarak su duvarlarının bakım gereksinimleri, yalıtım problemleri, iç mekanda oluşturdukları alan ve görsel estetik kaybı, montaj zorluğu vb. sayılabilmektedir.



Şekil 3.39 Su duvarlarında kullanılan katmanlar (DIY Passive Heating/Cooling, bt)



Şekil 3.40 Su duvarı olarak bidonların 1991’de konut örneğinde kullanılması (Bear, 2009)



Şekil 3.41 Su duvarı olarak 55 çelik bidonun 1972’de kullanılması (Bear, 2009)

3.6.2 Pasif Soğutma Sistemleri

Binalarda tüketilen enerjinin önemli bir bölümü de soğutma sistemlerinde kullanılmaktadır. Yaz aylarında sıcak iklim bölgelerinde bulunan yapılarda enerji tüketimi daha da artmaktadır. Günümüzde kullanılan klima gibi soğutma sistemlerinde daha fazla karbon salınımı ve iklim değişikliğini tetiklemesi ortaya çıktığı gibi, gribal enfeksiyonlar, kas ağrıları, lejyoner hastalığı, zatürre, astım, kuru boğaz, uyuşukluk gibi insan sağlığını önemli ölçüde etkileyen rahatsızlıkların ortaya çıkması söz konusudur. Bu nedenle pasif soğutma sistemleri, bir taraftan enerji tüketiminin azaltılmasına neden olurken, diğer yandan da insanların sağlıklı yaşayabilmesi için uygun ortamın oluşmasını sağlamaktadır.

Pasif soğutma sistemlerinde temel amaç, enerji kullanılmaksızın yapılarda soğutma yüklerini kontrol edici, engelleyici ve azaltıcı tüm yöntem süreç ve stratejileri kapsamaktadır. Bu kapsamda, pasif soğutma sistemlerinde ısı kazançlarının önlenmesi ve azaltılması, bina kabuğunda ısı depolama süresinin arttırılması, ısının iç ortamdan atılması önem taşımaktadır (Yıldız ve Durmuş Arsan, 2009).

Isı kazançlarının önlenmesi ve azaltılması pasif soğutma sistemleri arasında uygulanabilecek ilk adımdır. Pasif soğutma sistemlerinde, binalarda güneş ışını, çevresel sıcaklık, iklim koşullarından kaynaklanan dış ısı kazançları ile insanlardan

kaynaklanan metabolik ısılar, aydınlatma, ofis veya pişirme araçları gibi araçların yaydığı ısılar olmak üzere iç ısı kazançlarını önleyici sistemler kullanılmaktadır (Yıldız ve Durmuş Arsan, 2009).

Binaların peyzaj düzenlemesi ve peyzaj düzenlemesinde yeşil bitki örtüsünün kullanılması, rüzgar hız ve yönünün kontrolü, bitkilerin yetiştirilmesi, istenmeyen güneş ışınlarını engelleyici gibi aynı zamanda serinliğin ve nemliliğin yaratılmasını sağlayıp doğal olarak serinletmeye katkıda bulunacaktır (Yıldız ve Durmuş Arsan, 2009).

Yapılarda güneş kırıcılarının kullanılması, yapı yüzeyine ulaşan ışın ve ısının yapıya dağılmasını önemli ölçüde azaltabilmektedir. Yapıda güneş kırıcı sistemleri ile birlikte kullanılan pencere açıklıkları, boyutları ve cam tipleri de soğutma yükünü önemli ölçüde etkilemektedir. Son yıllarda geliştirilen cam teknolojileri ile ısı yalıtımı ve ışık geçirgenliğinde önemli gelişmeler kaydedilmiştir.

Yapı kabuğunda uygun yalıtım malzeme ve tekniklerinin kullanılmasıyla birlikte iç mekanda oluşturulan ısı konforun sürekliliği sağlanabilmektedir. Etkin ısı yalıtımı ile, yaz ve kış aylarında ihtiyaç duyulan iç mekan dereceleri enerji tüketmeden ya da çok az enerji tüketerek sabit tutulabilmektedir (Soubdhan, Feuillard ve Bade, 2005).

Yıldız ve Durmuş Arsan (2009)'a göre, binalarda pasif soğutma sistemlerini genel olarak doğal havalandırma, ışımsal soğutma, toprak kaynaklı soğutma ve evaporatif soğutma olmak üzere dört ana grupta ele almak mümkündür.

Aynı zamanda yapılarda kullanılan pasif havalandırma sistemleri, genel olarak hava basıncı ve ısı farklarından kaynaklı soğutma özelliği göstermektedir. Trombe duvarları, rüzgar bacaları, çift cidarlı cepheler, galeri ve atriumlar soğutmaya havalandırma etkisi ile katkıda bulunmaktadır.

3.6.2.1 Işınımsal Soğutma Sistemleri

Işınımsal soğutmanın temel ilkesi, birbirine bakan farklı sıcaklığa sahip iki elementin ışık geçişinden kaynaklı ısı akısının oluşmasına dayanmaktadır. Güneş gündüzleri kısa dalgaboyu ışınları yayarak yeryüzünü aydınlatır ve ısıtır. Gece olması ve güneş ışınlarının ortadan kalkması ile hava sıcaklığında düşüş söz konusu olmaktadır. Yapılarda yüksek depolama kapasitesine sahip malzemelerin kullanılması ile enerji depolama potansiyeli artırılabilir. Çatılarda çatı havuzunun kullanılması ile daha önce açıklandığı gibi istenilen soğutma gece gündüz sıcaklık farklarından yararlanılarak sağlanabilmektedir. Bu sistemde gece üstü açık bırakılan çatı havuzu soğuyarak gündüz kapatılıp ısı geçişi oluşması sağlanmaktadır. Önceden de belirtildiği gibi bu sistemler müstakil konutlarda kullanılabilir ve yalıtım sorunlarına yol açtığından dolayı yaygın olarak kullanılmamaktadır.

3.6.2.2 Evaporatif Soğutma Sistemleri

Su ve benzeri sıvılar, doğal koşullarda sıvı halden gaz haline geçerken ortam ısını alıp yüzey ve çevresindeki havayı serinletmektedir. Bu tür bir olayın fiziksel prensibinden yararlanarak yapılarda pasif soğutma yapmak mümkün olmaktadır. Bu yöntemden yararlanılarak yapılarda yapılan pasif soğutmaya evaporatif soğutma denmektedir. Evaporatif soğutma, yapı içerisine alınan havanın ya da yapı bileşenlerinin soğutulmasında etkin olarak farklı şekillerde kullanılabilir. Bu tür soğutma, ortamın nem kapasitesinin durumuna bağlı olarak dolaylı ve doğrudan sistemler olarak kullanılabilir.

Doğrudan evaporatif soğutma dış mekandaki hava içerisindeki nemin buharlaşması yoluyla elde edilen soğutma biçimi olmakla beraber, buharlaşma hızı ile orantılı olarak verimliliği değişmektedir.

Dolaylı evaporatif soğutma ise, iç mekan ısının nem arttırılmadan azaltılması olarak tanımlanabilir. Yapılarda duvar, çatı gibi yapı bileşenlerinde evaporatif soğutmaya uygun malzemelerin kullanılmasıyla bu sistem etkin hale

getirilebilmektedir. Evaporatif sistemlerin uygulama biçimleri; yeşil çatılar, çatıda hareketli yalıtım, duvarlarda hava boşlukları, çatı havuzu, ıslak yüzeyli duvar kullanılması, çatılarda kuru ve ıslak toprak kullanılması olarak sayılabilmektedir (Yıldız ve Durmuş Arsan, 2009).

3.6.2.3 Toprak Kaynaklı Soğutma Sistemleri

Güneş ısı ve ışınlarının toprak yüzeylerine etkisi ve özellikle güneş ısısının yer kabuğunun alt katmanlarına doğru yayılması yıl içerisinde ayları kapsayan bir zaman dilimini almaktadır. Yazın toprağın üst yüzeyi sıcakken alt kısımları daha soğuk olmaktadır. Bu sıcaklık farkından yararlanarak toprağın alt kısımlarındaki serinlik ile yüzey teması kurulması sonucunda ortam sıcaklık derecesi aşağıya çekilebilmektedir. Zemin altında bulunan topraktaki serinlik borularla taşınarak yapı içerisine dolaylı olarak soğutma etkisi sağlayabilmektedir (Wu, Wang ve Zhu, 2007).

Toprağın geç ısınıp geç soğuma özelliğinin bir benzerini de taşa görmek mümkündür. Geleneksel Anadolu Mimarisi'nde binaların dış duvarlarının yapımında doğal taş malzemenin kullanılması, bina içlerinin yazın sıcak dönemde serin olmasını sağlayarak soğutma özelliği gösterdiği gibi, kışın da iç mekanın sıcak kalmasını sağlayarak yapılarda sürdürülebilir ısıtma soğutma sistemlerine önemli bir örnek teşkil etmektedir.

3.7 Pasif Sistemlerin Kullanıldığı Yapılarda Sertifikalandırma

Düşük enerjili yapı biliminin gelişmesine paralel olarak PassivHaus kavramı da ortaya çıkıp gelişme göstermiştir. Dünyada ilk Pasif Ev Almanya'nın Frankfurt şehrinin Darmstad bölgesinde bir prototip olarak inşa edilmiştir. Geliştirilen bu prototip, Pasif ev standartlarının oluşturulması ve geliştirilmesi amacı ile verilen derslere ve yapılan çalışmalara okul niteliğinde ev sahipliği yapmıştır. Pasif Ev Enstitüsü, 1996 yılında Dr. Wolfgang Feist tarafından Almanya'dan kurulmuştur. Bu enstitünün temel amacını, Pasif Ev standartlarını geliştirmek ve uluslararası düzeyde benimsenmesini teşvik etmek oluşturmaktadır. 2001 yılında, bu enstitü tarafından

geliştirilen standartlar Avrupa'nın birçok yerinde uygulanarak yapılar inşa edilmeye başlanmıştır. Ayrıca Avrupa dışında ilk pasif ev, Kuzey Amerika'da 2006 yılında inşa edilmiştir (Passive, 2014).

Passivhaus Enstitüsü'ne göre bir pasif ev sıfır karbon salımlı olmasa da ekonomik bir yaşam sürecine sahip olmalıdır. Bu sebeple Passivhaus Enstitü'sü tarafından belirlenen Passivhaus kriterleri, enerji gereksinimlerini en aza indirmeye odaklanmıştır. Passivhaus Enstitüsü tarafından belirlenen, Passivhaus standartlarına uygun ilk yapı 1991 yılında Darmstadt'da inşa edilmiştir (Burton ve Pritehat, 2014).

Günümüzde; pasif ev standartlarına uygun ürünler geliştirmek için, enstitü ısı geri kazanımlı havalandırma üniteleri ve pencere üreticileri ile birlikte ortak çalışmalar yürütmektedir. Pasif ev yapıları, son derece düşük enerji talepleri ile konforlu kapalı alanların yaratıldığı, yıl boyunca iç ortam sıcaklığının korunduğu yapılardır. Pasif ev kavramı, her ne kadar ev olarak adlandırılrsa da, kamu yapıları, ofis yapıları vb. yapı tiplerini de kapsamaktadır. Bu tür yapılar, dikkatli bir ön tasarım, planlama ve uygulama gerekmektedir.

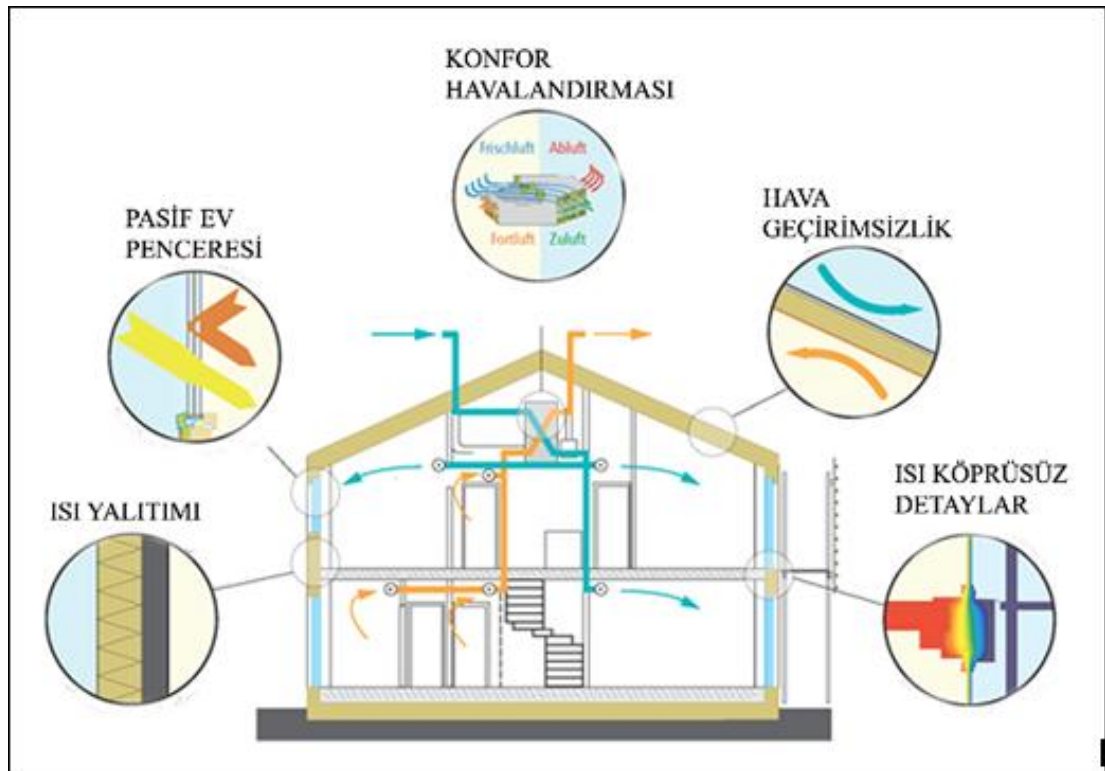
Pasif Ev Enstitüsü, belirlediği kriterler doğrultusunda planlanıp inşa edilen yapılara, Pasif Ev belgelendirme olanağı sunmaktadır. Pasif Ev Enstitüsü'nün belirlediği, Pasif Ev gereksinimleri dört ana maddede düzenlenmiştir. Bir binanın pasif ev olarak kabul edilip belgelendirilmesi için aşağıdaki kriterlere uygun olması gerekmektedir.

- Yapıda, 1m² alanın yıllık ısıtma enerjisi ihtiyacı 15 kwh'nın altında olmalıdır.
- Yapının ısıtma, sıcak su temini, soğutma, evsel elektrikli vb. için kullanılacak temel enerji ihtiyacı metrekare başına yıllık 120 kwh'nin altında olmalıdır.
- Yapının herhangi bir yerinde 50 Pa basınç uygulanarak yapılan hava geçirimsizliği testi maksimum 0,6 hava değişimi sonucuna ulaştırılmalıdır.

- Isıl konfor, kış ve yaz ayları boyunca ortalama 15 C olarak tüm yaşam alanlarında sağlanmalıdır.

Bir yapı, Pasif Ev sertifikası alabilmek için, Pasif Ev Enstitüsü tarafından geliştirilen, Pasif Ev Planlama Paketi (PHPP) ile test edilip doğrulanmaktadır. Yukarıda sayılan tüm kriterler doğrultusunda, kaliteli izolasyon, hava geçirimsiz ve ısı köprüsü oluşturmayan dış cidar, uygun pencere seçimi ve doğal havalandırma sistem çözümleri yapılmalıdır (Passive, 2014).

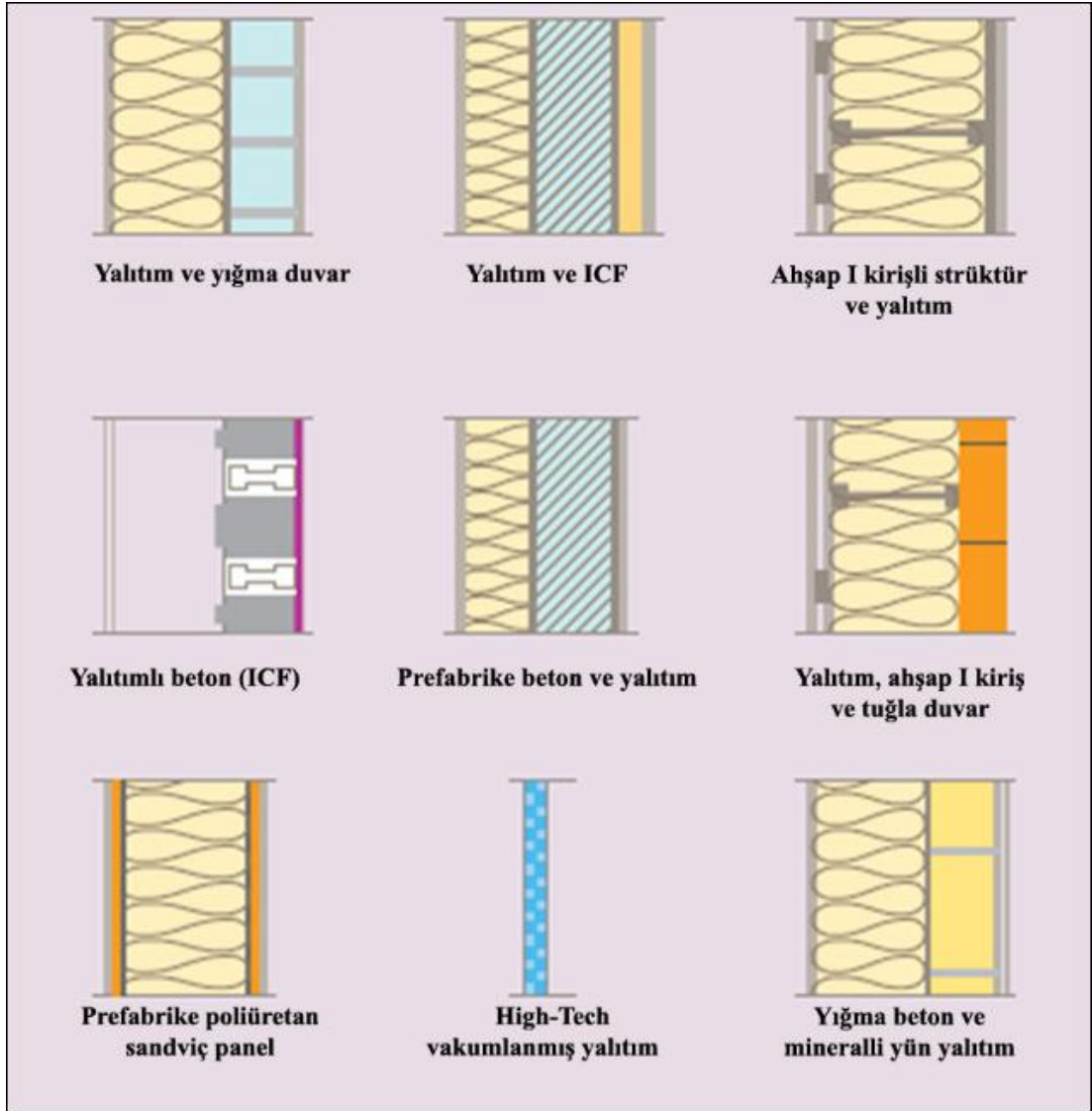
Bir pasif ev, rahat ve sağlıklı kullanım için tasarlanmış, hangi iklim bölgesinde olursa olsun geleneksel yapım yöntemleri ile inşa edilmiş yapılara göre daha az enerji tüketen yapıdır (Cotterel ve Dadeby, 2014).



Şekil 3.42 Pasif evlerin temel prensipleri (Passive House Requirements, bt)

PassivHaus Enstitüsü tarafından belirlenen Passivhaus kriterlerine göre, bir yapının duvar konstrüksiyonunun U değerinin 0,15 W/Mk ve kalınlığının 450mm.'nin altında olacak şekilde tasarlanması gerekmektedir. Bir pasif yapıda, U

değeri(Isı geçirgenlik katsayısı)'nin ; duvar, döşeme, çatıda 0,15 W/Mk'in altında olması beklenirken, pencerelerde ise 0.85W/Mk'in altında olması beklenmektedir. Şekil'de 450 mm. kalınlığını aşmayan farklı konstrüksiyonlara sahip pasif ev dış duvar çözümlenmeleri gösterilmektedir. Aynı zamanda, kriterlere uygunluk açısından yapıda oluşabilecek termal köprülerin engellenmesi gerekmektedir. Bu sebeple, gereksiz ısı kayıplarının engellenmesi için dikkatle tasarlanmış sistem detaylarına ihtiyaç duyulmaktadır. (Passivhaus primer: Designer's guide, 2014)



Şekil 3.43 Farklı konstrüksiyon tiplerinde dış duvar çözümlenmeleri (Passivehaus, bt)

Yapı ve dış ortam arasında hava geçirmez bir bariyer oluşturulmalıdır. Bir yapının Passivhaus Sertifikası alabilmesi için, bir dizi hava geçirmezlik testinden geçmesi

gerekmektedir. Bir pasif yapının n50 deney ölçümü ile hangi basınç altında ne kadar hava sızdırdığı test edilmektedir. Bu testler sonucunda 50 Pa hava basıncı verilen bir yapının hava sızdırmazlığının, 0,6/s.'dan düşük olması beklenmektedir. (Passivhaus primer: Designer's guide, 2014)

Bir yapının Passivhaus Sertifikası'na sahip olabilmesi için, yıllık ısıtma ihtiyacının 15 kWh/m².yıl'dan, yıllık soğutma ihtiyacının 15 kWh/m².yıl'dan, yıllık toplam enerji ihtiyacının ise 120 kWh/m².yıl'dan düşük olması istenmektedir. (Passivhaus primer: Designer's guide, 2014)



Şekil 3.44 Dünya üzerinde sertifikalı pasif ev dağılımı (Passive, 2014)

Kuzey Amerika'da 55, Avrupa'da 1311, Asya'da 3, Uzakdoğu'da 19 ve Avustralya'da 4 adet sertifikalandırılmış Pasif Ev bulunmasına rağmen, ülkemizde sertifikalandırılmış pasif ev henüz bulunmamaktadır. Ancak; Pasif Ev standartlarına uygun olarak yapılmış sertifikasız yapılar bulunmaktadır. Bu yapılardan bilinen birkaçı, Mavi Kale tarafından tasarlanan Urla'da inşa 2013 yılında inşa edilen bir konut yapısı, Gaziantep'te Ekokent içerisinde bulunan bir konut, Diyarbakır'da inşa edilen Güneş Evi olarak sayılabilmektedir.

Bu kapsamda; 2012 yılında ülkemizde pasif ev standartlarını ve metotlarının, Türkiye iklim koşullarına adapte edilmesine yardımcı olacak, bu binaların yaygınlaşmasında öncü olmayı amaç edinmiş “ Sıfır Enerji ve Pasif Ev Derneği” kurulmuştur. Bu dernek, Türkiye iklim kuşaklarının hava koşullarını, termal ısı değerlerini ve bu koşullara uyarlanacak pasif ev uygulamalarının özelliklerini araştırmaktadır (Sepev, bt).

BÖLÜM DÖRT

SÜRDÜRÜLEBİLİR YAPILARDA KULLANILAN PASİF SİSTEMLERİN KONUT ÖRNEKLERİ ÜZERİNDEN İRDELENMESİ

“Sürdürülebilirlik ve Sürdürülebilir Mimari” ve ‘Sürdürülebilir Yapılarda Pasif Sistem Çözümleri’ bölümlerinde konuyla ilgili genel tanımlamalar ve teorik aktarım yapılmıştır. Bu bölümde ise son yıllarda inşa edilmiş ve Pasif Ev olarak tanımlanan, ılıman iklimli bölgelerde yer alan altı örnek, bölüm içerisinde teknik özellikleri araştırılarak irdelenecektir.

Bu bölümde Konkol Residance, Loblolly House, Rauch House, Denby Dale House, The Larch House, Camden Passivhaus yapıları seçilmiş ve ilk olarak dünya üzerindeki konumları, buldukları iklim kuşağı, ısı katsayıları, yapının strüktür tipi, tasarım ekibi gibi bilgiler derlenerek künyeleri oluşturulmuştur.


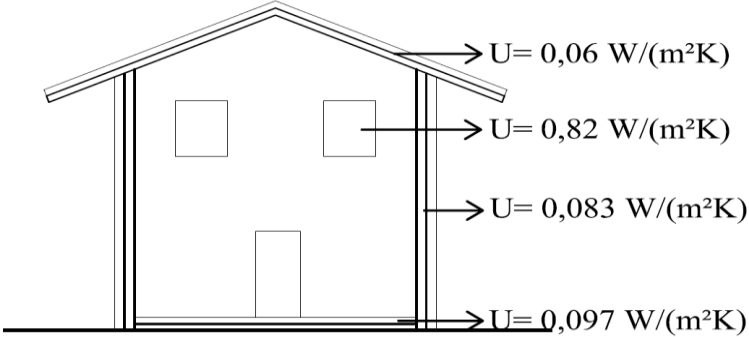
Çalışma kapsamında ele alınıp incelenen yapılara ilişkin olarak, giriş niteliğinde genel özellikleri tanıtılmış ve bunu takiben, kullanılan malzeme, yapım sistemi, yalıtım, yerleşim, güneş kontrolü, yönlenme, ısıtma-soğutma, havalandırma, doğal aydınlatma gibi yapıda öne çıkan özellikler irdelenmiştir.

Sürdürülebilir yapılarda kullanılan pasif sistemlerin konut örnekleri üzerinden irdelenmesi bölümü oluşturulurken temel amaç, benzer iklim kuşağında tasarlanan, Pasif Ev olarak nitelendirilen, son yılların öne çıkan örneklerinde, genel olarak hangi sistemlerin kullanıldığı ve ısı katsayılarının hangi aralıklarda olduğunu araştırmaktır. Seçilen örneklerde yapım sistemi veya malzeme kullanımlarında öne çıkan bir takım önemli farklılıklar bulunmaktadır.

İncelenen konutların, aynı zamanda sürdürülebilirlik ilkeleri olarak tanımlanan ilkelere uygunluk derecesi irdelenecektir. Her bir yapının sonunda ve bölüm sonunda hazırlanan tablolarda sürdürülebilir yapı ve pasif yapı bileşenleri irdelenerek ortaya konulacaktır.

4.1 Konkol Residence

Tablo 4.1 Konkol Residence yapı künyesi

İnşaat Başlangıcı: 2009
Tamamlanması: 2010
Yeri: Hudson,USA 42 °14'32.27''K

Yapının Strüktür Tipi: Insulated Concrete Form (Yalıtımlı Beton Kalıp Sistem)
Yapım Amacı: Konut
Tasarım Ekibi Mimari Tasarım: Tim Eian / TE Studio, Ltd
Teknik Bilgiler Bina toplam alanı :165m² Kat adedi:3
Yapının Özellikleri: Passive House Sertifikası, Çevre dostu malzeme ve konstrüksiyon, Güneş panelleri, Pasif güneş kontrolü, Jeotermal
Isı katsayıları: 

4.1.1 Genel Özellikler



Şekil 4.1 Konkol Residence dış görünüş (Fotoğraf:Chad Holder)

‘Passive House in the Woods’ olarak da adlandırılan Konkol Residence; 165 metrekare kullanım alanına sahip, 3 yatak odalı tek bir aileye hizmet veren bir konut yapısıdır. Yapı bodrum, giriş ve çatı katından oluşmuştur. Özel mülkiyet için yapılan bu ev Wisconsin eyaletindeki ilk sertifikalı Pasif Ev’dir.

Yapı 1 dönüm arazi üzerine oturmaktadır. Ev Croix Nehri vadisine bakmaktadır. Konkol Residence geniş bir manzara algısına ve pasif güneş kazanımına sahiptir. Yapıda kullanılan yenilenebilir enerji sistemleri ile yapıda üretilen enerjinin, kullanılan enerjiden daha fazla olması sağlanmıştır (This is the Passive House in the Woods, bt).

Yapının doğu cephesinde bir korunaklı giriş ve garaj girişi bulunmaktadır. Giriş katında mutfak, yemek ve yaşam alanı bulunmaktadır. Alt katta ise, konuk odası, depolama, arka bahçeye geçiş sağlayan bir mekan bulunmaktadır. Üst katta iki yatak odası ve bir banyo/çamaşır odası bulunmaktadır. Giriş katı da üst kat da batı cephesindeki dış mekanlara açılım sağlamaktadır. aynı zamanda kuzey cephede

bulunan dış cephe merdivenine de bu kotlardan ulaşım sağlanmaktadır. Dış cephedeki merdiven zemin kattan çatı katına tüm katlar arasında bağlantı sağlamaktadır.



Şekil 4.2 Yapının Dış Görünüşü Konkol Residence dış görünüş (Fotoğraf:Chad Holder)



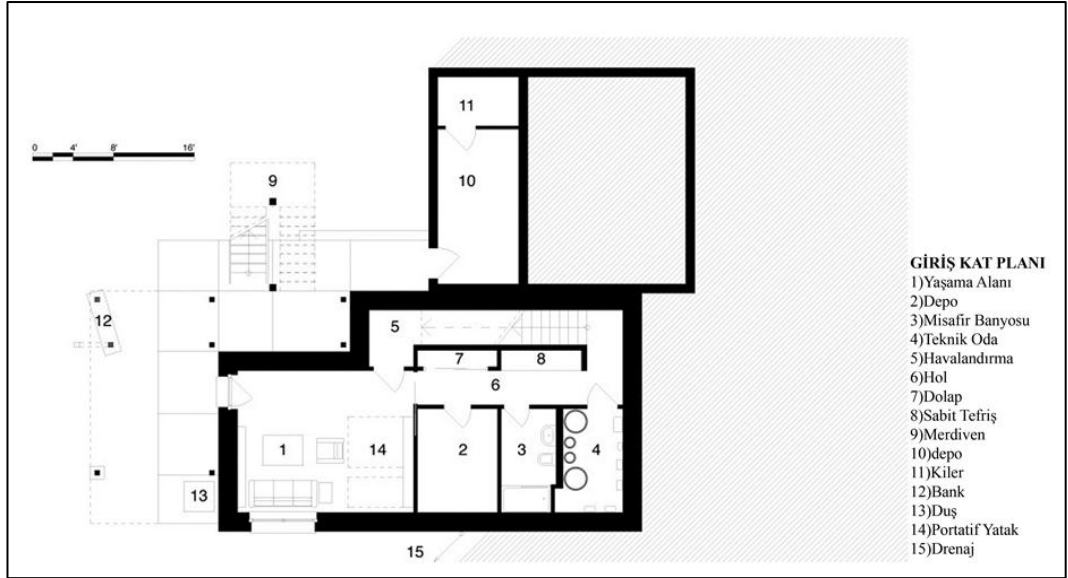
Şekil 4.3 Yapı girişi (Balogh, bt)

Yapı elemanı olarak garaj da, dış merdiven de, binadan bağımsız çalışan kendi kendini destekleyen ve cephe elemanlarını kesmeyen niteliktedir. Kuzey cephesine

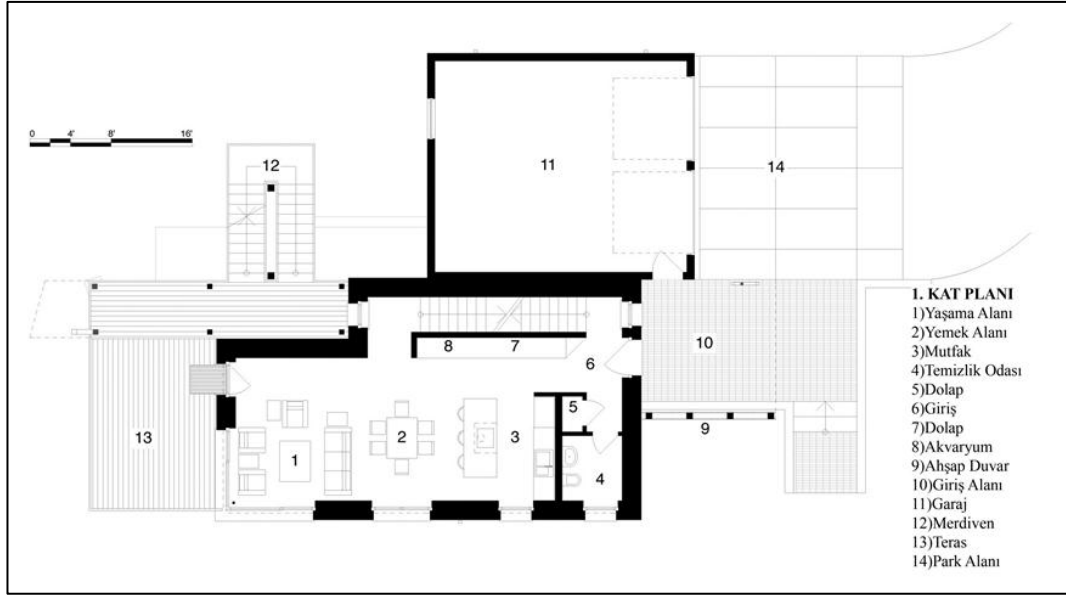
pencere açılmamıştır. Güney cephesinde ise maksimum güneş kazancı sağlamak için geniş açıklıklar yapılmıştır ve bu açıklıklar mekanik güneş kırıcılarla kontrol edilebilmektedirler.

Çatı terasında fotovoltaik panellerin bir kısmı ve düzlem güneş kolektörleri bulunmaktadır. Ayrıca bu kattan St. Croix Nehri Vadisi'ne bakan manzara sağlamaktadır.

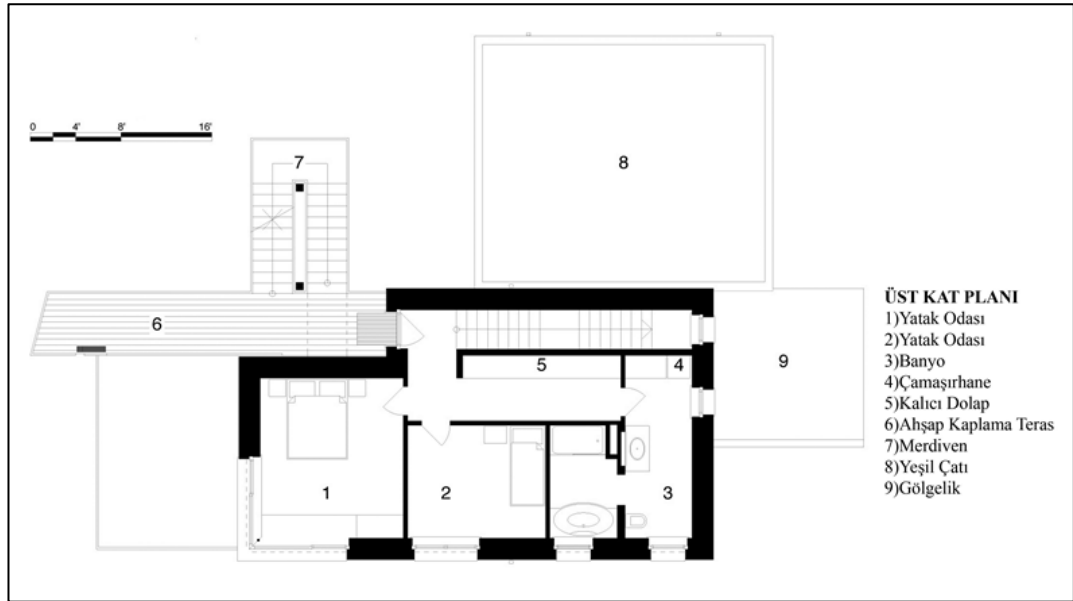
Bina en başından itibaren Pasif Ev olmak için tasarlanmıştır. Tasarımın başında enerji modelleri tamamlanmış ve yapım süresince tasarım gelişmeleri ile güncel tutulmuştur. Yapım yöntemleri hava geçirmezliği sağlayacak şekilde seçilmiştir. Pencere boşlukları ve cam kullanımı tanımlanan enerji modeline uygun olarak kullanılmıştır. Bütün bu çabaların sonucunda bina, sürdürülebilir tasarım kriterlerine uygun olarak, kaynak verimliliği, su tasarrufu, binada enerji verimliliği, iç mekan kalitesi gibi konular göz önünde bulundurulmuş Minnesota GreenStar belgesini kazanmıştır (Passive House In The Woods – Konkol Residence, 2014).



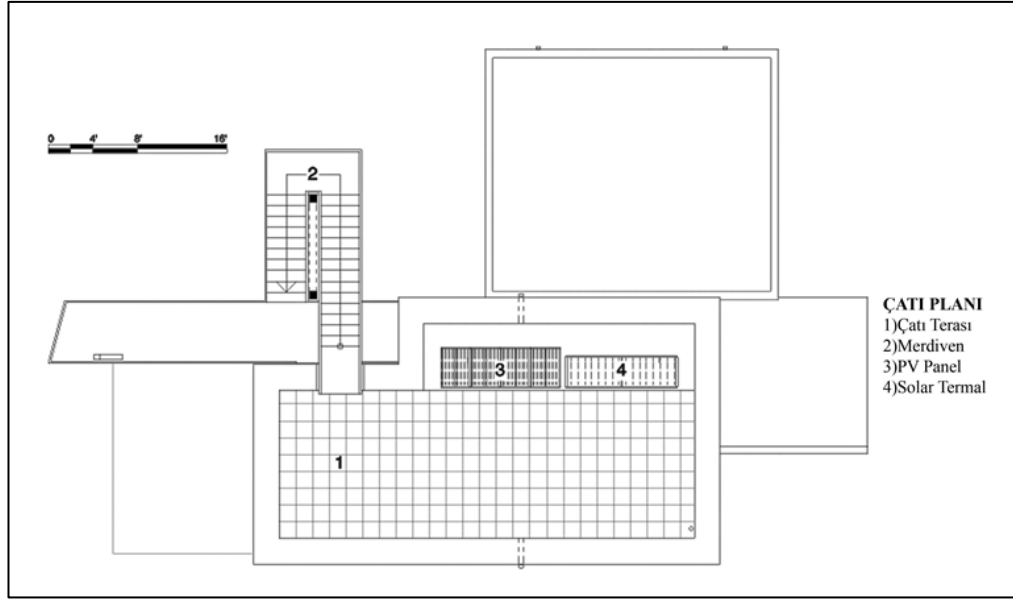
Şekil 4.4 Giriş Katı Planı (Passive House In The Woods, bt)



Şekil 4.5 Kat Planı (Passive House In The Woods, bt)



Şekil 4.6 Üst Kat Planı (Passive House In The Woods, bt)



Şekil 4.7 Teras Planı (ID 1770, bt)

Bina form olarak masif bir görünüme sahiptir. Alt ve üst kat duvarlarının tamamı insulated concrete form (ICF) ‘den yapılarak dış cephe yalıtımı sağlanmıştır. Bodrum kat döşemesinde köpük yalıtımı yapılmıştır. Çatı ise yine köpük yalıtım üzerine oturtulmuştur. ICF’ nin içerisinde bulunan gözenekli yapılı beton güçlü bir malzeme oluştururken, hava geçirimsizliği de sağlamaktadır (Passive House In The Woods, bt).



Şekil 4.8 Konkol Residence uygulama aşaması (This is the Passive House in the Woods, bt)

4.1.2 Pasif Sistemlerin Yapı Bileşeninde Kullanımı

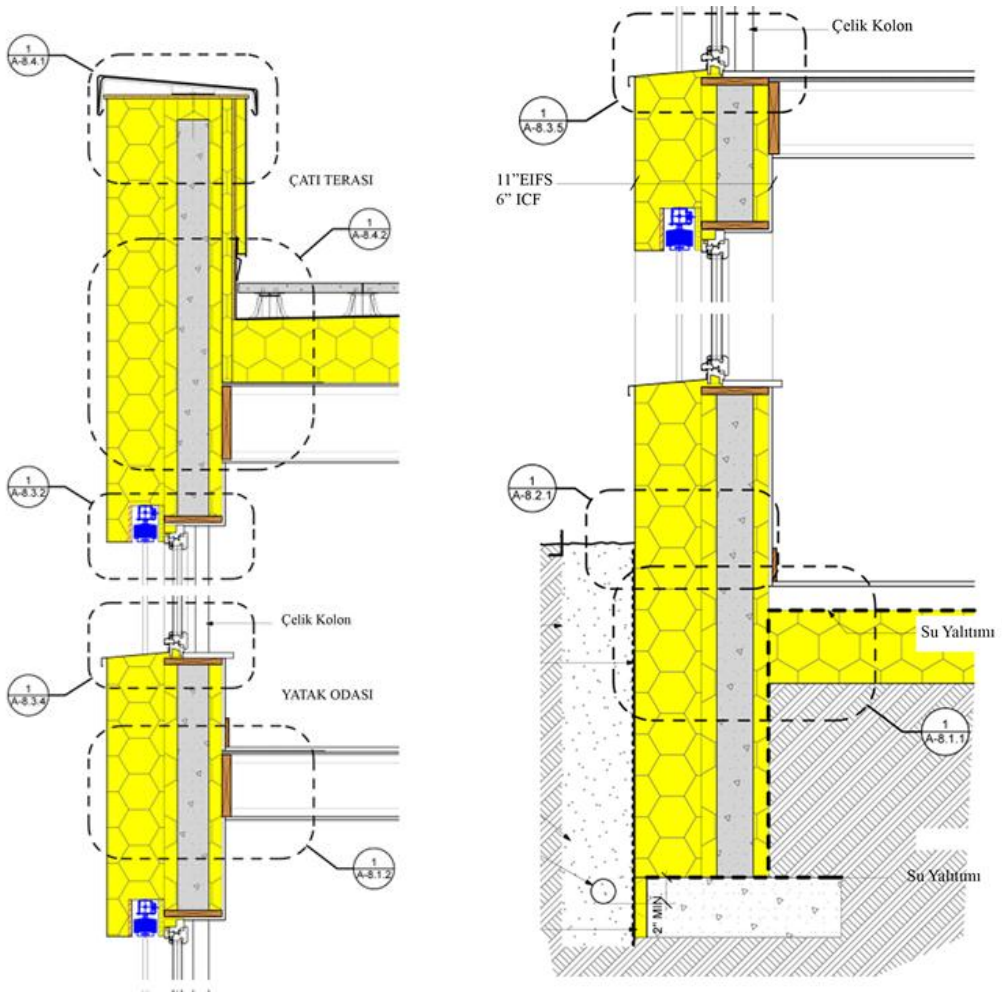
Konkol Residance inşa edilirken düşünülen temel strateji süper yalıtımlı ve yüksek performanslı, aynı zamanda çevre koşullarına göre konumlanmış bir yapı tasarlamaktır. Yapı planlanırken öncelikle yapının yeri ve yönlenmesi dikkate alınmış, var olan peyzajdan yararlanılmıştır. ICF blokları kullanılarak dış duvarlar yüksek yalıtımlı hale getirilmiştir. Güneş ışınlarını etkin bir biçimde kullanmak üzere pencerelerin konumları ve büyüklükleri belirlenmiştir. Aynı zamanda rüzgardan ve soğuktan korunmak için kuzey ve doğu cepheleri yapının formu ve pencere açıklıkları ile daha korunaklı hale getirilmiştir.

4.1.2.1 Çevre Dostu Malzeme ve Yalıtım

Konkol Residance’de yüksek ısı yalıtım performanslı 56cm. kalınlığında dış duvarlar inşa edilmiştir. Dış duvarlarda 28cm. kalınlığında Insulated Concrete Forms (Yalıtımlı beton kalıp sistem) kullanılmıştır. Ayrıca 28cm. kalınlığında dış yalıtım ve bitiş sistemi (Exterior Insulation and Finishing System (EIFS)) kullanılmıştır. ICF blokları prefabrik elemanlar olup, birbirine entegre olarak kolay inşa etme imkanı sunmaktadır. Beton hava geçirmezlik sağlarken, ICF bloklar da aynı zamanda hava geçirmezlik sağlayan bir yapı bileşenidir. Bir ICF evi toplam maliyetlere ilaveten %1-%8 arasında maliyet getirmektedir. (This is the Passive House in the Woods, (b.t)).



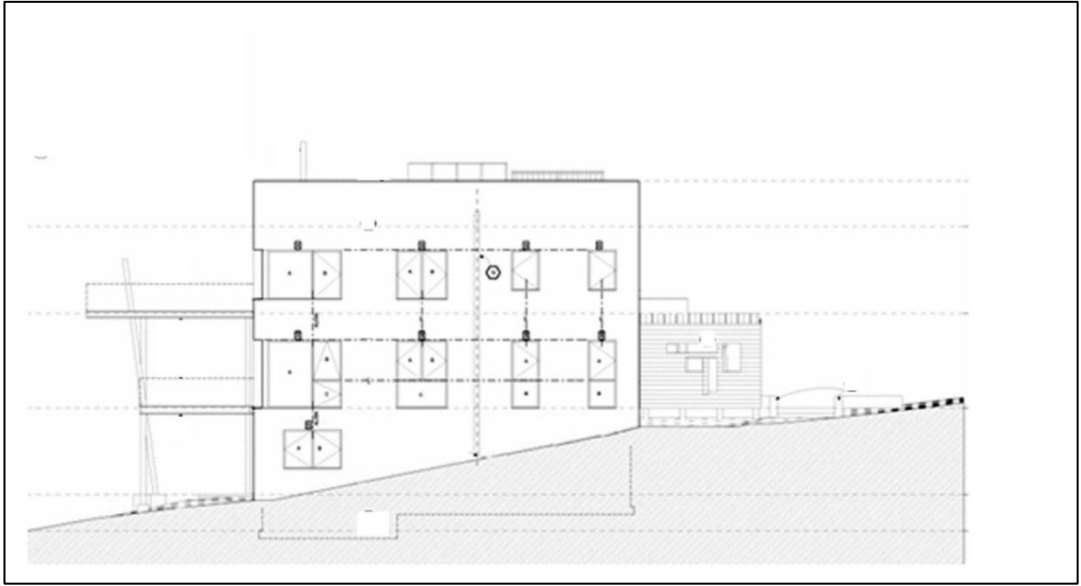
Şekil 4.9 ICF'nin Konkol Residence'de kullanımı (This is the Passive House in the Woods, bt)



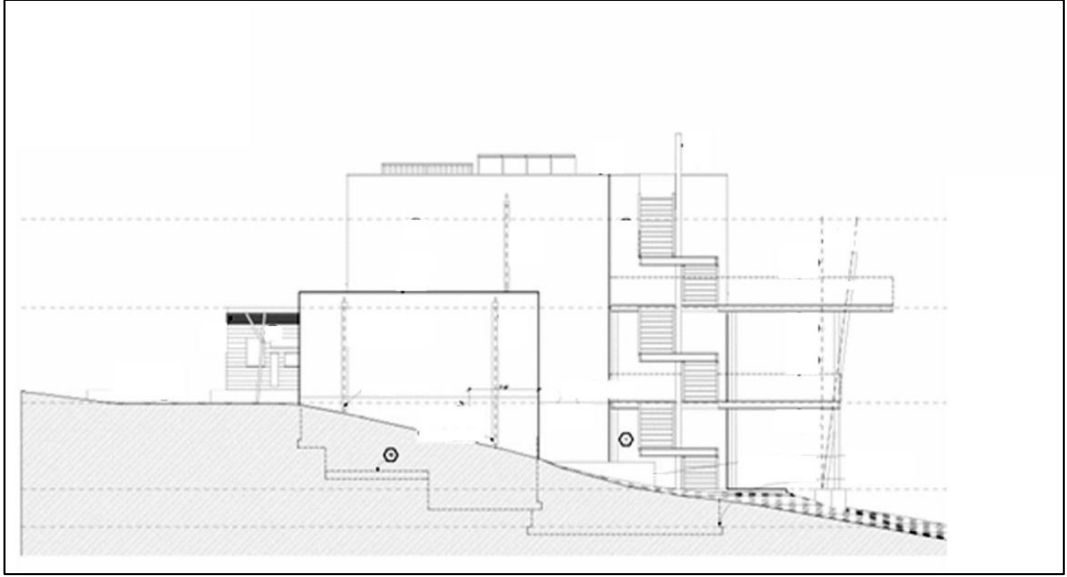
Şekil 4.10 Sistem kesiti (Passive House In The Woods, bt)

4.1.2.2 Yerleşim ve Güneş Kontrolü

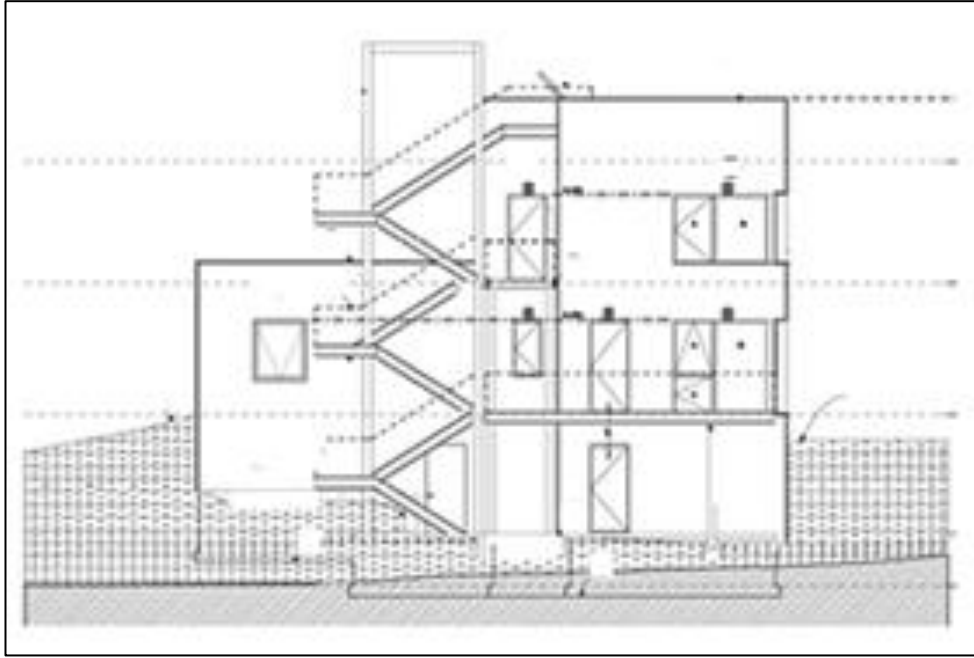
Malzeme ve yalıtım konusu gibi bir diğer kritik strateji de yerleşim ve güneşe karşı yönelme düşünülerek oluşturulmuş pasif güneş tasarımıdır. Mimarın yaptığı tasarımda, varolan ağaçların kaybı önlenecek şekilde güney ve batı cephelerinden maksimum güneş kazancı amaçlanmıştır. Bu yapı tasarımının önemli bir parçası ısıtma ihtiyaçlarının çoğunluğunun pasif güneş yöntemleri ile karşılanmasıdır. Kullanılan tüm kapı ve pencereler Passive House sertifikalıdır. Bu sayede binada %64 ısı kazanımı sağlanmıştır. Her pencerede el ile kontrol edilebilen güneş kırıcı elemanlar vardır. Bu elemanlar el ile kontrol edilebildiği gibi iç sıcaklıkla entegre biçimde otomatik olarak da çalışabilmektedir. Pencerelelerin en önemli özelliklerinden biri de düşük kış güneşi ışınlarının tüm yaşama alanlarına nüfus edebilecek boyutlarda ve alanlarda konumlandırılmasıdır (This is the Passive House in the Woods, (b.t).



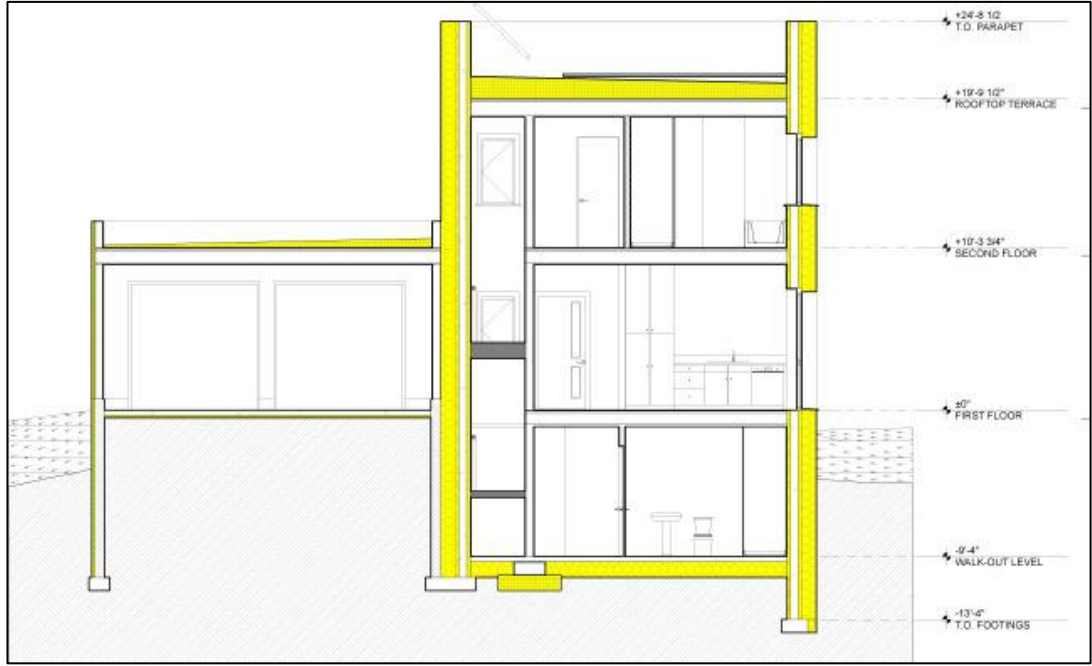
Şekil 4.11 Güney Cephesi (Passive House In The Woods, bt)



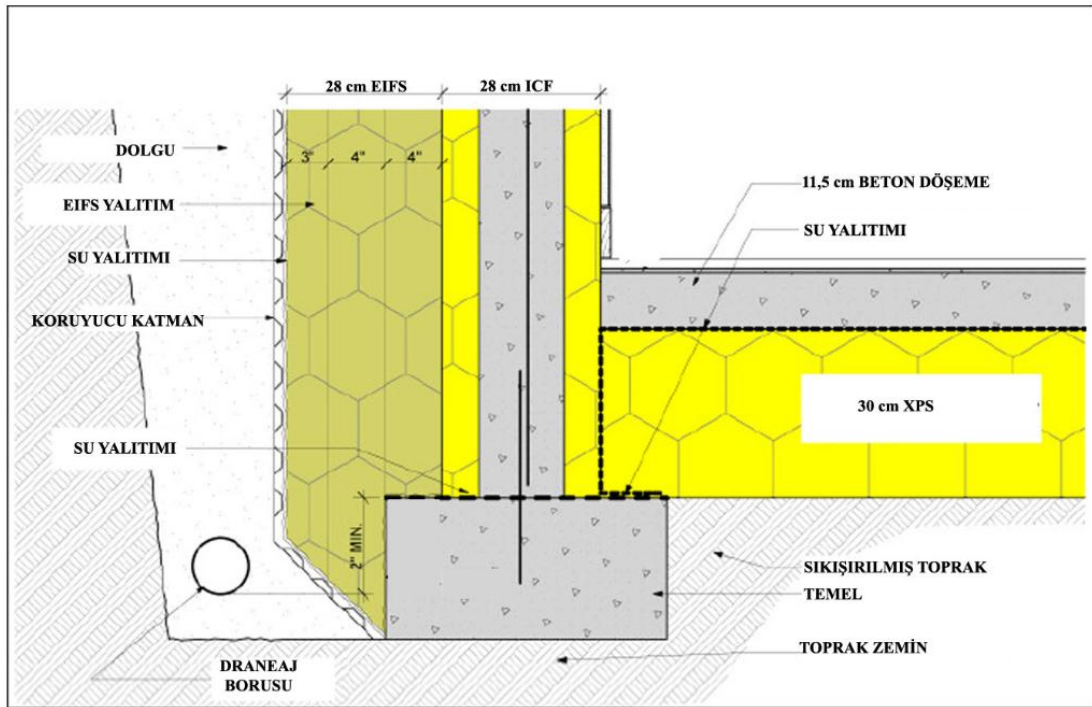
Şekil 4.12 Kuzey cephesi (Passive House In The Woods, bt)



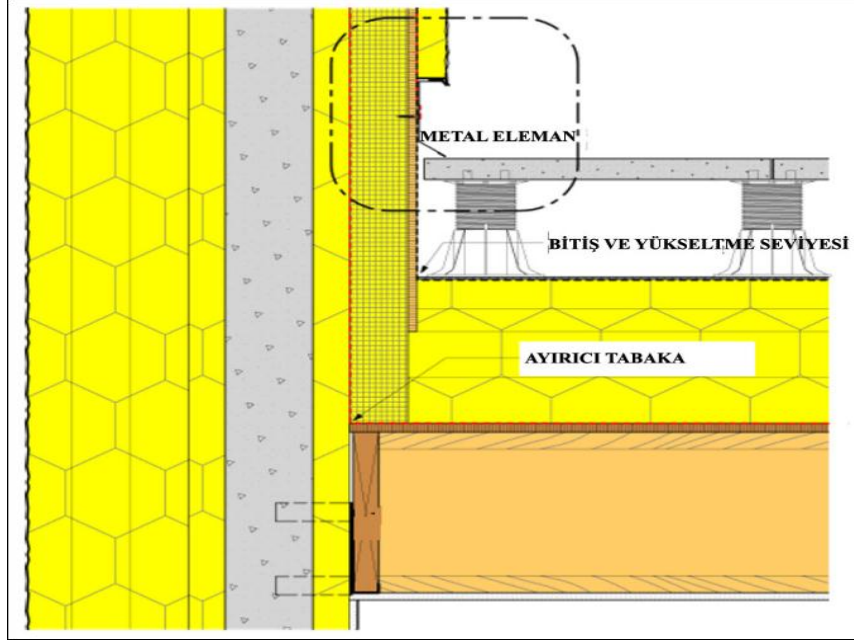
Şekil 4.13 Batı cephesi (Passive House In The Woods, bt)



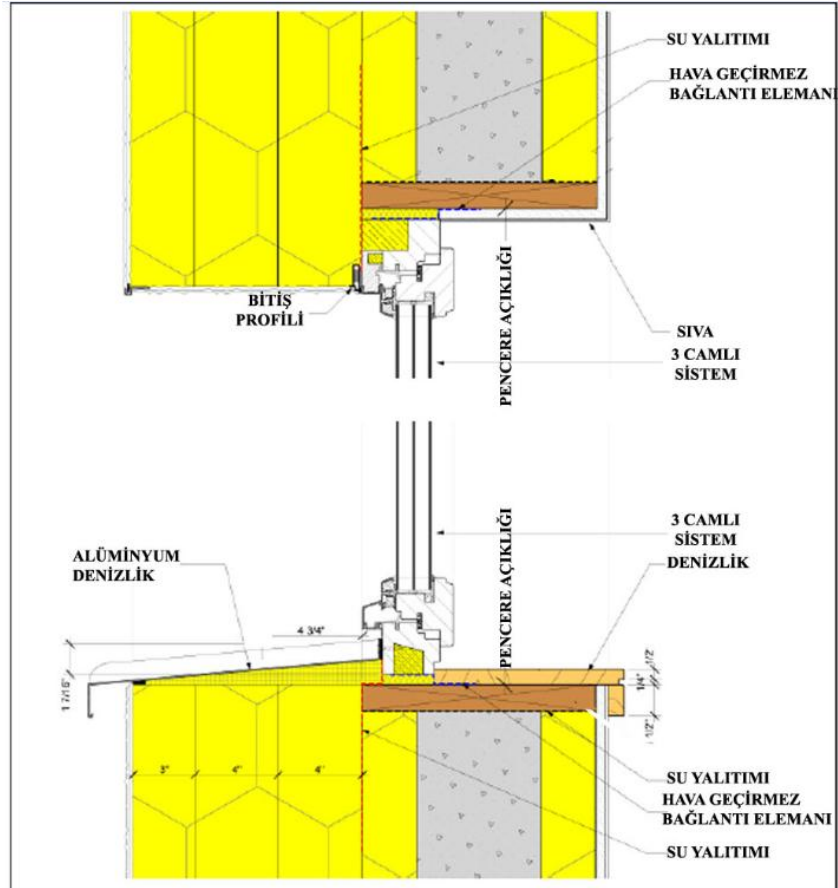
Şekil 4.14 Bina kesiti (Passive House In The Woods, bt)



Şekil 4.15 Temel duvarı detayı (Passive House In The Woods, bt)



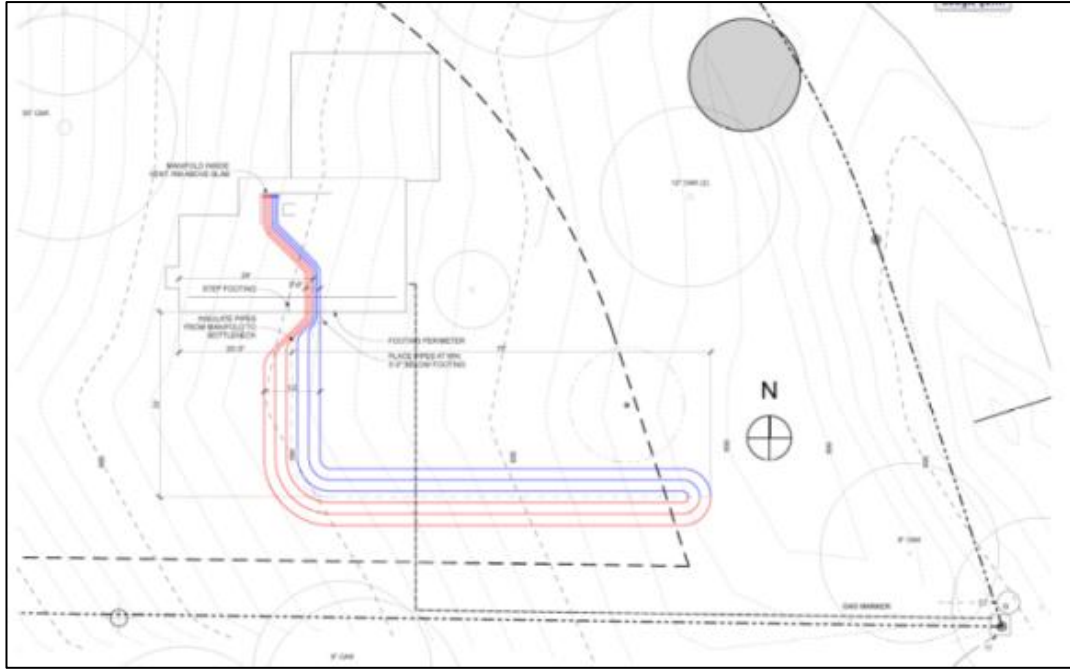
Şekil 4.16 Çatı detayı (Passive House In The Woods, bt)



Şekil 4.17 Pencere detayı (Passive House In The Woods, bt)

4.1.2.3 Isıtma ve Soğutma

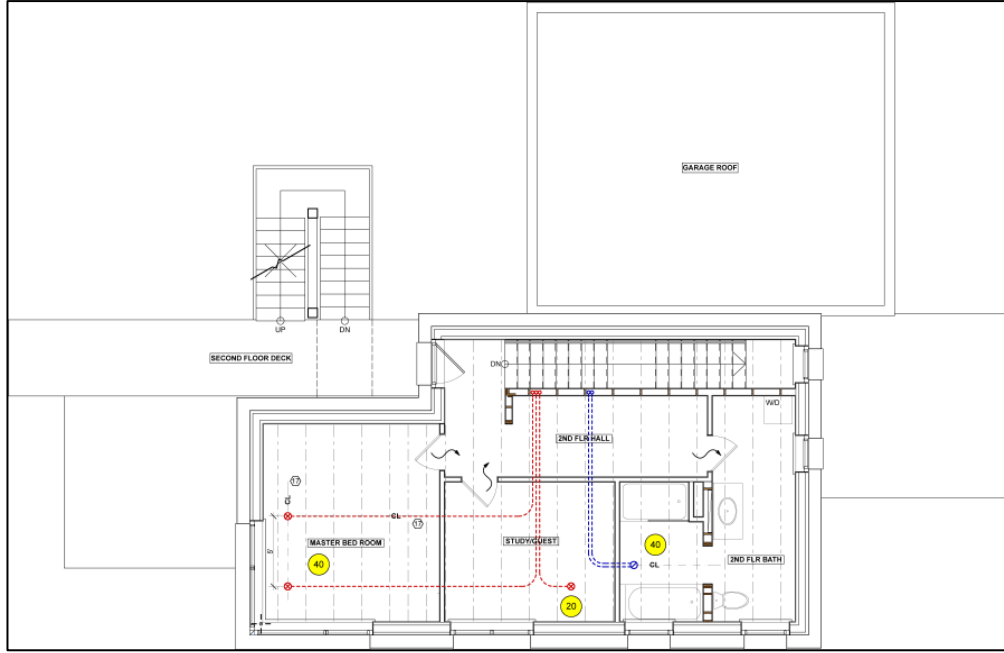
Isıtma ihtiyacının büyük bir kısmı pasif güneş kazanımından elde edilse de jeotermal kaynaklı yerden ısıtma sistemi ile de zaman zaman desteklenebilmektedir. Bu yerden ısıtma döşemesi sayesinde, ısıtma için yapının yıllık enerji ihtiyacı 12kwh/(m2a)'dan daha düşük seviyelerde kalmaktadır (This is the Passive House in the Woods, (b.t). Yapıda mekanik ısıtma sistemi olarak kullanılan jeotermal enerjinin yapı içerisindeki dolaşım şeması aşağıdaki planlarda gösterilmektedir.



Şekil 4.18 Giriş katı ısıtma planı (Passive House In The Woods, bt)



Şekil 4.19 Havalandırma fotoğrafı (Passive House In The Woods, bt)



Şekil 4.20 2. kat ısıtma planı (Passive House In The Woods, bt)

4.1.2.4 Aydınlatma

Yapıda tasarlanan pencere açıklıkları Passivhaus kriterlerine uygun olarak belirlenmiştir. Doğal gün ışığından maksimum oranda yararlanmak için ön tasarım ve boyutlandırmalar yapılmıştır. Aydınlatmaya genel yaklaşım, güney ve batı cephelerinden kontrollü ışık alımı olarak gelişmiştir. Genel olarak açıklıklar batı ve güney cephesinde olmakla beraber, tüm cephelerdeki açıklıklarda güneş kırıcı jaluziler kullanılmıştır. Bu sayede yaz aylarında, istenmeyen batı güneşinin rahatsız edici etkileri azaltılmış olmaktadır. Yaşama, yatak odası gibi mekanlar bu iki cephede konumlanmıştır.



Şekil 4.21 Yemek odası iç mekan görünümü (Passive House In The Woods, bt)



Şekil 4.22 İç mekan görünümü (Passive House In The Woods – Konkol Residence, 2014)

Yapının kuzey cephesinde dış merdiven ve garaj bulunmaktadır. Bu sayede olabilecek açıklık sayısı ve genişliği en aza indirilmiş, bu cephelerden ışık kazanımı en az oranda tutulmuştur. Kuzey cephesinde yapılan az açıklıkla aynı zamanda rüzgardan korunum sağlanmış, ev ısısının kış aylarında düşmesi engellenmiştir. Doğu cephesinde iste korunaklı bir ev girişi ve garaj girişi düzenlenmiştir. Bu cephede de açılan açıklık oranı en az miktarda tutulmuştur. Bu sayede genel güneş ışını alımı batı ve güney cephelerinden kontrollü olarak sağlanmaktadır. İç mekan

görsellerinde görüldüğü üzere herhangi bir yapay aydınlatmaya gerek duyulmadan, gündüz saatlerinde oldukça aydınlık mekanlar elde edilmektedir.



Şekil 4.23 Doğu cephesi (ID 1770, bt)



Şekil 4.24 Güneybatı cephesi (ID 1770, bt)

Tablo 4.2 Konkol Residence U-değerleri ve malzeme tablosu

Konkol Residence	Dış Duvar	Çatı	Zemin döşemesi	Pencere
U-Değeri	0,083 W/(m ² K)	0,06 W/(m ² K)	0,097 W/(m ² K)	0,82 W/(m ² K)
Malzeme	-6,4cm. EPS -15cm. beton -6,4cm. EPS -2,79cm. bitiş sistemi	-30 cm. betonarme -14cm. yalıtım	-10,2cm. beton döşeme -30,4cm. EPS	-Argon kaplamalı 3 cam

Tablo 4.3 Konkol Residence'da kullanılan pasif sistemler


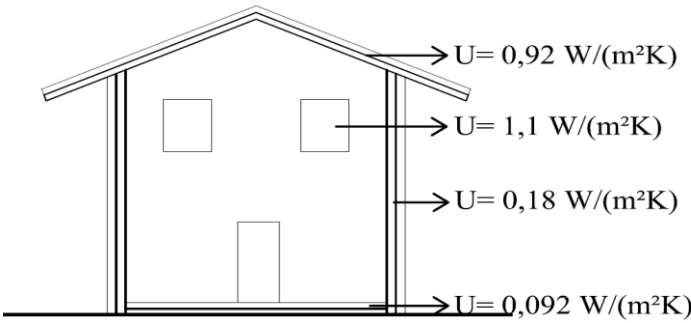
Konkol Residence'da Kullanılan Pasif Sistemler			
Yapı Formu Yer Seçimi ve Yönlendirme	Yönlendirme	Kuzey-Güney	
		Doğu-Batı	✓
	Peyzaj ve Bitki Örtüsü		✓
	Bina Formu	Kare	
		Dikdörtgen	✓
Dairesel			
Oval			
Yapı Kabuğu ve Fiziksel Özellikleri	Yalıtım ve U-Değerleri	Dış Duvar	0,083
		Döşeme	0,097
		Çatı	0,06
		Pencere	0,82
	Yerel Malzeme Kullanımı		
Güneş Kontrol Sistemleri ve Doğal Aydınlatma	Güneş Kırıcılar		✓
	Doğal Aydınlatma Çözümleri	Işık Tüpü	
		Çatı Penceresi	
Doğal Havalandırma	Rüzgar Bacası		
	Rüzgar Keççesi		
	Trombe Duvarı		
	Galeri ve Atrium		
	Çift Cidarlı Cephe		
	Çapraz Havalandırma		✓
Isıtma ve Soğutma	Pasif Isıtma Sistemleri	Trombe Duvarı ile Isıtma	
		Kış Bahçesi ve Sera	
		Çakıl Yatağı	
		Çatı Havuzu	
		Su Duvarı	
	Pasif Soğutma Sistemleri	Işınimsal Soğutma Sistemleri	
		Evaporatif Soğutma Sistemleri	✓
		Toprak Kaynaklı Soğutma Sistemleri	

Tablo 4.4 Konkol Residence’da sürdürülebilir tasarım kriterleri

Konkol Residence Sürdürülebilir Tasarım Kriterleri				
Planlama	Arazinin Topoğrafyası	Bina Formu	Kare	
			Dikdörtgen	✓
			Dairesel	
			Oval	
		Yönlenme	Kuzey-Güney	
	Doğu-Batı		✓	
	İç Mekan Organizasyonu	Atrium Kullanımı		
		Esnek Mekanların Kullanımı		
Sirkülasyon Çözümü		Yapının Dışında		
		Yapının İçinde		
	Yapının İç ve Dışında	✓		
Yapı Elemanları ve Yapı Kabuğu Tasarımı	Yerel Malzeme Kullanımı			
	Modern Yapım Sistemi Kullanımı		✓	
	Isı, Ses, Yangın Yalıtımı		✓	
	Geri Dönüşümlü Malzeme Kullanımı			
	Prefabrikasyon Kullanımı			
İklim	Sıcak İklim Bölgesi			
	İlman İklim Bölgesi		✓	
	Soğuk İklim Bölgesi			
Enerji	Pasif	Pasif Isıtma Sistemi Kullanımı		
		Pasif Soğutma Sistemi Kullanımı		
		Doğal Havalandırma Kullanımı		
		Güneş Kontrol Elemanı Kullanımı		✓
		Doğal Aydınlatma		✓
	Aktif	Mekanik Isıtma-Soğutma		✓
		PV Panel Kullanımı		✓
Peyzaj	Yapı İklimlendirmesinde Kullanımı		✓	
Passive Haus Sertifikası			✓	

4.2 Loblolly House

Tablo 4.5 Loblolly House yapı künyesi

Planlama Periyodu: 2005-2007
Yapım Yılı: 2006-2007
Yeri: Taylor Adası, Maryland, USA 38 °26'10.17"K

Yapının Strüktür Tipi: Alüminyum Karkas Sistem
Yapım Amacı: Yazlık Ev
Mimari Tasarım: Kieran Timberlake
Teknik Bilgiler Bina Toplam Alanı: 189.3m ² Brüt alan: 298.5m ² Kat Adedi: 2
Yapının Özellikleri: Yalıtım, Mekanik Güneş Kırıcı, Çevre dostu malzeme,
Isı Katsayıları 

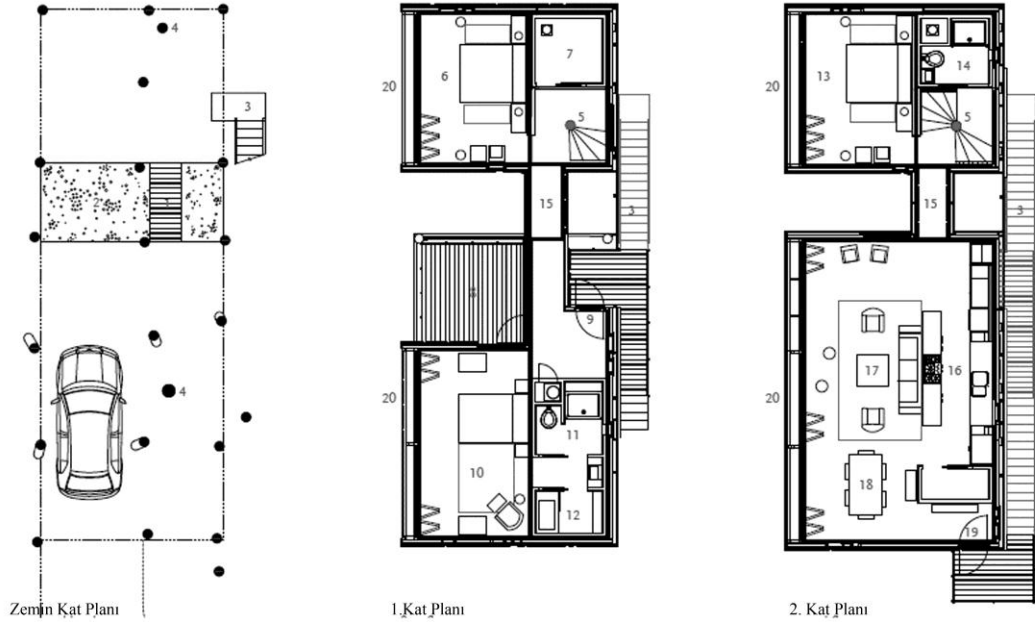
4.2.1 Genel Özellikler



Şekil 4.25 Loblolly House dış görünüşü (KieranTimberlake Associates, bt)

Loblolly Evi'nin konumlandığı arazinin bir yanı su ile yüz yüze olup, diğer tarafı ormanla çevrilidir. Mimar, bu durumu pozitif bir bina yapısına çevirmişlerdir. Odalara bir giriş üzerinden erişilmektedir. Tüm odalar bir cephede toplanmıştır ve ikinci, dar bir pencereye sahip diğer cepheden odalara erişim sağlanmaktadır. İçeride spiral şeklinde bir merdivenle katlar arası erişim bulunmaktadır ve en üst katta da yaşama ve yemek alanlarına açılan bir merdiven boşluğu vardır. Yapı bir katta iki ana birimden oluşmaktadır. Oyuk şeklinde bir avlu, birbirleriyle bir köprü aracılığıyla bağlanan iki parçayı birbirinden ayırmaktadır. İki parça arasında bambulardan oluşan bir iç avlu bulunmaktadır. Avlu iki tarafta da turuncu renkli kaplama ile sınırlanmıştır. Öğleden sonra binanın diğer tarafının üzerinden yansıyan güneş, bu taraftaki kaplamayı parlaklaştırır. Yukarıda belirtilen oyuğa ilaveten, alt

katta korunaklı bir teras vardır ve bu teras; güneş ve yağmurdan korunaklı bir oturma alanı sağlamaktadır. Banyo, mutfak, teknik oda ve depo gibi odalar, binanın arka tarafında yer almaktadır.



- | | |
|--------------------------|-------------------------|
| 1) Ahşap Yürüme Yolu | 11) Banyo |
| 2) Bambo ve Kaya Bahçesi | 12) Dolap |
| 3) Dış Merdiven | 13) Misafir Yatak Odası |
| 4) Tesisat Kolonu | 14) Misafir Banyosu |
| 5) Spiral Merdiven | 15) Köprü |
| 6) Misafir Yatak Odası | 16) Mutfak |
| 7) Mekanik Odası | 17) Yaşama Odası |
| 8) Dış Teras | 18) Yemek Odası |
| 9) 1. Kat Girişi | 19) 2. Kat Girişi |
| 10) Yatak Odası | 20) Batı Duvarı |

Şekil 4.26 Loblolly House Planları (Loblolly House: The Elements of a New Architecture'dan alınarak düzenlenmiştir.)

Bina prefabrikasyona uygun bir biçimde tasarlanmıştır. Araziden ekolojik ve sürdürülebilir kaygılar nedeniyle ahşap kazıklar yardımıyla yükseltilmiş bir platform hazırlanmıştır. Bu platformun üzerine ise alüminyum profillerden oluşan binanın ana iskelesi oturtulmuştur. Daha sonra yapı, çeşitli izolasyon ve kaplama malzemeleri ile tamamlanmıştır. Bu sayede hem üzerinde bulunduğu arazinin sürekliliği, kesintisizliği ve doğaya en az temas sağlanırken, kolay montaj ve demontaj imkanı oluşmaktadır. Doğaya sağlanan bu katkının dışında, yapının yükselmesinden kaynaklı olarak Loblolly Evi dış koşulların olumsuz etkilerinden daha az zarar görmektedir.



Şekil 4.27 Alüminyum iskele inşaatı (Pearson, bt)

Alüminyum iskele, toprağa derince saplanan ve kat yüksekliğinde olan bir seri ahşap kazığın üstüne kurulmuştur. Binayı çevreleyen alan çoğunlukla sele maruz kaldığı için, binanın yükseltisi mantıklı bir stratejidir. Açık zemin kat, aynı zamanda korunaklı otopark görevi görmektedir. Ahşap kazıklara kimyasallar sayesinde su geçirmez özellik sağlanmıştır.

Binanın konumundan dolayı yükseltilmiş yapı seçilmiştir. Loblooly House, korunaklı doğa alanı, izole ve büyük bir el değmemiş alan içinde olduğu için, Kieran Timberlake çevreye minimum oranda etki edecek bir yapı arayışında olmuştur. Kieran Timberlake'ye göre, ahşap kazıklar er ya da geç çürüyecektir ama dünya üzerinde kalabilirler (Drexler ve El Klouli, 2012).

Ahşap kazıkların üzerine, ahşap kompozit malzemedan yapılmış kuşak kiriş altyapısı monte edilmiştir. Kuşaklama seviyesi, ahşap yapı ve monte edilmiş alüminyum yapının kesişimini meydana getirmiştir. Tam olarak planlanan seviyeyi

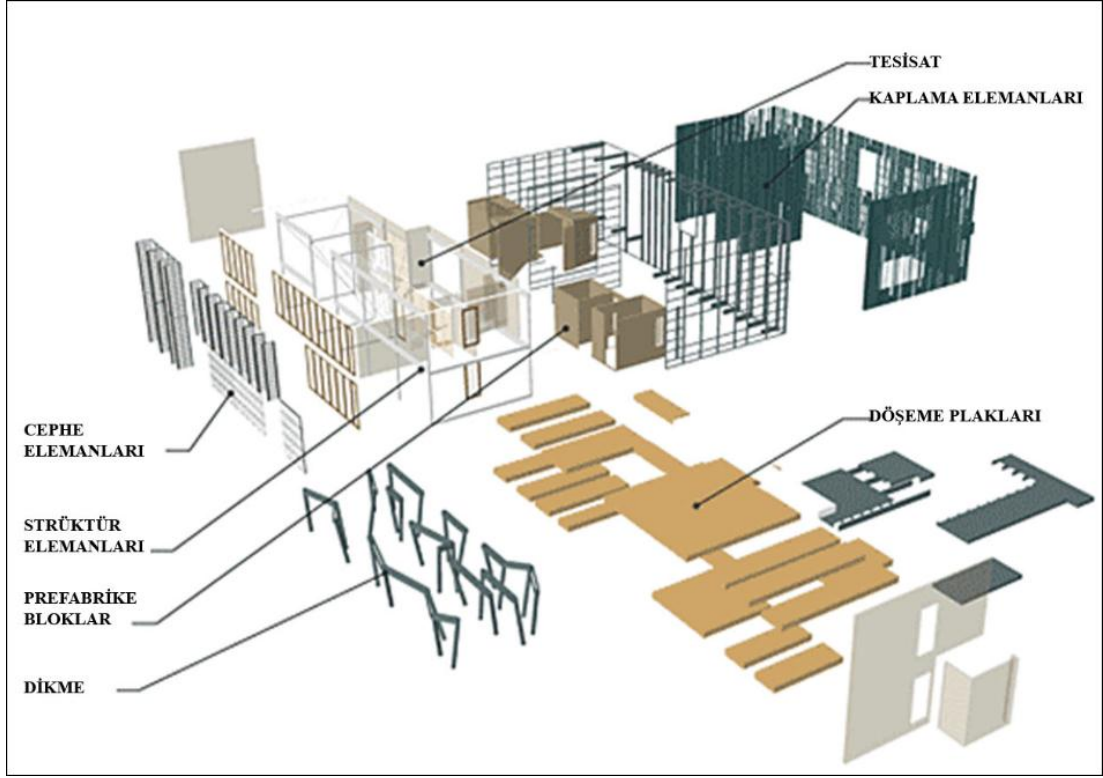
elde etmek üzere, fabrikada üretilen bu elementler, mümkün olduğunca kusursuz üretilmiştir. Amerika’da bu amaçla standart ahşap profiller kullanılmaktadır. Bunlar, bina servis mekanları için ihtiyaç olan bağlantıyı içeren, ahşap kompozitlerden yapılmış tekil panellerdir (Drexler ve El Klouli, 2012, s.227).



Şekil 4.28 Loblolly House yapım aşaması (Pearson, bt)

Tesisat ekipmanları da aynı şekilde fabrikada üretilip, montaja hazır bir şekilde sahaya gönderilmektedir. Tesisat ekipmanlarının kurulumlarının karmaşık olmasından dolayı, bu fonksiyonlar iki adet ve bağlantılı oda ünitesi şeklinde dizayn edilip ve modül olarak sevk edilmiştir. Bina servisleri ile ilgili gerekli tüm sistemler kullanmaya hazır bir şekilde bu ünitelere entegre edilmiştir. Kablolar ve boru hatlarının ön kurulumları fabrikada yapıldığı için, sahada sadece ön kurulumu yapılmış elemanların ve hatların bağlantıları yapılmıştır.

Binada oluşturmak istenen enerji konsepti, binanın tasarım kararlarını büyük ölçüde etkilemiştir. Odalar, aktif bina servisleriyle desteklenmiş, aktif ve pasif sistemlerle entegre edilen yapısal dizayna uygun hale getirilmiştir (Drexler ve El Klouli, 2012).



Şekil 4.29 Loblolly House'da kullanılan yapı bileşenleri (Pearson, bt)

4.2.2 Pasif Sistemlerin Yapı Bileşeninde Kullanımı

Ilıman iklimde tasarlanmış olan Loblolly House, dış duvarların U değeri 0,18/(m²K) olacak şekilde yalıtılmıştır. Dış duvarlarda bölgede yaygın olarak yetişen, dokuya hakim Loblolly ağacı kullanılmıştır (Drexler ve El Klouli, 2012).

Yapı araziye yerleştirilirken göz önüne alınan en önemli etken deniz manzarasına yönelme olmuştur. Bu sebeple kuzey güney doğrultusunda uzanan dikdörtgen bir form elde edilmiştir. Batı rüzgarını ve güneşini kırmak için batı cephesinde hareketli güneş kırıcı elemanlar kullanılmıştır. Tüm cephelerde ahşap kaplama ile kontrollü güneş alımı sağlanmaktadır.

Yapıda pasif havalandırma sistemlerine ek olarak aktif ısıtma, soğutma ve havalandırma sistemleri de tasarlanmıştır.

4.2.2.1 Çevre Dostu Malzeme ve Yalıtım

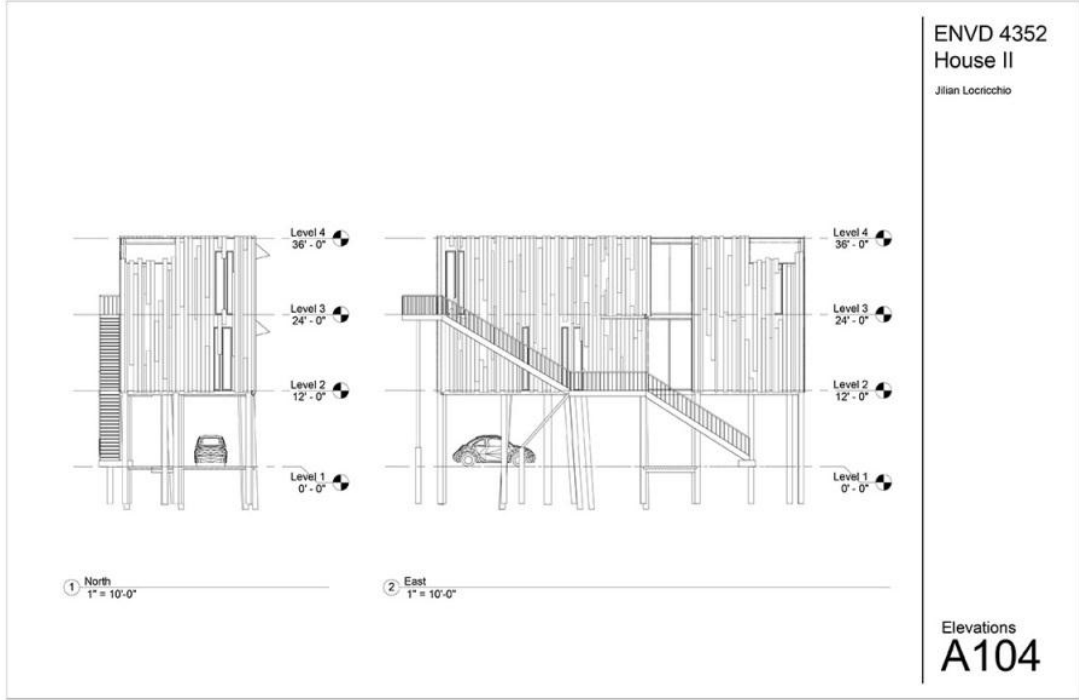
Dış duvarlarda; 2,2 cm. OSB, 20 cm. yalıtım, 4cm. havalandırma için boşluk, 4,5cm. ahşap eleman kullanılmıştır. Bu bileşenler sonrasında dış duvarların U-değeri 0,18 W/(m²K) olarak belirlenmiştir (Drexler ve El Klouli, 2012).

Çatıda; 2,2 cm. OSB, 36 cm. yalıtım, 4 cm. havalandırma için boşluk ve 2 cm. ahşap eleman kullanılmıştır. Çatının U-değeri 0,092 W/(m²K) olarak ölçülmüştür (Drexler ve El Klouli, 2012).

Zemin döşemesinde ise; 2,2 cm. OSB, 36 cm. yalıtım, 4 cm. havalandırma boşluğu, 2 cm. ahşap eleman bulunmaktadır. Zemin döşemesinin U-değeri 0.092 W/(m²K) olarak belirlenmiştir. Zemin ve çatıda aynı elemanlar ve aynı boyutlar kullanılmıştır. Bunun sonucunda her iki yapı elemanında da aynı U- değerlerine ulaşılmıştır. Pencerelerin U-değerleri ise 1,1 W/(m²K) olarak belirtilmektedir (Drexler ve El Klouli, 2012).

4.2.2.2 Yerleşim ve Güneş Kontrolü

Taylors adası doğal kaynaklar bakımından oldukça zengin bir yarımadadır. Bu sebeple bu tarz korunmuş alanlara yapı inşa etmek bir takım etik değerler göz önünde bulundurularak mümkündür. Kieran Timberlake bu yapıyı yaparken çevre değerlerine karşı hassas davranmaya dikkat etmiştir. Dış cephenin tasarımı, var olan peyzaj ve bina arasında bir bağlantı sağlamaktadır. Cephedeki düzensiz yerleştirilmiş ahşap elemanlar peyzajdaki düzensiz konumlanan ağaçlarla görsel bağlantı sağlamaktadır.

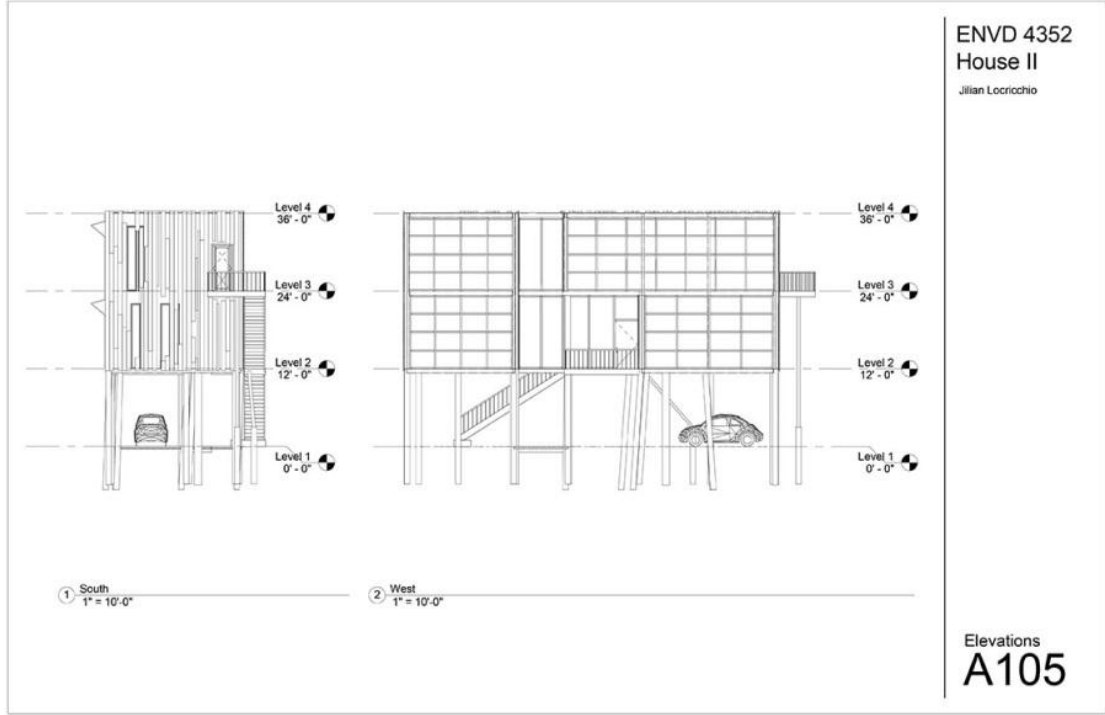


Şekil 4.30 Kuzey ve doğu cephesi (Loblolly House, Revit Recreation, bt)

Yapının uzun cepheleri kuzey güney doğrultusunda uzanmaktadır. Loblolly Evi doğusunda orman, batısında deniz olan bir alana konumlanmıştır. Yapıya giriş binanın doğu cephesinden yapılmaktadır. Bu girişi, cepheye takılmış metal merdiven desteklemektedir. Merdivende oluşturulan malzeme değişikliği ile ısı köprüsü oluşumu engellenmiştir.

Batıda yer alan manzarayı görme isteği ile batı cephesi tamamıyla saydam tasarlanmıştır. Fakat bu durum yoğun batı güneşini ve kuvvetli batı rüzgarını evin içine alacağından, batı cephesinde hareketli güneş kırıcılar kullanılmıştır. Kuzey ve güney cephelerinde ise ahşap elemanlar kullanılarak daha kontrollü cepheler oluşturulmuştur. Bu sebeple herhangi bir güneş kırıcı elemana ihtiyaç duyulmamaktadır.

Doğu cephesinde bulunan yükseltilmiş giriş ve bir rüzgarlık mekanı ile eve ulaşıldığından olası ısı kayıpları engellenmiştir.



Şekil 4.31 Güney ve batı cephesi (Loblolly House, Revit Recreation, bt)

4.2.2.3 Isıtma ve Soğutma

Bir bina yıl boyunca kullanılacaksa, kullanıcının manzara görme isteği ve minimum enerji kaybı için, kaplamanın optimum pozisyonu hakkında bir karışıklık ortaya çıkabilmektedir. Yapının geniş ve en çok açıklıklı cephesi olan batı cephesinin, bu kadar açıklığa sahip olmasının sebebi, kullanıcının manzara görme isteğidir. Bu yüzden yapıda çeşitli ek ısıtma sistemleri düzenlenmiştir. Binada kullanılan pasif sistem, aktif sistemler olan soğutma üniteleri ve binayı hem ısıtıp hem soğutabilen gazlı ısıtıcı ile desteklenmiştir. Ön kurulumu yapılmış olan duvar ve yer panelleri halihazırda içinde kurulu vaziyette ısıtma borularına sahiptir. Odalar, sıcak günlerde hava sirkülasyonuna destek vermek üzere tavan fanları ile donatılmıştır. Kaplama ve dış kabuk, sıcaklığı ve güneş radyasyonunu ölçen sensörler bulundurmaktadır; bu, farklı hava koşullarından kaynaklanan sıcaklık dalgalanmalarını ve buna göre dış kaplamanın pozisyonunu ayarlamaktadır. Bu sensörler aynı zamanda dış kabuk ile cam kaplamanın arasındaki hava sıcaklığını

kayıt altına almaktadır. Hava sıcaklığı üzerindeki bu izleme, sadece gelecek projeler için hareketli ve çift katlı bir kaplamanın etkilerini analiz etmek için değil, aynı zamanda otomatik bir kontrol cihazı tarafından, değişik hava koşulları için optimum ayarları belirlemek üzere test amaçlı da kullanılmaktadır (Drexler ve El Klouli, 2012).

4.2.2.4 Aydınlatma

Enerji konseptinin en önemli elementi, manzaraya yönelen batı cephesi kaplamasıdır. Bu kaplama, iç kısmında cam kaplama olan ve dışında saydam polikarbonat kaplamalı çelik çerçeveden oluşmaktadır. (Boyutlarından dolayı Kieran Timberlake tarafından hangar kapısı olarak adlandırılır.) Dış cephedeki iki eleman da camdan yapılmıştır. İçerdeki cam kaplama hem dikey olarak katlanabilir hem de tamamen açılabilir, dış katman ise yatay olarak yükseltip alçaltılabilir olarak tasarlanmıştır. Bu cepheye farklı hava koşullarına göre farklı davranabilme yetisi vermektedir. Sıcak günlerde dış katman yükseltilerek güneşten koruma sağlanır ve fazla ısınma engellenmiş olunur. Soğuk günlerde ise dış katman alçaltılarak arada güneş ışıkları saydam cepheye vurdukça ısınan bir iç boşluk oluşturulmaktadır. Bu iç boşluk bir çeşit tampon bölge olarak görev yapar. Polikarbonat binayı rüzgar ve havadan korumaktadır (Drexler ve El Klouli, 2012).

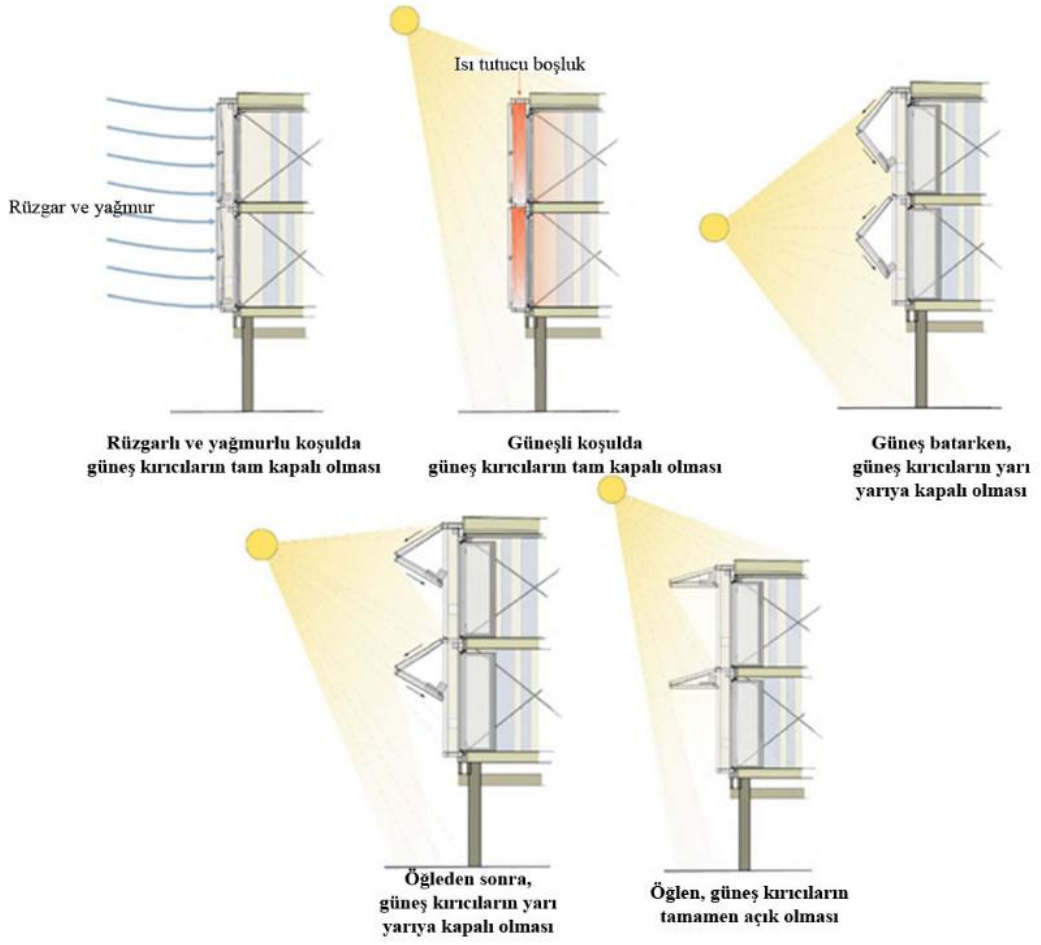
Loblolly Evi'nde bulunan hareketli güneş kırıcı elemanlar yazın gün içerisinde, güneşin hareketini takip ederek içeriye alınan güneşin kontrolünü sağlamaktadır. Kışın ise daha eğik gelen güneş ışınlarına göre yine hareket ettirilerek en verimli şekilde güneş ışınlarının iç mekana alınmasını sağlar. Yine kış mevsiminde denizden gelen sert ve soğuk rüzgarlara karşı engelleyici bir önlem elemanı olarak da kullanılabilir.



Şekil 4.32 Loblolly Evi gündüz görünüşü (Alter, 2007)



Şekil Şekil 4.33 Loblolly Evi gece görünüşü (Alter, 2007)



Şekil 4.34 Gölgeleme diyagramı (Alter, 2007)



Şekil 4.35 Yaşama alanında doğal aydınlatma etkisi (Case Study: Loblolly House, bt)

Tablo 4.6 Loblolly House U-değerleri ve malzeme tablosu(Holistik Housing, Hans Drexler, Sebastian El Kauri, 2012)

Loblolly House	Dış Duvar	Çatı	Zemin döşemesi	Pencere
U-Değeri	0,18 W/(m ² K)	0,92 W/(m ² K)	0,092 W/(m ² K)	1,1 W/(m ² K)
Malzeme	-2,2cm.OSB -20cm. yalıtım -4cm.boşluk -4,5cm. ahşap kaplama malzemesi	-2,2cm.OSB -36cm. yalıtım -4cm. boşluk -2 cm. ahşap kaplama malzemesi	-2,2cm. OSB -36cm. yalıtım -4cm. boşluk -2cm. ahşap kaplama malzemesi	

Tablo 4.7 Loblolly House’da kullanılan pasif sistemler


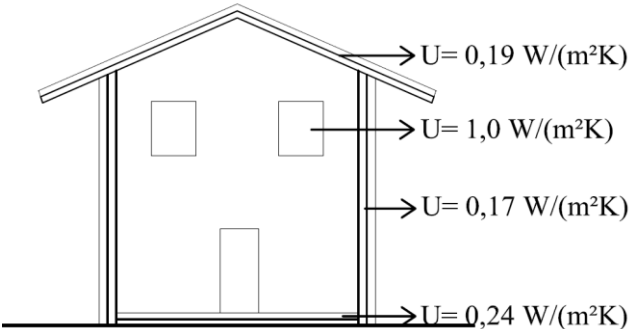
Loblolly House'da Kullanılan Pasif Sistemler			
Yapı Formu Yer Seçimi ve Yönlendirme	Yönlendirme	Kuzey-Güney	
		Doğu-Batı	✓
	Peyzaj ve Bitki Örtüsü		✓
	Bina Formu	Kare	
		Dikdörtgen	✓
Dairesel			
Oval			
Yapı Kabuğu ve Fiziksel Özellikleri	Yalıtım ve U-Değerleri	Dış Duvar	0,18
		Döşeme	0,092
		Çatı	0,92
		Pencere	1,1
	Yerel Malzeme Kullanımı		✓
Güneş Kontrol Sistemleri ve Doğal Aydınlatma	Güneş Kırıcılar		✓
	Doğal Aydınlatma Çözümleri	Işık Tüpü	
		Çatı Penceresi	
Doğal Havalandırma	Rüzgar Bacası		
	Rüzgar Kepçesi		
	Trombe Duvarı		
	Galeri ve Atrium		
	Çift Cidarlı Cephe		
	Çapraz Havalandırma	✓	
Isıtma ve Soğutma	Pasif Isıtma Sistemleri	Trombe Duvarı ile Isıtma	
		Kış Bahçesi ve Sera	
		Çakıl Yatağı	
		Çatı Havuzu	
		Su Duvarı	
	Pasif Soğutma Sistemleri	Işınimsal Soğutma Sistemleri	
		Evaporatif Soğutma Sistemleri	
		Toprak Kaynaklı Soğutma Sistemleri	

Tablo 4.8 Loblolly House’da Sürdürülebilir Tasarım Kriterleri

Loblolly House Sürdürülebilir Tasarım Kriterleri				
Planlama	Arazinin Topoğrafyası	Bina Formu	Kare	
			Dikdörtgen	✓
		Yönlendirme	Dairesel	
			Oval	
	İç Mekan Organizasyonu	Atrium Kullanımı		
		Esnek Mekanların Kullanımı		✓
		Sirkülasyon Çözümü	Yapının Dışında	
			Yapının İçinde	
Yapının İç ve Dışında	✓			
Yapı Elemanları ve Yapı Kabuğu Tasarımı	Yerel Malzeme Kullanımı		✓	
	Modern Yapım Sistemi Kullanımı		✓	
	Isı, Ses, Yangın Yalıtımı		✓	
	Geri Dönüşümlü Malzeme Kullanımı		✓	
	Prefabrikasyon Kullanımı		✓	
İklim	Sıcak İklim Bölgesi			
	Ilıman İklim Bölgesi		✓	
	Soğuk İklim Bölgesi			
Enerji	Pasif	Pasif Isıtma Sistemi Kullanımı		
		Pasif Soğutma Sistemi Kullanımı		✓
		Doğal Havalandırma Kullanımı		✓
		Güneş Kontrol Elemanı Kullanımı		✓
		Doğal Aydınlatma		✓
	Aktif	Mekanik Isıtma-Soğutma		✓
		PV Panel Kullanımı		
Peyzaj	Yapı İklimlendirmesinde Kullanımı		✓	
Passive Haus Sertifikası				

4.3 Rauch Hause

Tablo 4.9 Rauch House yapı künyesi

Planlama Periyodu: 2004-2008 İnşaat Periyodu: 2006-2008(18ay)
Yeri: Schins, Avusturya 47 °36'15.95"K 
Yapının Strüktür Tipi: Yığma Kagir
Yapım Amacı: Konut
Tasarım Ekibi Mimari Tasarım: Martin Rauch, Schlins and Roger Boltshauser, Zurich
Teknik Bilgiler Bina toplam alanı : 200m ² Kat adedi: 3
Yapının Özellikleri: Passive House Sertifikası, Çevre dostu malzeme ve konstrüksiyon, Güneş panelleri, Pasif güneş kontrolü, Jeotermal
Isı katsayıları: 

4.3.1 Genel Özellikler



Şekil 4.36 Rauch Hause dış görünüşü (House Rauch, bt)

Martin Rauch, 35 sene önce başlayan çalışmalarının başından bu yana malzeme olarak çamurla çalışmıştır. Geçmiş 30 yıl boyunca Avusturya, Almanya, İtalya ve İsviçre’de gerçekleştirdiği binalar, onun bu malzemedeki yoğun estetik ve teknik buluşuna şahitlik etmektedir. Roger Boltshauser ve Martin Rauch 2002’de, kültürel miras statüsünde olan Zürih’teki açık hava spor alanı olan Sihlhölzli’ye ek olarak iki yeni kerpiç bina için bir araya gelmiştir. Bolthausen’in soyut ve minimalist düzgün dili ile özellikleri bu projede birbirini mükemmel bir biçimde tamamlamıştır (Drexler ve El Klouli, 2012).

Martin Rauch, ailesinin olduğu yerde, kendisi için kerpiçten bir evi 35 yıllık bir tecrübenin özeti olarak inşa etme fikrini geliştirdiğinde, Boltshauser onun için ideal bir ekip arkadaşı olmuştur. Martin Rauch sadece müşteri ve tasarımcı rolünde değil; kendi firması ile aynı zamanda uygulayıcı olmuştur. Ev, iki mimarın yoğun işbirliği ile iki yılda oluşturulmuştur. İlk modeller yüksek heykel kalitesinde bir bina ortaya çıkarmıştır. Binada yapı malzemesi olarak büyük ölçüde toprak malzeme

kullanılmıştır. Değişik ölçülerde çalışma yapılan çamur modeller ile evin ifade edilen estetik biçimi, tasarımın tanımlanabilir faktörlerini ortaya çıkarmıştır.

Kazılarak çıkarılan toprak malzeme 0 – 30mm boyutlarındaki taneler halinde elenmiştir; çeşitli işleme teknikleri uygulanarak, malzeme duvar, şömine, döşeme üretecek hale getirilmiştir. Kerpiçten yapılmış, 45 cm kalınlığındaki dış duvarlar, mekanik olarak sıkıştırılan basınca dayanıklı kalıptan yapılmış bloklardan oluşmaktadır (Drexler ve El Klouli, 2012).



Şekil 4.37 Yapıda doğal malzeme kullanımı (Rammed earth House Rauch / Boltshauser Architekten, bt)

Toprakla buluşma noktasında olan temeldeki elemanlar, kireç ve çakıl katkılı kerpiç beton (Roman Betonu) içermektedir. Pencere ve kapıların üst pervazları kireç ile kuvvetlendirilmiş kerpiçten yapılmıştır. Yapıda membran ya da yapay katkılı yalıtım malzemesi kullanılmamıştır. Sadece arsanın eğimli tarafında inşa edilen arka duvarlarda köpük katkılı yalıtım katmanı kullanımı gerekmiştir. Camlar için, nemli havalarda genişleyerek pencere çerçevesinde hava ve su geçirmezliği sağlayan ince taneli çamur kullanılırken, çatı ziftli kaplama ile su geçirmez hale getirilmiştir. Yaşama alanlarındaki dış duvarların iç kısmı 5-7 cm. kalınlığında çok katmanlı

kamış ve 3cm. kalınlığında çamur sıva ile kaplanmıştır. 10m. ykseklisindeki merdiven hem i hem de dışta kerpiç duvarla kaplıdır. Merdiven basamakları kireçli toprak malzemesi içermekle beraber, cilalanmış ve dış duvarın içine girmiş bir şekildedir (Drexler ve El Klouli, 2012). Tavanda kerpiç malzeme ile birlikte ahşap elemanlar da kullanılmıştır.

Girişte, tuğlalar tonozlu tavan şeklinde birleştirilirken, kalan alanlarda bölgeden sağlanan köşeli sert kereste ve kerpiç kullanılarak volta döşemeli tavan yapılmıştır. Etkin ses izolasyonu için çakıl ve kireç birleşimi kullanılmıştır. st katlarda, zemin kaplaması 12cm.kalınlığında kerpiçten oluşmaktadır. Zemin kattaki giriş alanı ve banyolardaki zemin, Marta Rauch'un ürettiği, oğlu Sebastian tarafından geliştirilen bilgisayar dizaynlı ipek baskı işlemleri, Raku fayansları ile kaplanmıştır.(şekil 4.38)



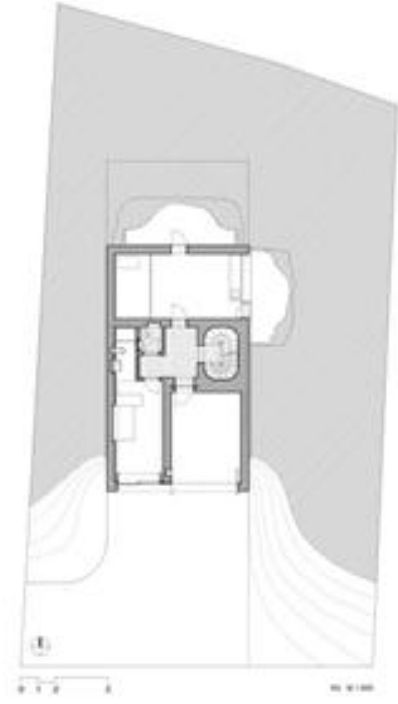
şekil 4.38 Alt kat malzeme dokusu (Rammed earth House Rauch / Boltshauser Architekten, bt)

Rauch Hause aile için konut olarak tasarlanmıştır. 3 kattan oluşan bu yapı, giriş cephesinde 3 katlı görünürken, arka cephede arazi eğiminden kaynaklı olarak 2 katlı görünmektedir. Zemin katın arka cephede kalan kısmı toprak altında

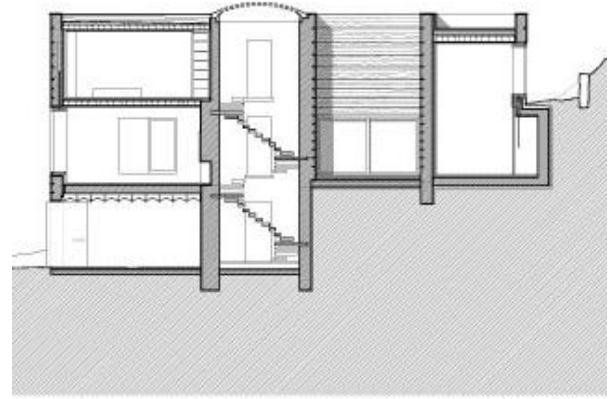
tasarlanmıştır. Yapı planı incelenecek olursa, genel olarak tüm ailenin ortak kullanımına açık mekanlar giriş katında konumlandırılmıştır. Giriş katında, giriş holü, mutfak, yemek odası, yaşam alanı gibi mekanlar vardır. Üst katlara çıkıldığında bireysel mekanlarla karşılaşmaktadır. Misafir yatak odaları, çalışma odası, yatak odası ve banyolar 1. ve 2. katlarda yer almaktadır. 2. kat planında çeşitli içe çekilmeler yapılmış ve bu sayede cepheye hareket kazandırılmıştır.



Şekil 4.39 İç mekanda tavanda ahşap kullanımı (Rammed earth House Rauch / Boltshauser Architekten, bt)



Şekil 4.40 Giriş katı, 1. kat planı (Rammed earth house, Rauch family home, bt)



Şekil 4.41 3. kat planı ve boyuna kesit (Rammed earth house, Rauch family home, bt)

4.3.2 Pasif Sistemlerin Yapı Bileşeninde Kullanımı

Rauch Hause, bulunduğu bölgede kolay ulaşılabilir olan malzemeler kullanılarak çevre dostu bir yapı olarak tasarlanmıştır. Kaynakların sorumlu kullanımına saygı duyması konusunda Racuh House bir örnektir. Bina ne yenilenemeyen kaynak kullanmaktadır ne de çöp üretmektedir. Fakat yine de konvansiyonel ve ahşap binalara kıyasla ısıtma enerjisi gereksinimi daha yüksektir.

Yerleşim, enerjiyi etkin kullanmaya yönelik düşünülmüştür. Yapının soğuk alabileceği kuzey cephesi, bitümlü su yalıtımı yapılarak 2 kat toprak altına gömülmüştür. Güney cephesi ise maksimum güneşten yararlanacak biçimde 3 kat yüksekliğinde tasarlanmıştır.

Havalandırma sisteminde, ısınan havanın yükselip yer değiştirme prensibinden yararlanılarak yıl boyu aktif çalışacak doğal havalandırma sistemi tasarlanmıştır. Bu sistemde kerpiç duvarların nem emiciliği büyük rol oynamaktadır. Merdiven kovanında ve bazı duvarlarda açılan oyuklar ile mekana her daim gün ışığı alınabilmektedir.

4.3.2.1 Çevre Dostu Malzeme ve Yalıtım

Binanın kaynak konsepti, tamamen doğal malzemeler üzerine oturtulmuştur. Neredeyse tüm malzemeler binanın lokasyonundaki sahadan ya da maksimum 50 km uzaktan temin edilmiştir. Cam yünü, dış duvarların toprakla ve çatıyla buluştuğu noktalarda kullanılan ziftli kaplama ve çimento haricindeki tüm bina malzemeleri doğal malzeme kaynaklarının bir parçasıdır. Kompozit malzemelerin kullanımından kesin bir şekilde kaçınılmıştır ve malzemelerin %90'ı güvenli bir şekilde geri dönüşebilen ya da doğada basitçe çözünebilen malzemelerdir. Binayı işletmek için gerekli olan enerji tüketimini azaltmak için, iç iklimlendirme, mimari ve pasif ölçümlerle optimize edilmiştir (Drexler ve El Klouli, 2012).



Şekil 4.42 Rauch Evi'nde doğal yapı malzemelerinin kullanımı (Fotoğraf: Beat Bühler)

4.3.2.2 Yerleşim ve Güneş Kontrolü

Yapı, uzun cephesi doğu-batı doğrultusunda olacak şekilde konumlanmıştır. Arazinin eğimine göre bir tasarım yapılmıştır. Bu tasarıma göre önden 3 katlı görünen bina, arka cephe olarak adlandırılan kuzey cephesinden ise tek katlı görünmektedir. Diğer 2 kat toprak altına gömülmüş ve çeşitli bitümlü su yalıtımları yapılmıştır. Kuzey cephesinde 2 kat toprak altında kaldığı için kuzeyden gelebilecek soğuk engellenmiştir. En fazla yüzey alanına sahip cephe güney cephesidir. Bu cephede aynı zamanda bir teras bulunmaktadır. Kuzey cephesinde de yine teras olarak kullanılabilir bir alan tasarlanmıştır. Hava değişimi ve farklı iklimlere göre farklı zamanda kullanım sağlamaktadırlar. Batı cephesinde doğu cephesine kıyasla daha fazla açıklık bulunmaktadır (Drexler ve El Klouli, 2012).



Şekil 4.43 Batı cephesi, Güney cephesi (Rammed earth house, Rauch family home, bt)



Şekil 4.44 Doğu cephesi, Kuzey cephesi (Rammed earth house, Rauch family home, bt)

4.3.2.3 Havalandırma

Rauch Evi'nde, toprağın higroskopik özellikleri bütün yıl boyunca konforlu bir iç iklim yaratmaktadır. Lucerne School of Engineering and Architecture okulunda yapılan bir çalışmaya göre, konvansiyonel binalara kıyasla, kerpiç duvarların emiciliği, kışın bağıl nemde artış, yazın ise hava neminde ciddi bir azalma sağlamaktadır. Bu sebeple kerpiç duvarlar, tüm mevsimler boyunca dengeli bir iç iklim sağlamaktadır. İlaveten, binanın tüm aksları boyunca aktif hale getirilen çapraz havalandırma, yazın konforu artırmak üzere kullanılmaktadır. Terasların kuzeydoğu ve güneybatıya yerleştirilmesi ile, öğleden sonra bu iki dış alan arasında farkedilir bir sıcaklık farkı olması sağlanmıştır. Güneydeki terastan ısınarak havanın yükselmesi ile birlikte, kuzeydeki açıklıktan binanın içine soğuk hava, soğutma etkisi yaratarak

alçalır. Sıcak ve soğuk avluları bir arada kullanma prensibi, rüzgarsız sıcak yaz aylarında bile sabit hava sirkülasyonu sağlamak üzere, geleneksel Arap avlu evlerinden örnek alınmıştır (Drexler ve El Klouli, 2012).

4.3.2.4 Aydınlatma

Rauch evinde tüm cephelerden belirli derecelerde doğal ışık alınmaktadır. Bina içerisinde yapay ışığa gündüzleri ihtiyaç duyulmamaktadır. Yapıdaki en önemli aydınlatma detaylarından birisi, yüzeye açılan deliklerden ışığı bir huzme şeklinde içeri alıp, mekanda gölge oluşturulmasıdır. Bu delik gruplarından ilki iç mekanda kuzey yönünde açılan deliklerdir (Şekil 4.45). Bu delikler sayesinde iç mekanda holde aydınlatma ve gölge oluşturulmaktadır.



Şekil 4.45 Merdivende açılan aydınlatma delikleri (Rammed earth house, Rauch family home, bt)

Bir diğer aydınlatma deliği grubu ise merdiven kovasının üzerinde bulunan kubbemsi tavanın üzerinde bulunmaktadır. Bu alandaki aydınlatmanın düzenlenme prensibi, Türk hamamlarındaki kubbeye açılan fil gözü aydınlatma deliklerine benzetilebilir. Burada yaratılan ışık huzmesinin en alt kota kadar taşınması için merdiven basamaklarına da delikler açılmıştır (Şekil 4.46).



Şekil 4.46 Merdiven kovasının üstündeki doğal aydınlatma ve iç mekan duvarı (Rammed earth house, Rauch family home, bt)

Tablo 4.10 Rauch House U-değerleri ve malzeme tablosu (Holistik Housing, Hans Drexler, Sebastian El Kauri,2012)

Rauch House	Dış Duvar	Çatı	Zemin döşemesi	Pencere
U-Değeri	0,17 W/(m ² K)	0,19 W/(m ² K)	0,24 W/(m ² K)	1,0 W/(m ² K)
Malzeme	-2,2cm.OSB -20cm. yalıtım -4cm.boşluk -4,5cm. ahşap kaplama malzemesi	-2,2cm.OSB -36cm. yalıtım -4cm. boşluk -2 cm. ahşap kaplama malzemesi	-2,2cm. OSB -36cm. yalıtım -4cm. boşluk -2cm. ahşap kaplama malzemesi	

Tablo 4.11 Rauch House'da kullanılan pasif sistemler


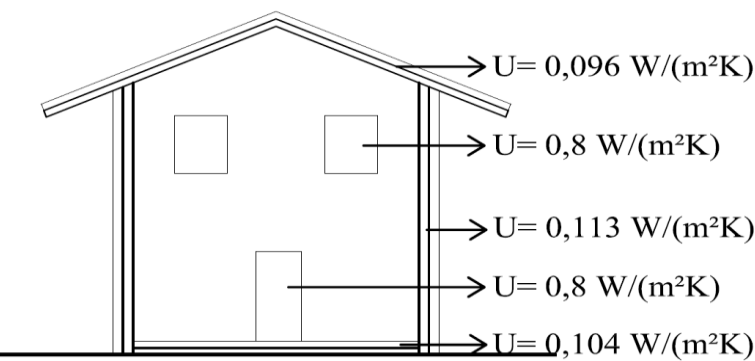
Rauch House'da Kullanılan Pasif Sistemler			
Yapı Formu Yer Seçimi ve Yönlenme	Yönlenme	Kuzey-Güney	✓
		Doğu-Batı	
	Peyzaj ve Bitki Örtüsü		
	Bina Formu	Kare	
		Dikdörtgen	✓
Dairesel			
Oval			
Yapı Kabuğu ve Fiziksel Özellikleri	Yalıtım ve U-Değerleri	Dış Duvar	0,17
		Döşeme	0,24
		Çatı	0,19
		Pencere	1,0
	Yerel Malzeme Kullanımı		✓
Güneş Kontrol Sistemleri ve Doğal Aydınlatma	Güneş Kırıcılar		
	Doğal Aydınlatma Çözümleri	Işık Tüpü	✓
		Çatı Penceresi	
Doğal Havalandırma	Rüzgar Bacası		
	Rüzgar Kepçesi		
	Trombe Duvarı		
	Galeri ve Atrium	✓	
	Çift Cidarlı Cephe		
	Çapraz Havalandırma	✓	
Isıtma ve Soğutma	Pasif Isıtma Sistemleri	Trombe Duvarı ile Isıtma	
		Kış Bahçesi ve Sera	
		Çakıl Yatağı	
		Çatı Havuzu	
		Su Duvarı	
	Pasif Soğutma Sistemleri	Işınimsal Soğutma Sistemleri	
		Evaporatif Soğutma Sistemleri	✓
		Toprak Kaynaklı Soğutma Sistemleri	

Tablo 4.12 Rauch House’da sürdürülebilir tasarım kriterleri

Rauch House Sürdürülebilir Tasarım Kriterleri				
Planlama	Arazinin Topoğrafyası	Bina Formu	Kare	
			Dikdörtgen	✓
			Dairesel	
			Oval	
	Yönlendirme	Kuzey-Güney	✓	
		Doğu-Batı		
	İç Mekan Organizasyonu	Atrium Kullanımı		✓
		Esnek Mekanların Kullanımı		
Sirkülasyon Çözümü		Yapının Dışında		
		Yapının İçinde	✓	
Yapının İç ve Dışında				
Yapı Elemanları ve Yapı Kabuğu Tasarımı	Yerel Malzeme Kullanımı		✓	
	Modern Yapım Sistemi Kullanımı			
	Isı, Ses, Yangın Yalıtımı		✓	
	Geri Dönüşümlü Malzeme Kullanımı		✓	
	Prefabrikasyon Kullanımı			
İklim	Sıcak İklim Bölgesi			
	İlman İklim Bölgesi		✓	
	Soğuk İklim Bölgesi			
Enerji	Pasif	Pasif Isıtma Sistemi Kullanımı	✓	
		Pasif Soğutma Sistemi Kullanımı	✓	
		Doğal Havalandırma Kullanımı	✓	
		Güneş Kontrol Elemanı Kullanımı		
		Doğal Aydınlatma	✓	
	Aktif	Mekanik Isıtma-Soğutma		
		PV Panel Kullanımı		
Peyzaj	Yapı İklimlendirmesinde Kullanımı			
Passive Haus Sertifikası				

4.4 Denby Dale House

Tablo 4.13 Denby Dale House yapı künyesi

İnşaat Başlangıcı: 2009
Tamamlanması: 2010
Yeri: Denby Dale, Batı Yorkshire 53 °34'24.22"K 
Yapının Strüktür Tipi: Yığma Yapı
Yapım Amacı: Konut
Tasarım Ekibi Mimari Tasarım: Derrie O'Sullivan
Teknik Bilgiler Bina taban alanı : 118 m ² Kat adedi: 2
Yapının Özellikleri: Doğa dostu malzeme, yönlenme, yalıtım, güneş panelleri
Isı katsayıları  <ul style="list-style-type: none">→ U= 0,096 W/(m²K)→ U= 0,8 W/(m²K)→ U= 0,113 W/(m²K)→ U= 0,8 W/(m²K)→ U= 0,104 W/(m²K)

4.4.1 Genel Özellikler



Şekil 4.47 Denby Dale House dış görünüş (Denby Dale Passivhaus, bt)

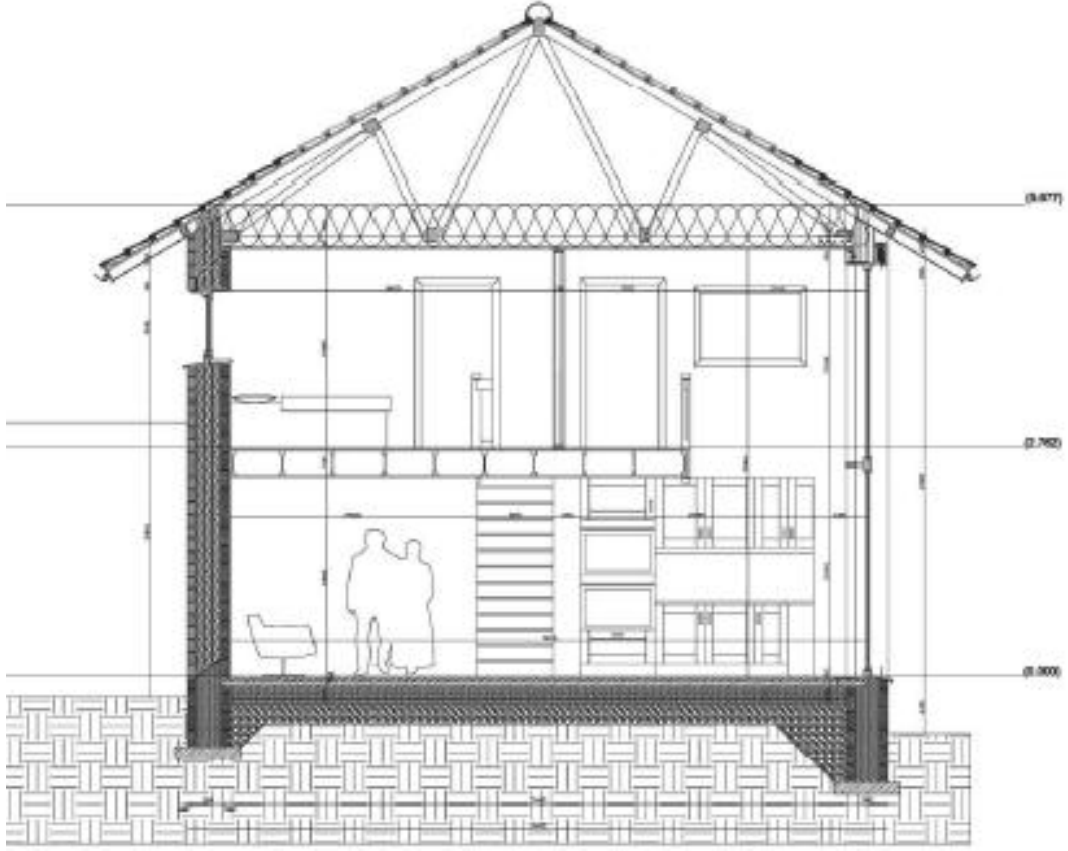
Denby Dale House fikri, 2007 senesinin başlarında emekli ev sahiplerinin Green Building Store 'a kendileri için enerji etkin bir ev yapmalarını istemeleri sonucunda oluşmuştur. Yapı, 3 yatak odalı, 118 m² kullanım alanına sahip müstakil ev olarak tasarlanmıştır. Denby Dale, İngiltere Batı Yorkshire'da bulunan ufak bir kasabadır ve yapı ismini bu küçük kasabadan almaktadır. Tasarımcı ekibe bölge planlama otoritesi tarafından sunulan yapım yöntemlerinden, yığma yapı yöntemi seçilmiştir. Bunun temel nedenleri olarak tasarımcı ekibin bu yapım yöntemine aşina olması ve yerel malzemelerin bu yöntemde kullanılabilir olması sayılabilmektedir. Ayrıca çift duvar kullanmanın ekonomikliği ve bu sistemin termal kütle yaratmaktaki faydaları da göz önünde bulundurulmuştur. Yığma duvarda Passivehaus standartlarına ulaşmak için 0,12W/m²K 'den düşük U-değerine ulaşmak gerekmektedir. Yapı tasarlanırken, yüksek enerji performansı oluşturabilmek için Passivehaus Enstitüsü'nün tasarım kriterleri dikkate alınmıştır. Bu yapıda termal konfor sağlamak için 2 duvar arasında mineralli yün yalıtım malzemesi kullanılmıştır. Bu boşluğun yalıtım malzeme ile

doldurulması ısı geçişini ve ısı kaybını engellemektedir. Bazalt malzemeden duvar bağlantıları yapılarak yığma duvarlarda oluşabilecek ısı köprüleri azaltılmış olmaktadır (Denby Dale Passivhaus, bt).



şekil 4.48 Denby Dale House yığma duvar kesiti (Denby Dale Passivhaus, bt)

Denby Dale House 2 kattan oluşmaktadır. Giriş katında mutfak, yaşama alanı ve çalışma odası bulunmaktadır. st katta ise alt kattaki yaşama alanına bakan bir galeri,  yatak odası ve bir banyo bulunmaktadır. Yapı kompakt bir biçimde tasarlanmıştır. Eve ek olarak tasarlanan bir garaj bulunmaktadır. Gara ja ev içerisinden ulaşım bulunmamaktadır. Yapı çatısı ise ahşap elemanlardan oluşan beşik çatı biçimindedir.



Şekil 4.51 Denby Dale evi kesit (Denby Dale Passivhaus, bt)

4.4.2 Pasif Sistemlerin Yapı Bileşeninde Kullanımı

Denby Dale House İngiltere’de yapılmış yüksek yalıtım değerlerine sahip müstakil konut yapısıdır. Kareye yakın kompakt bir forma sahip olan evde, kapı ve pencere açıklıkları ve yönleri Passivhaus standartlarına uygun olarak belirlenmiştir (Denby Dale Passivhaus, bt).

Yapının doğu ve kuzey cepheleri rüzgara ve soğuğa karşı korunaklı tasarlanırken, batı ve güney cepheleri hem ışığı alan hem de gün ışığından faydalanan biçimde tasarlanmıştır.

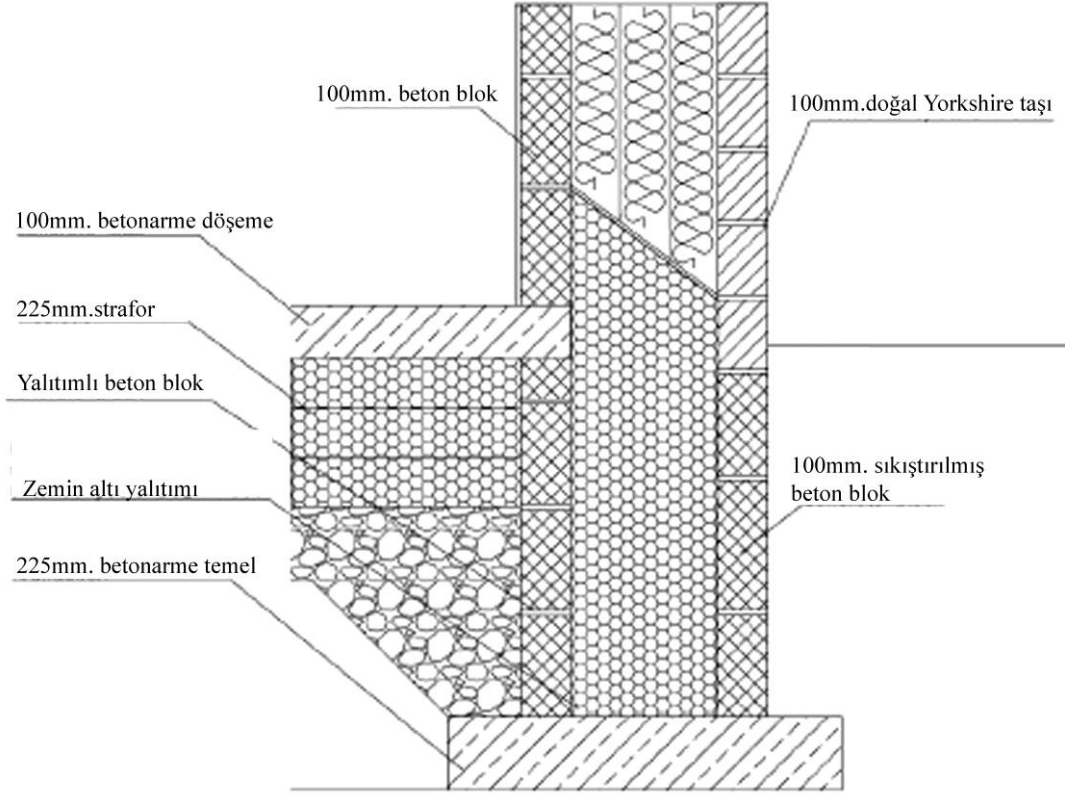
Güneşin geliş açısına ve yönlerine uygun olarak cephe açıklıkları ve boyutları belirlenen Denby Dale House'da güney cephesinde doğal ışık alımı için iki kat yüksekliğinde üç camlı açıklık tasarlanmıştır. Aynı zamanda bu açıklıklar hareketli jaluziler yardımıyla kontrol altında tutulmaktadır. Isıtma ve soğutma, mekanik sistemlerle sağlanmaktadır.

4.4.2.1 Çevre Dostu Malzeme ve Yalıtım

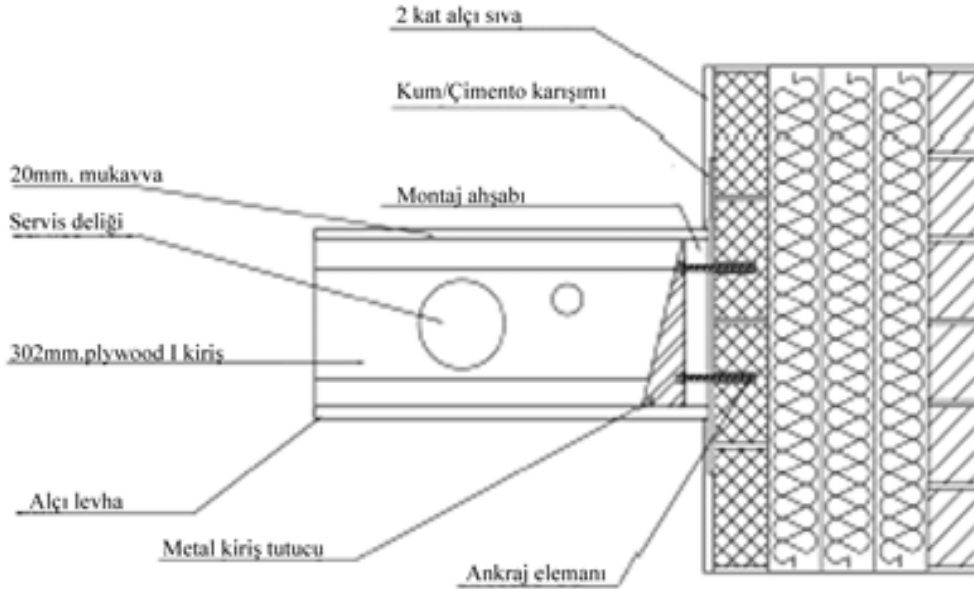
Denby Dale House, standart İngiliz duvar yapısı ile üretilen düşük enerjili Passivhaus kriterlerinin ve yapım sisteminin kombinasyonunda öncülük etmiştir. Aynı zamanda UK'nin ilk yığma duvarlı Passivhaus'udur. Yığma duvarın, Passivhaus standartlarını yakalayabilmesi için bina ekibi çeşitli tasarım detayları geliştirmek durumunda kalmıştır (Denby Dale Passivhaus, bt).

İngiltere'deki Batı Yorkshire bölgesinde bulunan Denby Dale kasabasında, yapım sistemlerinde yaygın olarak o bölgeden çıkan kumtaşı kullanılmaktadır. Bölgede doğal yapı malzemesi kullanımı ve yapım sistemleri teknikleri, planlama otoriteleri tarafından belirli kurallar çerçevesinde sınırlandırılmıştır. Denby Dale evi duvarlarında yığma duvar sistemi kullanılmış, ve bu sistem içerisinde kumtaşı, bazalt ve mineralli yün yalıtımı tercih edilmiştir.

Dış duvarlarda toprak seviyesinin üstünde sırasıyla doğal Yorkshire taşı, yalıtım katmanı ve iç yüzeyde beton bloklar kullanılmaktadır. Toprak altında kalan kısımda ise dış duvarda Yorkshire taşı yerine aynı kalınlıkta sıkıştırılmış beton bloklar kullanılmıştır. Dış duvarların U-değeri $0,113 \text{ W}/(\text{m}^2\text{K})$ olarak belirtilmektedir (Denby Dale Passivhaus, bt).. 1. kat zemin döşemesinde ise taşıyıcı olarak 302mm. yüksekliğinde ahşap I kirişler kullanılmıştır. Bu elemanların altlarına mukavva konulduktan sonra alçı levha ile tavan oluşturulmuştur. Kirişlerin üzerlerine yine mukavva kapatılmıştır. Mukavvanın üzerine ise mekana göre seramik ya da ahşap rabita kaplanmıştır. Zemin döşemesinde ise üstten alta sırasıyla; 100mm. betonarme döşeme, 225mm. strafor, yalıtımlı beton blok kullanılmıştır (Şekil 4.52). Zemin kat döşemesi U-değeri $0,104 \text{ W}/(\text{m}^2\text{K})$ 'dir (Denby Dale Passivhaus, bt).



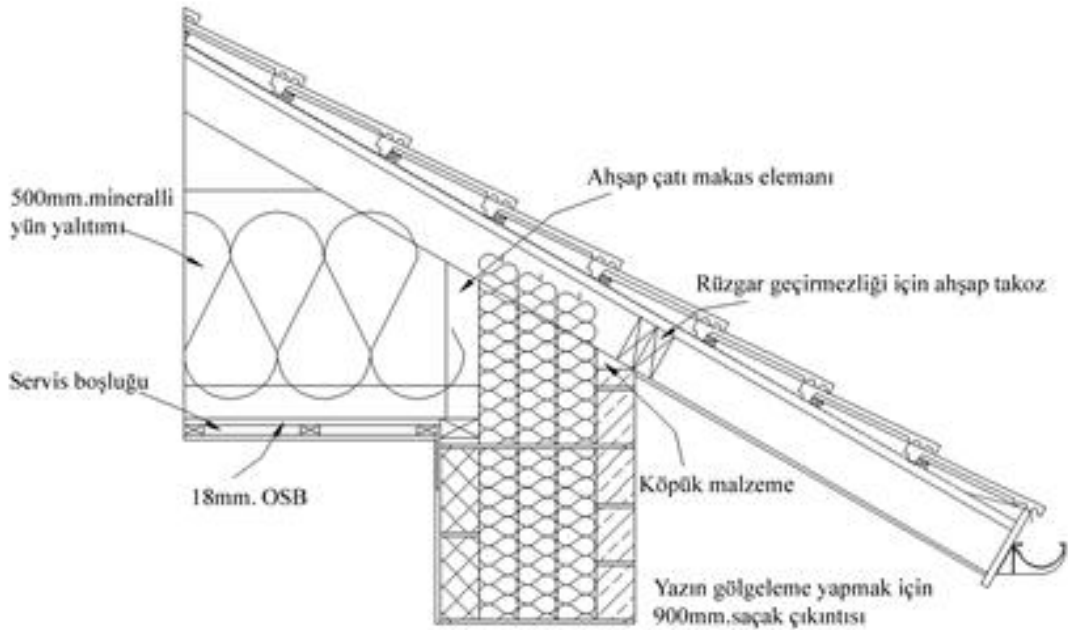
Şe kil 4.52 Dış duvar katmanları (Denby Dale Passivhaus, bt)



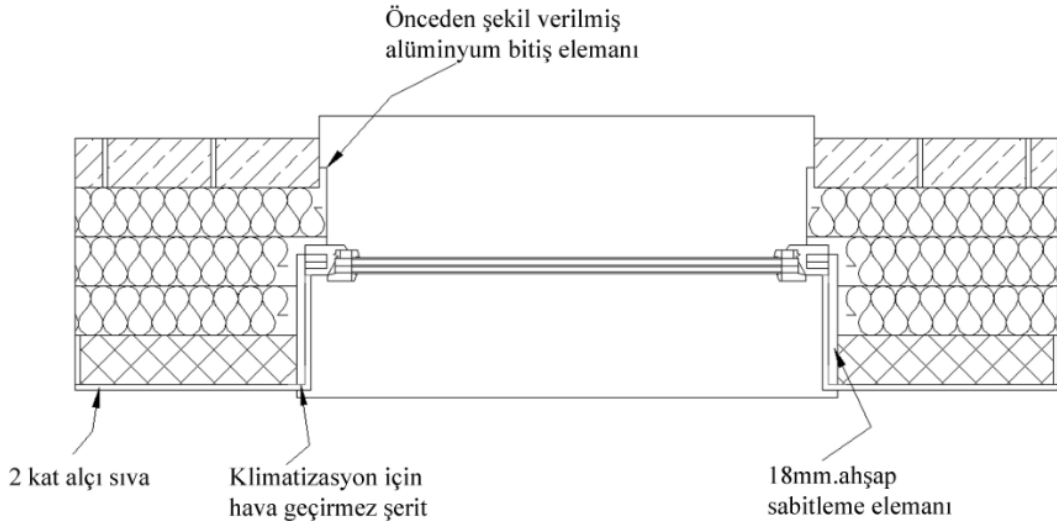
Şe kil 4.53 1. kat zemin döşemesi kesiti (Denby Dale Passivhaus, bt)

Pencere ve kapılar evlerdeki ısı kaçışlarındaki en önemli yapı bileşenleridir. İyi yalıtılmamış, hava geçirim testleri yapılmamış, doğrama detayları ve duvar birleşimleri çözülmemiş kapı ve pencere elemanları dolayısıyla yapılarda çok büyük ısı kaçışları olabilmektedir. Bu nedenle Denby Dale evinde de bu unsurlar göz önünde tutularak içi argon gazı takviyeli 3 camlı pencere elemanları kullanılmıştır. Kapı montaj detaylarında ısı kaçışını engelleyecek detaylar yapılmıştır. Bunların sonunda pencere ve kapılarda U-değeri $0,8W/(m^2K)$ sağlanmıştır (Denby Dale Passivhaus, bt).

Denby Dale Evi'nin çatısı ahşap makas elemanlarından oluşan soğuk çatı örneğidir. Çatıda ahşap makaslar, membran yalıtım malzemesi, 500mm. kalınlığında mineral esaslı yün yalıtım malzemesi, 18mm. OSB, 15mm. alçıpan kullanılmıştır. Çatının U-değeri $0,096W/(m^2K)$ olarak belirtilmektedir (Denby Dale Passivhaus, bt).



Şekil 4.54 Çatı detayı (Denby Dale Passivhaus, bt)



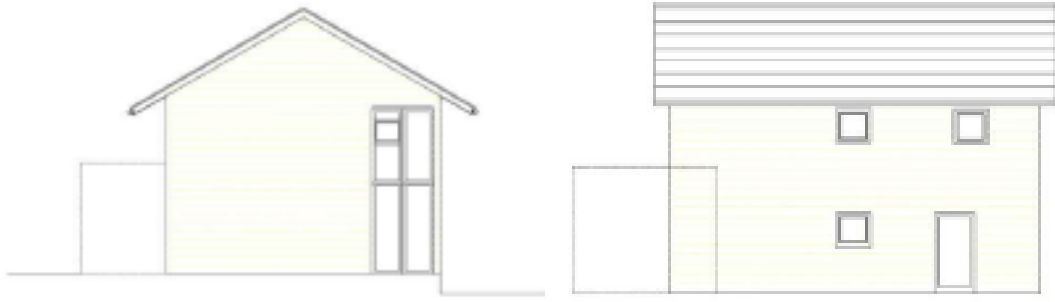
Şekil 4.55 Denby Dale Evi çatı detayı (Denby Dale Passivhaus, bt)

4.4.2.2 Yerleşim ve Güneş Kontrolü

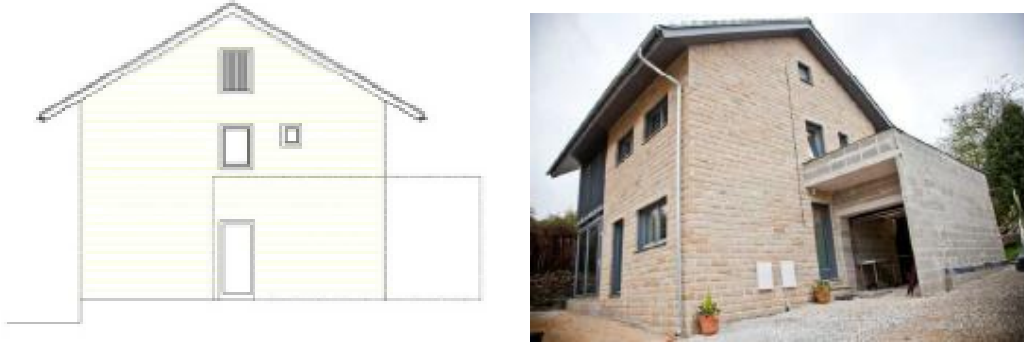
Denby Dale House kareye yakın dikdörtgen planlı kompakt tasarlanmış, açıklıkları Passivhaus standartlarına göre optimize edilmiş, uzun kenarı doğu-batı doğrultusunda olan 2 katlı, yol kenarında bir yapıdır. Yapının yola bakan cephesi güney cephesidir. Yapıya giriş, doğu cephesinden yapılmaktadır. Ayrıca bu cephede garaj girişi de bulunmaktadır. Bir diğer iç dış bağlantısını sağlayan kapı da kuzey cephesinde bulunmaktadır. Kuzeyde en az açıklık bulunmaktadır.

Güney cephesi ise evin en çok ışık alan, güneşten yararlanan cephesidir. Ayrıca çatının bu yönde eğim kazandığı yüzeyine de PV paneller yerleştirilmiştir. Bu cephede galeri boyunca 2 kat yüksekliğinde, döşmeden döşemeye 3 katmanlı cam bulunmaktadır.

Yapı kuzey, doğu ve batıdan belirli ölçülerde gün ışığı alırken, güney cephesinde geniş açıklıklarla büyük oranda ışık almaktadır. Ayrıca yapıdan uzanan çatı saçağı sayesinde yazın dik gelen güneş ışınlarından korunmak mümkün olabilmektedir. Kışın ise zaten eğik ve zayıf olan gün ışığı içeri mekanlara süzlebilmektedir.



Şekil 4.56 Denby Dale Evi batı cephesi, kuzey cephesi (Denby Dale Passivhaus, bt)



Şekil 4.57 Denby Dale Evi doğu cephesi (Denby Dale Passivhaus, bt)



Şekil 4.58 Denby Dale Evi güney cephesi (Denby Dale Passivhaus, bt)

4.4.2.3 Isıtma-Soğutma ve Havalandırma

Isıtma, şehir şebeke gazı kullanan kazanla sağlanmaktadır. Alan ısıtma ihtiyacı - 10 derecede 1,18 kWh/m²a olarak hesaplanmıştır. Su ısıtma dahil toplam ısıtma ihtiyacı ise 3kWh/m²a olarak hesaplanmıştır. Fakat; bulunabilen en küçük gazlı kazan 4.8kWh/(m²a) ısıtma kapasiteli olmuştur. Su hacmi esas alınarak kazan için uygun kapasite yaratabilmek için, 1 radyatör, 2 havlupan ve MVHR (Mechanical ventilation and heat recovery system) sistemi için 1 adet kanal tipi ısıtıcı kullanılmıştır. Sistemde, şehir şebeke gazı kullanan yoğuşmalı kazan kullanılmıştır. Yapının kullanıcısı tarafından düzlem güneş kolektörleri eklenmiştir (Denby Dale Passivhaus, bt).

Havalandırma, bir binada iç mekan hava kalitesini sağlamak ve iç sıcaklık derecesini korumak açısından pasif yapılardaki en önemli unsurlardan biridir. (Passipedia, n.d). Denby Dale evinde kullanılan MVHR sistemi mekanik havalandırma sağlamaktadır.



Şekil 4.59 Denby Dale Evi'nde kullanılan MVHR sistemi (Denby Dale Passivhaus, bt)

Denby Dale Evi'nde kullanılan MVHR sisteminin %92 enerji verimliliği sağladığı ve %94 e ulaşabileceği PassiveHaus Instutue tarafından kaydedilip onaylanmıştır. Bir yapının pasif ev olabilmesi için enerji verimliliğinin $\geq 75\%$ olması gerekmektedir.(Michael Corran,2012)

4.4.2.4 Aydınlatma

Denby Dale Evi, güney cephesinde tamamiyle gün ışığından faydalanmaktadır. Kuzey, ve doğu cephelerinde ise daha az açıklık olduğundan dolayı yardımcı aydınlatma elemanlarına ihtiyaç duyulabileceği öngörülmektedir. Tüm cephelerdeki pencereler 3 camlı yalıtımlı, ışık geçirgen camlardır.



Şekil 4.60 Denby Dale Evi iç mekan görünüşü (Denby Dale Passivhaus, bt)



Şekil 4.61 Denby Dale Evi iç mekan görünüşü, güney cephesi görünüşü (Denby Dale Passivhaus, bt)

Güney cephesinde yaşama alanı ve üst kat galerisinin bulunduğu cephe 2 kat boyunca cam ile tamamlanmıştır. Bu sayede iç mekanda yaratılan derin ve geniş alanın oldukça aydınlık olması sağlanmıştır. Aynı zamanda bu geniş açıklık yaz aylarında hareketli jaluziler ile kontrol altında tutulabilmektedir. Yine yaz aylarında çatıdaki geniş saçak sayesinde dik gelen güneş ışınlarının iç mekana fazlasıyla girmesi engellenebilmektedir.

Tablo 4.14 Denby Dale House U-değerleri ve malzeme tablosu

Denby Dale	Dış Duvar	Çatı	Zemin döşemesi	Pencere
U-Değeri	0,113 W/(m ² K)	0,096 W/(m ² K)	0,104 W/(m ² K)	0,79 W/(m ² K)
Malzeme	-30cm. yalıtımlı yığma duvar. (İçte yığma blok, dışta taş kaplama)	-50cm.mineralli yün yalıtım -Ahşap konstrüksiyon	-30cm. polystyrene yalıtım - Grobeton döşeme	-Üç camlı ahşap pencere

Tablo 4.15 Denby Dale House'da kullanılan pasif sistemler


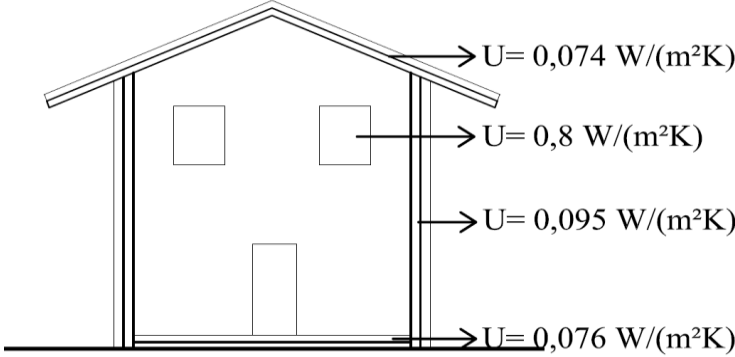
Denby Dale House'da Kullanılan Pasif Sistemler			
Yapı Formu Yer Seçimi ve Yönlenme	Yönlenme	Kuzey-Güney	✓
		Doğu-Batı	✓
	Peyzaj ve Bitki Örtüsü		✓
	Bina Formu	Kare	✓
		Dikdörtgen	
Dairesel			
Oval			
Yapı Kabuğu ve Fiziksel Özellikleri	Yalıtım ve U-Değerleri	Dış Duvar	0,113
		Döşeme	0,104
		Çatı	0,096
		Pencere	0,8
	Yerel Malzeme Kullanımı		✓
Güneş Kontrol Sistemleri ve Doğal Aydınlatma	Güneş Kırıcılar		✓
	Doğal Aydınlatma Çözümleri	Işık Tüpü	
		Çatı Penceresi	
Doğal Havalandırma	Rüzgar Bacası		
	Rüzgar Kepçesi		
	Trombe Duvarı		
	Galeri ve Atrium		✓
	Çift Cidarlı Cephe		
	Çapraz Havalandırma		✓
Isıtma ve Soğutma	Pasif Isıtma Sistemleri	Trombe Duvarı ile Isıtma	
		Kış Bahçesi ve Sera	
		Çakıl Yatağı	
		Çatı Havuzu	
		Su Duvarı	
	Pasif Soğutma Sistemleri	Işınimsal Soğutma Sistemleri	
		Evaporatif Soğutma Sistemleri	
		Toprak Kaynaklı Soğutma Sistemleri	

Tablo 4.16 Denby Dale House’da sürdürülebilir tasarım kriterleri

Denby Dale House Sürdürülebilir Tasarım Kriterleri				
Planlama	Arazinin Topoğrafyası	Bina Formu	Kare	✓
			Dikdörtgen	
			Dairesel	
			Oval	
		Yönlendirme	Kuzey-Güney	✓
	Doğu-Batı		✓	
	İç Mekan Organizasyonu	Atrium Kullanımı		
Esnek Mekanların Kullanımı				
Sirkülasyon Çözümü		Yapının Dışında		
		Yapının İçinde	✓	
	Yapının İç ve Dışında			
Yapı Elemanları ve Yapı Kabuğu Tasarımı	Yerel Malzeme Kullanımı		✓	
	Modern Yapım Sistemi Kullanımı		✓	
	Isı, Ses, Yangın Yalıtımı		✓	
	Geri Dönüşümlü Malzeme Kullanımı			
	Prefabrikasyon Kullanımı			
İklim	Sıcak İklim Bölgesi			
	İlman İklim Bölgesi		✓	
	Soğuk İklim Bölgesi			
Enerji	Pasif	Pasif Isıtma Sistemi Kullanımı		
		Pasif Soğutma Sistemi Kullanımı		
		Doğal Havalandırma Kullanımı		
		Güneş Kontrol Elemanı Kullanımı		✓
		Doğal Aydınlatma		✓
	Aktif	Mekanik Isıtma-Soğutma		✓
		PV Panel Kullanımı		✓
Peyzaj	Yapı İklimlendirmesinde Kullanımı		✓	
Passive Haus Sertifikası			✓	

4.5 The Larch House

Tablo 4.17 The Larch House yapı künyesi

İnşaat Başlangıcı: 1 Mart 2010 Tamamlanması: 1 Ağustos 2010
Yeri: Ebbw Vale, Blaenau Gwent, Wales, İngiltere 51 °46'35.08"K 
Yapının Strüktür Tipi: Ahşap Karkas Sistem
Yapım Amacı: Konut
Tasarım Ekibi Mimari Tasarım: Bere Architects
Teknik Bilgiler Bina taban alanı : 86,72m ² Kat adedi: 2
Yapının Özellikleri: Pasif ısıtma/soğutma, Yalıtım, 3 katmanlı cam, Mekanik havalandırma ve ısı geri kazanımı, Düşük enerjili LED aydınlatma, PV panelleri ve solar termal paneller, Yağmur suyu depolama
Isı katsayıları: 

4.5.1 Genel Özellikler



Şekil 4.62 The Larch House dış görünüşü (The Local Passivhaus : an interview with Justin Bere, 2011)

Bere Architects tarafından dizayn edilen The Larch House, prototip bir ev olarak üretilen, UK'nin ilk sıfır karbon, düşük maliyetli ve sertifikalı Pasif Ev'idir. Üç yatak odalı ev, Ebbw vadisinin ortada bulunan bir tepesinde, deniz seviyesinden 300 metre yükseklikte inşa edilmiştir. Evin enerji ihtiyacının büyük çoğunluğu güneş ışınlarından elde edilmektedir. Ev, bütün yıl kullanacağı enerjiyi UK tanımlamasına göre 'sıfır karbon' kuralına uygun yapmak için, enerji ihtiyacının büyük çoğunluğunu, güneş panelleri ve fotovolatik paneller kullanarak güneşten elde etmektedir (Larch House, Ebbw Vale, Wales, bt).

İki kattan oluşan yapı, kareye yakın kompakt bir forma sahiptir. Yapının giriş katında genel kullanıma açık mekanlar konumlandırılırken, üst katında ise özel kullanım için tasarlanan yatak odaları, ıslak mekan gibi birimler bulunmaktadır.



Şekil 4.63 The Larch House plan ve kesitleri (Denby Dale Passivhaus, bt)

4.5.2 Pasif Sistemlerin Yapı Bileşeninde Kullanımı

The Larch House’ da, sıfır karbon salınımına ulaşabilmek için bir takım aktif ve pasif sistemler kullanılmıştır. Pasif ısıtma-soğutma sistemleri, uygun yönlenme, mekanik havalandırma, düşük enerjili aydınlatma gibi sistemler kullanılırken, PV paneller, yağmur suyu depolama gibi aktif sistemlerle de desteklenmiştir.

Passivhaus Sertifikalı olan Larch House’da, dış duvar, çatı yalıtımının yanında, pencere ve açıklık optimizasyonlarına da önem verilmiştir. Yapı, ısı köprüsü oluşturmayacak biçimde tasarlanmıştır. Cephe açıklıkları, güneşe göre yönlenme dikkate alınarak tasarlanmıştır.



Şekil 4.66 The Larch House güney ve kuzey cephesi (Denby Dale Case Study, bt)

4.5.2.3 Isıtma Soğutma ve Havalandırma

Isı Geri Kazanım Havalandırma yöntemiyle mekana hem taze hava girişi sağlanırken, hem de kullanılan havanın geri kazanımı yapılmaktadır. Ekstra ısıya ihtiyaç halinde, her banyoda iki havlu radyatörü bulunmaktadır.

Çapraz havalandırma ile ev yaz boyunca soğuk kalmaktadır. Kışın %92 oranında ısı geri kazanım havalandırması yapılırken yazın ise sadece çapraz havalandırma yapılarak mekan havalandırılmaktadır (Larch House, Ebbw Vale, Wales, bt).

4.5.2.4 Aydınlatma

PassivHaus standartları kullanılarak oluşturulan pencere açıklıkları, güney cephesinde maksimum boyutlara ulaştığından , bu cephede bulunan yaşam alanı, mutfak gibi mekanların çok büyük oranda gün ışığından faydalanmasına olanak vermektedir. Pencerelerde 3 katlı cam kullanılmıştır. Bu sayede gün ışığı olduğu gibi içeriye alınırken, olası ısı kayıpları engellenmiş olmaktadır.

Tablo 4.18 The Larch House U-değerleri ve malzeme tablosu (<http://lowenergybuildings.org.uk>)

The Larch House	Dış Duvar	Çatı	Zemin döşemesi	Pencere
U-Değeri	0,095 W/(m ² K)	0,074 W/(m ² K)	0,076 W/(m ² K)	0,76 W/(m ² K)
Malzeme	-1,5cm.sıva -10cm. ahşap lifli yalıtım -1,8cm.sıva -22,5cm. yalıtım panelleri -3,2 cm ahşap kaplama	-1,8cm.OSB -56cm. su ve ısı yalıtım paneli	-2cm. tesviye betonu -7,5cm. şap -22,5cm. betonarme döşeme -48cm.XPS yalıtım	3 katmanlı cam

Tablo 4.19 The Larch House House’da kullanılan pasif sistemler


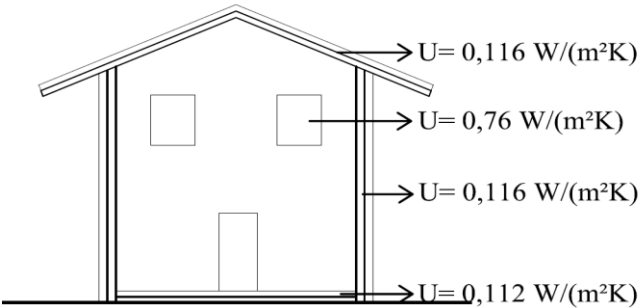
The Larch House'da Kullanılan Pasif Sistemler			
Yapı Formu Yer Seçimi ve Yönlendirme	Yönlendirme	Kuzey-Güney	
		Doğu-Batı	✓
	Peyzaj ve Bitki Örtüsü		
	Bina Formu	Kare	
		Dikdörtgen	✓
Dairesel			
Oval			
Yapı Kabuğu ve Fiziksel Özellikleri	Yalıtım ve U-Değerleri	Dış Duvar	0,095
		Döşeme	0,076
		Çatı	0,074
		Pencere	0,76
	Yerel Malzeme Kullanımı		✓
Güneş Kontrol Sistemleri ve Doğal Aydınlatma	Güneş Kırıcılar		
	Doğal Aydınlatma Çözümleri	Işık Tüpü	
		Çatı Penceresi	
Doğal Havalandırma	Rüzgar Bacası		
	Rüzgar Kepçesi		
	Trombe Duvarı		
	Galeri ve Atrium		
	Çift Cidarlı Cephe		
	Çapraz Havalandırma	✓	
Isıtma ve Soğutma	Pasif Isıtma Sistemleri	Trombe Duvarı ile Isıtma	
		Kış Bahçesi ve Sera	
		Çakıl Yatağı	
		Çatı Havuzu	
		Su Duvarı	
	Pasif Soğutma Sistemleri	Işınmsal Soğutma Sistemleri	
		Evaporatif Soğutma Sistemleri	✓
		Toprak Kaynaklı Soğutma Sistemleri	

Tablo 4.20 The Larch House House’da sürdürülebilir tasarım kriterleri

The Larch House					
Sürdürülebilir Tasarım Kriterleri					
Planlama	Arazinin Topoğrafyası	Bina Formu	Kare		
			Dikdörtgen	✓	
			Dairesel		
			Oval		
		Yönlenme	Kuzey-Güney		
			Doğu-Batı	✓	
	İç Mekan Organizasyonu	Atrium Kullanımı			
		Esnek Mekanların Kullanımı			
		Sirkülasyon Çözümü	Yapının Dışında		
			Yapının İçinde	✓	
Yapının İç ve Dışında					
Yapı Elemanları ve Yapı Kabuğu Tasarımı	Yerel Malzeme Kullanımı				
	Modern Yapım Sistemi Kullanımı				
	Isı, Ses, Yangın Yalıtımı				
	Geri Dönüşümlü Malzeme Kullanımı				
	Prefabrikasyon Kullanımı				
İklim	Sıcak İklim Bölgesi				
	Ilıman İklim Bölgesi			✓	
	Soğuk İklim Bölgesi				
Enerji	Pasif	Pasif Isıtma Sistemi Kullanımı			
		Pasif Soğutma Sistemi Kullanımı			
		Doğal Havalandırma Kullanımı			
		Güneş Kontrol Elemanı Kullanımı		✓	
		Doğal Aydınlatma		✓	
	Aktif	Mekanik Isıtma-Soğutma		✓	
		PV Panel Kullanımı			
Peyzaj	Yapı İklimlendirmesinde Kullanımı				
Passive Haus Sertifikası				✓	

4.6 Camden Passivehaus

Tablo 4.21 Camden Passicehaus yapı künyesi

Yapım Yılı: 2010
Yeri: Camden, Londra, İngiltere 51 °32'21.08"K 
Yapının Strüktür Tipi: Ahşap Karkas
Yapım Amacı: Konut
Tasarım Ekibi Mimari Tasarım: Bere Architects
Teknik Bilgiler Bina toplam alanı : 118 m ² Kat adedi: 2
Yapının Özellikleri : Gölgeleme (güneş ve rüzgar kontrolü), yağmur suyu depolaması, PHPP ye uygun pencere boşlukları ile güneş kazanımı, doğal havalandırma, doğal aydınlatma, yalıtım
Isı katsayıları: 

4.6.1 Genel Özellikler



Şekil 4.67 Camden Passivehaus Güney görünüşü (Camden Passivhaus, bt)

Camden Pasif House Londra'nın ilk pasif evi olma özelliğini taşımaktadır. Londra Ranulf Caddesi'nde bulunan yapı Bere:Architects tarafından tasarlanmış ve Nisan 2012'de yapımı tamamlanmıştır. 118 m2 kullanım alanı olan yapı 2 kat olarak tasarlanmıştır. Bu projenin temel amacı kullanıcıları olan genç aile için rahat bir ortam sağlarken enerji ihtiyacını minimuma indirmektir. Toksik içermeyen yapı malzemeleri kullanarak hava ve su temizliği sağlanmıştır. Su ve havanın geri kazanımı ve kullanımı bu sayede daha kolaylaştırılmıştır. Şebekeden kullanılan su yer altı toplama tankı ile desteklenir ve çeşitli sulama işlemleri toplanılan su ile yapılır (Camden Passivhaus – London's first certified Passivhaus, bt).

Passivhaus kriterleri optimum açıklık ve bina yönlenimini belirlemek için tasarımın en başından itibaren kullanılmıştır. Binanın son tasarımında batı ve doğu cephelerinde geniş açıklıklara, geniş, havadar ve aydınlık odalara sahip bir yapıya ulaşılmıştır. Ev, ısıtma ihtiyacını, 13 kWh/(m2a) 'dan daha az bir enerjiyle

karşılacak biçimde tasarlanmıştır. Yapının tasarımında Biyoçeşitliliğe önem verilmiştir. Bitkilendirme, taş duvara sardırılan sarmaşık, yeşil çatılar ve güneye bakan bahçe ile biyoçeşitlilik amaçlanmıştır. Yapı Nisan 2012’de tamamlanmış ve Passivhaus sertifikasını kazanmıştır (Camden Passivhaus, bt).



Şekil 4.68 Camden Passivehaus Ön Görünüş (Camden Passivhaus – London’s first certified Passivhaus, bt)

4.6.2 Pasif Sistemlerin Yapı Bileşeninde Kullanımı

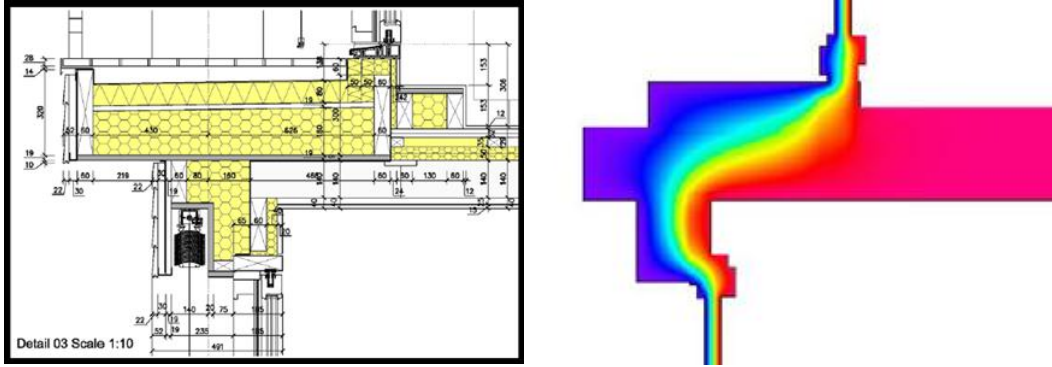
İngiltere’nin ilk pasif evi olan Camden Pasif House’da yüksek ısı yalıtımı yapılmıştır. Isı köprülerini engelleyecek şekilde tasarımlar yapılmış ve çeşitli simülasyon programları kullanılarak denenmiştir.

Güney cephesi, maksimum ışık alacak biçimde dizayn edilmiştir. Diğer cephelerden ise kontrollü ışık alımı yapılmaktadır. Aydınlatma için yapının çatı kotunda, sabit pencere bulunmaktadır.

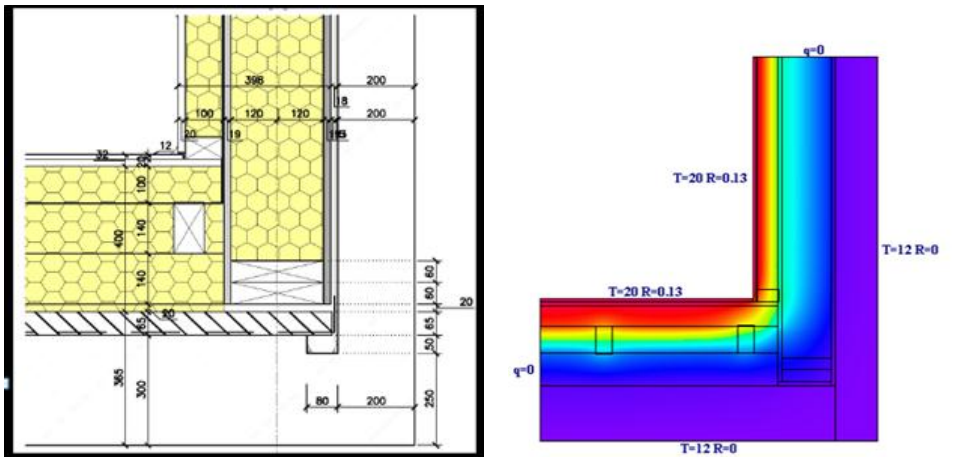
Ayrıca yapının arka ve ön cepheleri çapraz havalandırmaya olanak sağlayacak şekilde tasarlanmıştır. Yazın bu soğutma sistemine ek olarak kontrollü hareketli harici panjurlar kullanılmıştır.

4.6.2.1 Çevre Dostu Malzeme ve Yalıtım

İngiltere'nin ılıman iklimli bölgelerinden birinde konumlanmasına rağmen, Ranulf Caddesi'nde bulunan evde yüksek ısı yalıtımı yapılmıştır. Bunun sebebi Camden Evi'nin Ranulf Caddesi'nde bulunan diğer binalar tarafından gölgede bırakılmasıdır. Betonarme döşemede 280 mm. kalınlığında mineralli yün kullanılmıştır. Bu katmanın üstüne de 400 mm. kalınlığında ahşap lifli malzeme kaplanmıştır (Camden Passivhaus – London's first certified Passivhaus, bt).



Şekil 4.69 Balkon detayı ve Heat2' deki model (Road, bt)



Şekil 4.70 Döşeme ve duvar birleşim detayı ve termal yalıtım gösterimi (Road, bt)

Döşemede ahşap çerçeve kurulmadan önce, zemine beton döşeme yapılmıştır. Zemin katın ahşap çerçevesi, aralarında ahşap fiber yalıtım bulunan 20x140mm. ahşap elemanlardan yapılmıştır. Hava geçirmez membran bu elemanların üzerine serilmiştir Ve son olarak zemin bitişi 16mmlik ahşap zemin kaplamasıyla yapılmıştır. Zemin U-değeri : 0,10 W/m² K ‘ dir (Camden Passivhaus – London’s first certified Passivhaus, bt).

Yapı, ısı köprülerini engelleyecek biçimde tasarlanmıştır. Yukarıda balkon detayı ve döşeme duvar birleşim detayları gösterilmektedir.

Dış duvarlarda ise 280mm. kalınlığında mineralli yün, bu katmanın dışında da 100mm. kalınlığında ahşap lifli yalıtım malzemesi kullanılmıştır. Duvarlarda dış kaplama malzemesi olarak Avusturya karaçam kaplamalı elemanlar kullanılmıştır. Ayrıca cephede 15mm ısı yalıtım panelleri ile hava geçirmez membranlı 15mm OSB Panel kaplaması yapılmıştır. Duvarların U-değeri : 0,11 W/m² K olarak belirtilmektedir (Camden Passivhaus – London’s first certified Passivhaus, bt).



Şekil 4.71 Binanın yapım aşamasından görüntü (Camden Passivhaus, bt)

Masif ahşap panellerle oluşturulan düz çatıda bitkilendirme yapılmıştır. Düz çatı kaplamasında; 280mm. su yalıtım malzemesi (PUR), 120mm. kalınlığında mineralli yün ile yalıtım kaplaması yapılmıştır. Binanın bir diğer kısmı olan eğimli çatıda da doğada rastlanılan yabani bitkilerle yeşil çatı oluşturulmuştur. Çatının eğimli olan kısmında 380mm.' lik mineralli yün kaplanarak yalıtım sağlanmıştır. Çatının U-değeri 0,11W/m² K olarak saptanmıştır. Ayrıca yapıdaki tüm bağlantılar termal köprü engelleyecek biçimde tasarlanmıştır. Bu sayede binadan olası ısı kaçışları engellenmiştir. Tüm yapı bağlantı detayları termal modelleme programı olan Heat 2 de modellenmiştir. Kapı ve pencere boşluk, yalıtım ve boyutları Passivhaus kriterlerine uygun olarak seçilmiştir (Camden Passivhaus – London's first certified Passivhaus, bt).



Şekil 4.72 Camden Passivehaus (Camden Passivhaus, bt)

Yapı planı tasarım aşamasındayken iç bahçe, yönlere göre açıklıklar vb. etkenler göz önüne alarak çok sayıda şema oluşturulmuştur. Her bir şemanın ayrı ayrı enerji tüketim hesapları yapılmış ve sonuç olarak en az enerji tüketimi olan plan

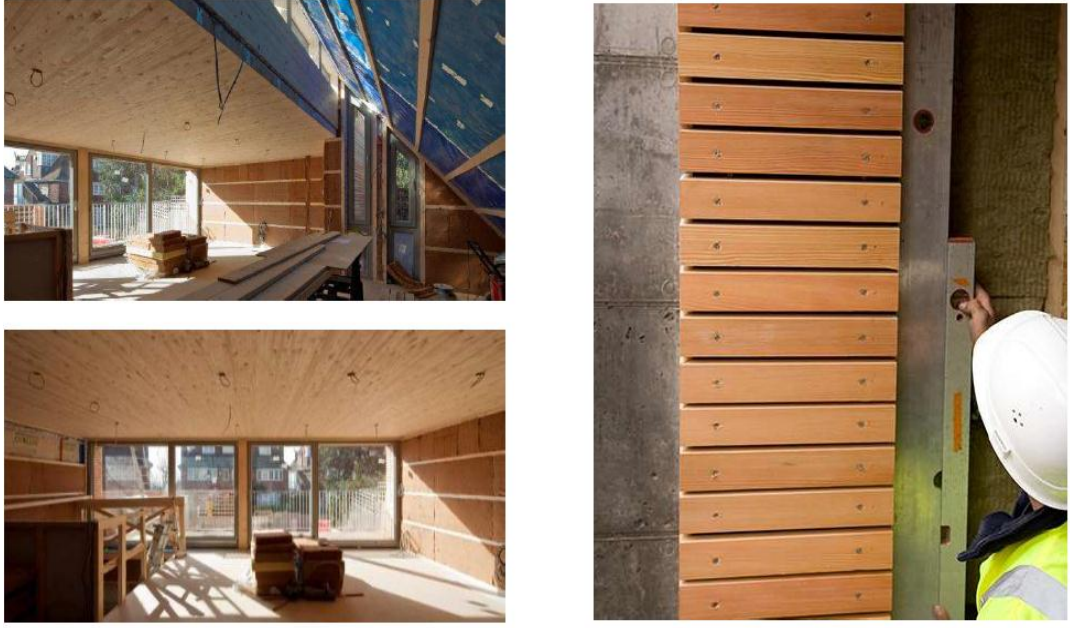
uygulanmıştır. Bu plana göre bahçe kuzey cephesinde, açıklıklar kuzey-güney doğrultusunda yapılmıştır.



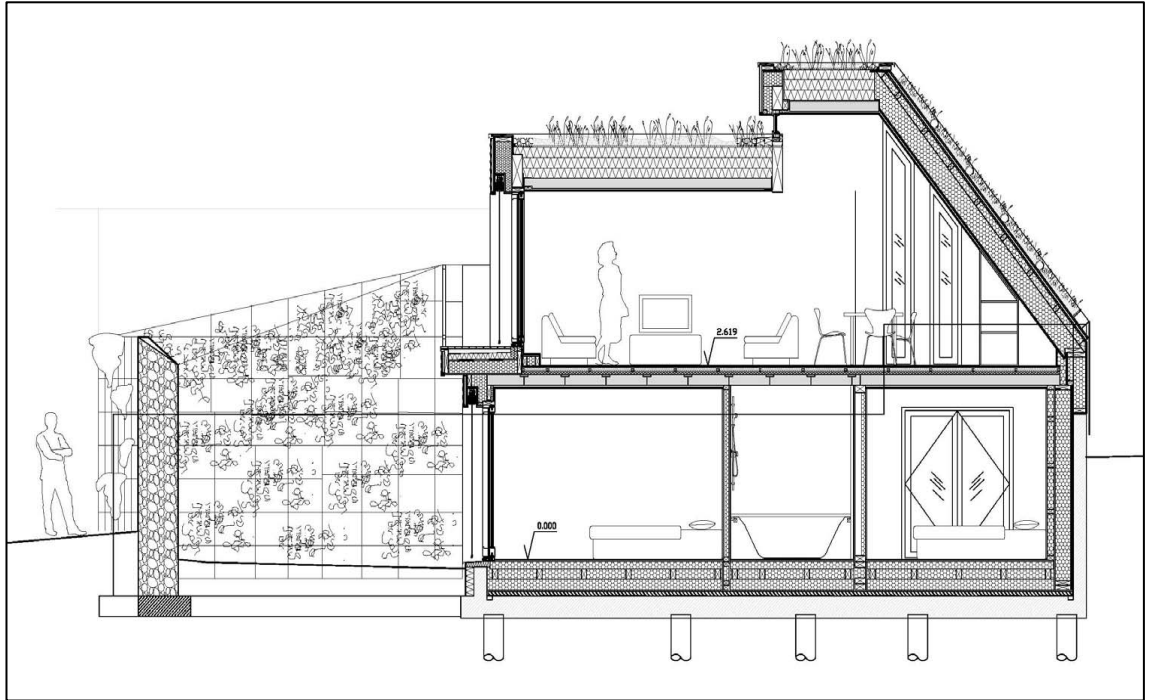
Şekil 4.73 Yapı planı (The Local Passivhaus : an interview with Justin Bere, 2011)

Çatıda mavi renkli olarak mineral esaslı ısı yalıtım malzemesi görülmektedir (Şekil 4.74). Duvarlarda ise alt katmanlarda yapılan yalıtım işlemlerinin üzerine en dışta ahşap lifli malzeme kaplanmaktadır. Bu sayede ahşap rengi ve dokusuyla binaya sıcaklık katarken, ikincil bir yalıtım katmanı oluşturmaktadır.

İngiltere'nin ilk PassiveHaus sertifikasını alan evi olan Camden Evi anayol üzerinde konumlanmıştır. Yoldan eve yaklaşım ve giriş güney cephesinden yapılmaktadır. Tasarım çalışmaları sonrasında , bu tasarımda güney cephesinde geniş ışık alınacak pencereler tasarlanması gerektiği saptanmıştır. Giriş cephesi olan güney cephesinde, ayrıca giriş bahçesi oluşturulmuş ve bu sayede kontrollü bir giriş oluşturulmuştur.



Şekil 4.74 Yapım aşamasından görüntü (Camden Passivhaus, bt)



Şekil 4.75 Bina kesiti (The Local Passivhaus : an interview with Justin Bere, 2011)

4.6.2.2 Yerleşim ve Güneş Kontrolü

Tasarımda başlangıçta, evin ön yüzü güneye yönlendirilmiştir. Tasarımın sonraki aşamasında, ev arazinin kuzeyine kaydırılmış, böylece güney cepheli, kapalı bahçeli ve kuzey yönlerine sınırlı bir üst teras oluşturulmuştur. Bu yaklaşım ile ev dışarıdan bakıldığında daha az gösterişli fakat, iç ortamlarda bütün yıl boyunca doğal aydınlatma ve gün ışığı sağlanmıştır. Passivhaus Enstitüsü, bu dizaynın Passivhaus standartlarını sağladığını onaylamıştır.

Komşu parsele bakan kuzey cephesindeki eğik çatıda ise çatı bahçesi oluşturulmuştur. Bu cepheden ışık alınmaması sağlanırken, çatı bahçesi yapı için yalıtım oluşturmaktadır. Doğu ve batı cepheleri yapı konumu ve komşuluk dolayısıyla sağır cephe olarak tasarlanmıştır.



Şekil 4.76 Camden Passivehaus yeşil çatı ve giriş görünüşü (Camden Passivhaus, bt)

4.6.2.3 Havalandırma

Mekanda yaz soğutma stratejisi olarak baca elemanları kullanılarak çapraz havalandırma yapılmaktadır. Yazın bu soğutma sistemine ek olarak kontrollü hareketli harici panjurlar kullanılmıştır. Yaz aylarında mekanik hava yenileme sistemleri kullanılmaktadır (Camden Passivhaus – London’s first certified Passivhaus, bt). Yatak odaları ile yaşama mekanı arasında açılabilir pencereler sayesinde, çapraz doğal havalandırma oluşturulmaktadır.

Yapı inşa edildikten sonra iç ve dış duvarlarında hava geçirim testleri yapılmış ve bu testler sonucunda, hava geçirimsizliğinin PassiveHaus standartlarına uygun olduğu belirtilmiştir.



Şekil 4.77 Yapıda yapılan havalandırma ölçümleri (Camden Passivhaus, bt)

4.6.2.4 Aydınlatma

Binada tüm mekanlarda düşük enerjili LED ve floresan aydınlatma mevcuttur. Yaşama, mutfak ve yemek alanları, yapay aydınlatmayı minimuma indirmek üzere ilk katta yer almıştır (Camden Passivhaus – London’s first certified Passivhaus, bt). Ayrıca yapıdaki tüm pencere boşlukları Passivhaus kriterlerine uygun olarak tasarlanmıştır. Bu sayede uygun cephede açılan uygun boşluklar ile doğal ışık kazanımı maksimize edilirken, hareketli güneş kırıcılar ile de gereksiz ışığın alınması engellenebilmektedir.

Yapının güney cephesinde yer alan geniş pencere açıklıklarına ilaveten çatıda oluşturulan kot farkı yardımıyla yaşama alanına doğal ışık alımı sağlanmaktadır. Sabit çatı pencereleri sayesinde mekan içerisine, yılın her döneminde belirli açılarla gelen gün ışığının alınması sağlanmıştır. Aşağıdaki fotoğraflarda, gün içerisinde, yalnızca doğal ışıkla aydınlanan iç mekan görülmektedir.



Şekil 4.78 Yapıda doğal aydınlatma (Camden Passivhaus, bt)



Şekil 4.79 Yapıda doğal aydınlatma (Camden Passivhaus, bt)

Tablo 4.22 Camden Passivhaus U-değerleri ve malzeme tablosu

Camden Passivhaus	Dış Duvar	Çatı	Zemin döşemesi	Pencere
U-Değeri	0,116 W/(m ² K)	0,116 W/(m ² K)	0,112 W/(m ² K)	0,76 W/(m ² K)
Malzeme	-1,5 cm. sıva -10 cm. yalıtım -1,3 cm. OSB -28 cm. taşıyünü -1,3 cm. ahşap esaslı Fermacell kaplama	-14 cm. ahşap eleman -28 cm.su yalıtımı -12 cm. taşıyünü -2,5cm drenaj -8 cm. toprak	-3,2 cm. ahşap kaplama -10 cm. Steico su yalıtımı -14 cm. taşıyünü -30 cm. beton döşeme	-Ahşap PU kompozit doğrama -3 katmanlı cam

Tablo 4.23 Camden Passivhaus'da kullanılan pasif sistemler

Camden Passivhaus'da Kullanılan Pasif Sistemler			
Yapı Formu Yer Seçimi ve Yönlendirme	Yönlendirme	Kuzey-Güney	✓
		Doğu-Batı	✓
	Peyzaj ve Bitki Örtüsü		✓
	Bina Formu	Kare	✓
		Dikdörtgen	
		Dairesel	
Oval			
Yapı Kabuğu ve Fiziksel Özellikleri	Yalıtım ve U-Değerleri	Dış Duvar	0,116
		Döşeme	0,112
		Çatı	0,116
		Pencere	0,76
	Yerel Malzeme Kullanımı		✓
Güneş Kontrol Sistemleri ve Doğal Aydınlatma	Güneş Kırıcılar		✓
	Doğal Aydınlatma Çözümleri	Işık Tüpü	
		Çatı Penceresi	✓
Doğal Havalandırma	Rüzgar Bacası		
	Rüzgar Kepçesi		
	Trombe Duvarı		
	Galeri ve Atrium		
	Çift Cidarlı Cephe		
	Çapraz Havalandırma		✓
Isıtma ve Soğutma	Pasif Isıtma Sistemleri	Trombe Duvarı ile Isıtma	
		Kış Bahçesi ve Sera	
		Çakıl Yatağı	
		Çatı Havuzu	
		Su Duvarı	
	Pasif Soğutma Sistemleri	Işınmsal Soğutma Sistemleri	
		Evaporatif Soğutma Sistemleri	✓
		Toprak Kaynaklı Soğutma Sistemleri	

Tablo 4.24 Camden Passivhaus'da sürdürülebilir tasarım kriterleri

Camden PassiveHaus Sürdürülebilir Tasarım Kriterleri				
Planlama	Arazinin Topoğrafyası	Bina Formu	Kare	✓
			Dikdörtgen	
			Dairesel	
			Oval	
		Yönlenme	Kuzey-Güney	✓
	Doğu-Batı		✓	
	İç Mekan Organizasyonu	Atrium Kullanımı		
Esnek Mekanların Kullanımı				
Sirkülasyon Çözümü		Yapının Dışında		
		Yapının İçinde	✓	
	Yapının İç ve Dışında			
Yapı Elemanları ve Yapı Kabuğu Tasarımı	Geleneksel Malzeme Kullanımı			
	Modern Yapım Sistemi Kullanımı		✓	
	Isı, Ses, Yangın Yalıtımı		✓	
	Geri Dönüştürülmüş Malzeme Kullanımı		✓	
	Prefabrikasyon Kullanımı			
İklim	Sıcak İklim Bölgesi			
	İlman İklim Bölgesi		✓	
	Soğuk İklim Bölgesi			
Enerji	Pasif	Pasif Isıtma Sistemi Kullanımı		
		Pasif Soğutma Sistemi Kullanımı		
		Doğal Havalandırma Kullanımı		✓
		Güneş Kontrol Elemanı Kullanımı		
		Doğal Aydınlatma		✓
	Aktif	Mekanik Isıtma-Soğutma		✓
PV Panel Kullanımı				
Peyzaj	Yapı İklimlendirmesinde Kullanımı		✓	
Passive Haus Sertifikası			✓	

4.7 İncelenen Örneklerin Değerlendirilmesi

Seçilen örnekler, birbirine ve İzmir iline benzer iklimlerde bulunan, aynı amaçla kullanılan konut yapılarıdır. Örneklerin kullanıcı ihtiyacı, yapının konumu ve yönelişi doğrultusunda, pasif sistemlerden yalnızca birkaçını kullandıkları, buna rağmen konforlu bir iç mekanın kullanıcılara sunulduğu saptanmıştır. Her bir örnek için oluşturulan sürdürülebilir tasarım kriterleri tablolarında, yapıda yer alan kriterler değerlendirilerek belirtilmiştir.

Tablo 4.25 İncelenen örneklerin U değerleri

Yapı Adı, Yeri	U-Değeri	U-Değeri Dış Duvar W/(m ² K)	U-Değeri Çatı W/(m ² K)	U-değeri Zemin döşemesi W/(m ² K)	U-değeri Pencere W/(m ² K)
Konkol Residence (ABD)		0,083	0,06	0,097	0,82
Loblolly House (ABD)		0,18	0,092	0,092	1,1
Rauch House (Avusturya)		0,17	0,19	0,24	1,0
Denby Dale House (İngiltere)		0,113	0,096	0,104	0,79
The Larch House (İngiltere)		0,095	0,074	0,076	0,76
Camden Passivhaus (UK)		0,116	0,076	0,112	0,76

Tablo 4.26 İncelenen örneklerde kullanılan pasif sistemlerin toplu olarak irdelenmesi

İncelenen Konutlarda Kullanılan Pasif Sistemler		Konkol Residence	Lobliolly House	Rauch House	Denby Dale House	The Larch House	Camden PassiveHaus	
Yapı Formu Yer Seçimi ve Yönlenme	Yönlenme	Kuzey-Güney Doğu-Batı	✓	✓	✓	✓	✓	
	Peyzaj ve Bitki Örtüsü	Kare	✓		✓		✓	
		Dikdörtgen	✓	✓	✓		✓	
Yapı Kabuğu ve Fiziksel Özellikleri	Bina Formu	Dairesel	✓	✓				
		Oval						
		Dış Duvar	0,083	0,18	0,17	0,113	0,095	0,116
		Döşeme	0,097	0,092	0,24	0,104	0,076	0,112
	Yalıtım ve U-Değerleri		0,06	0,19	0,096	0,074	0,116	
	Pencere	0,82	1,1	1,0	0,8	0,76	0,76	
Güneş Kontrol Sistemleri ve Doğal Aydınlatma	Yerel Malzeme Kullanımı		✓	✓	✓	✓	✓	
	Güneş Kırıcılar		✓		✓		✓	
	Doğal Aydınlatma Çözümleri			✓			✓	
	Rüzgar Bacası							
Doğal Havalandırma	Rüzgar Keçesi							
	Trombe Duvarı							
	Galeri ve Atrium			✓	✓			
	Çift Cidarlı Cephe							
	Çapraz Havalandırma		✓	✓	✓	✓	✓	
Isıtma ve Soğutma	Pasif Isıtma Sistemleri	Trombe Duvarı ile Isıtma						
		Kış Bahçesi ve Sera						
		Çakıl Yatağı						
		Çatı Havuzu						
	Su Duvarı							
	Pasif Soğutma Sistemleri	İşimsal Soğutma Sistemleri						
		Evaporatif Soğutma Sistemleri	✓		✓		✓	✓
Toprak Kaynaklı Soğutma Sistemleri								

Tablo 4.27 İncelenen örneklerde sürdürülebilir tasarım kriterlerinin toplu olarak irdelenmesi

İncelenen Sürdürülebilir Konutlarda Tasarım Kriterleri		Konkol Residence	Lobliolly House	Rauch House	Danby Dale House	The Larch House	Camden PassivHaus
Planlama	Arazinin Topografyası						
	Bina Formu						
Planlama	Yönlendirme						
	Atrium Kullanımı						
	Esnek Mekanların Kullanımı						
	Yapının Dışında						
	Sirkülasyon Çözümü						
Yapı Elemanları ve Yapı Kabuğu Tasarımı	Yerel Malzeme Kullanımı						
	Modern Yapım Sistemi Kullanımı						
	Isı, Ses, Yangın Yalıtımı						
	Geri Dönüşümlü Malzeme Kullanımı						
	Prefabrikasyon Kullanımı						
	Sıcak İklim Bölgesi						
İklim	Ilman İklim Bölgesi						
	Soğuk İklim Bölgesi						
	Pasif Isıtma Sistemi Kullanımı						
Enerji	Pasif Soğutma Sistemi Kullanımı						
	Doğal Havalandırma Kullanımı						
	Güneş Kontrol Elemanı Kullanımı						
	Doğal Aydınlatma						
Peyzaj	Mekanik Isıtma-Soğutma						
	PV Panel Kullanımı						
Passive Haus Sertifikası	Yapı İklimlendirmesinde Kullanımı						

Yapıların kabuk tasarımları, kullanılan malzeme ve boyutlarının irdelenmesi sonucunda, pasif sistemlerin kullanıldığı bir evin en önemli özelliklerinden olan yüksek yalıtım ve düşük U-değerleri niceliksel olarak belirtilmiştir. Her bir örnekte farklı elemanlar ile, uygun yalıtımın yapıldığı saptanmıştır.

Tablo 4.12' de incelenen örneklerin sürdürülebilirlik ve kullanılan pasif sistemler açısından değerlendirilmesi yer almaktadır. Bu tabloda her bir örnek için, planlama, yapı elemanları ve yapı kabuğu tasarımı, iklim, enerji, pasif ve aktif enerji, peyzaj kriterleri açısından genel bir değerlendirme yapılmıştır.

Planlama başlığı altında bulunan bina formu değerlendirmesinde yapıların genel olarak dikdörtgen ya da kare kompakt tasarlanmış yapılar olduğu saptanmıştır. Yapıların büyük ölçüde doğu-batı doğrultusunda konumlandığı tespit edilmiştir. Ayrıca, sirkülasyon çözümlerinin büyük ölçüde yapının içinde çözüldüğü saptanmıştır. Yapının dışında tasarlanan sirkülasyon çözümlerinde ise genel olarak korunaklı bir giriş yapılmış ve ısı köprüsü oluşumundan kaçınmak üzere detay çözümleri geliştirilmiştir.

Yapı elemanları ve yapı kabuğu tasarımı kapsamında ise, geleneksel malzeme kullanımının çok sınırlı olduğu, büyük oranda modern yapı sistemleri kullanıldığı, ısı, ses ve yangın yalıtımına büyük ölçüde önem verildiği, geri dönüşümlü malzeme kullanımının tercih edildiği görülmüştür.

İncelenen sürdürülebilir konutların yalnızca bir tanesinde pasif ısıtma sistemi, iki tanesinde pasif soğutma sistemi, iki konutta doğal havalandırma sisteminin kullanıldığı görülmüştür. Yapılarda genel olarak güneş kontrol elemanı kullanımına ve doğal aydınlatmaya önem verilmiştir. İncelenen yapılar pasif sistemler bakımından irdelenmiş olsa da büyük ölçüde, bu yapılarda pasif sistemleri destekleyen aktif sistemlerin bulunduğu saptanmıştır.


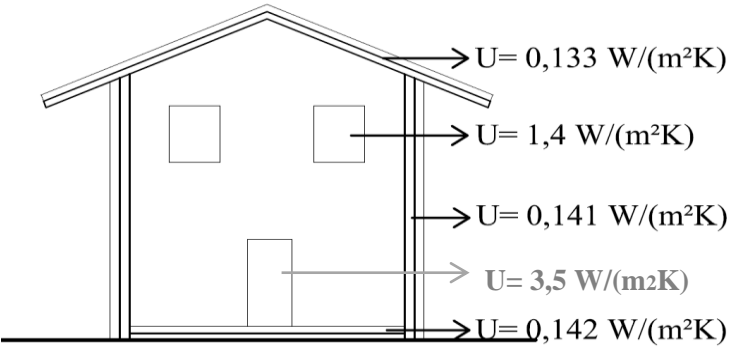
Tablo 4.28 İncelenen örneklerin enerji tüketimi ve hava sızdırmazlık açısından irdelenmesi (Passivhaus.co.uk) (Holistik Housing, 2012)

	Hava Sızdırmazlık Katsayısı (0.2-0.6)	Yıllık Isıtma İhtiyacı	Isıl Kütle	Yıllık Toplam Enerji İhtiyacı
Konkol Residence	n50 = 0,25/h	12 kWh /(m2a)	18 W/m2	66 kWh /(m2a)
Loblolly House	-	-	-	79 kWh /(m2a)
Rauch House	-	-	-	72 kWh /(m2a)
Denby Dale House	n50 = 0,33/sa	15 kWh /(m2a)	-	87 kWh /(m2a)
The Larch House	n50 = 0,2/sa	13 kWh /(m2a)	11 W/m2	83 kWh /(m2a)
Camden Passivhaus	n50 = 0,44/sa	13 kWh /(m2a)	-	90 kWh /(m2a)

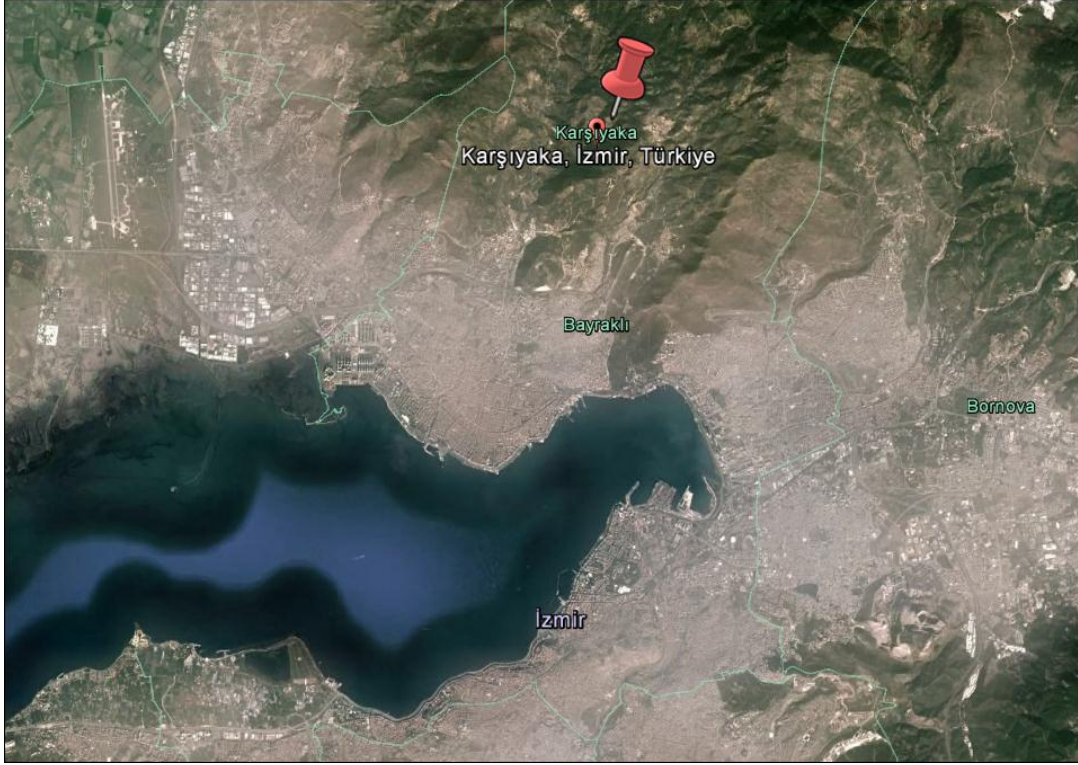
Tablo 4.28’de incelenen örneklerin hava geçirmezlik katsayıları, yıllık ısıtma ihtiyaçları, ısı depolama miktarları ve yıllık toplam enerji ihtiyaçları karşılaştırmalı olarak belirtilmiştir. Bu değerlendirme sonucunda, kullanılan malzemelerin, pasif sistem çözümlerinin, yapı formunun, yerleşim ve yönlenmenin toplam enerji ihtiyaçlarını nicel olarak ne kadar etkilediği ortaya konmuştur.

4.8 İzmir İli İçin Proje Önerisi

Tablo 4.29 İzmir ili için önerilen projenin künyesi

İnşaat Başlangıcı: -
Tamamlanması: -
Yeri: İzmir, Karşıyaka, Türkiye 38 °30'40.73''K

Yapının Strüktür Tipi: Betonarme karkas
Yapım Amacı: Konut
Tasarım Ekibi Mimari Tasarım: Ahunur Aşikoğlu
Teknik Bilgiler Bina taban alanı: 90 m ² Kat adedi: 2
Yapının Özellikleri: Yönlenme, kompakt form, yalıtım, doğal aydınlatma, kış bahçesi, doğal havalandırma, yerel malzeme kullanımı
Isı katsayıları: 

Son olarak incelenen örneklere yakın iklim kuşağında bulunan İzmir ili için, konforlu iç mekana sahip, enerji korunumu sağlayan, anlatılan ilkeler ve sistemlerin kullanıldığı, incelenen örneklerin sentezlenmesi sonucunda ortaya çıkan bir proje tasarlanmıştır. Tasarlanan konut, hem sürdürülebilir yapım ilkelerine uygun hem de sürdürülebilir mimarinin alt başlığını oluşturan pasif sistemlerin kullanıldığı bir model önerisi niteliğindedir.

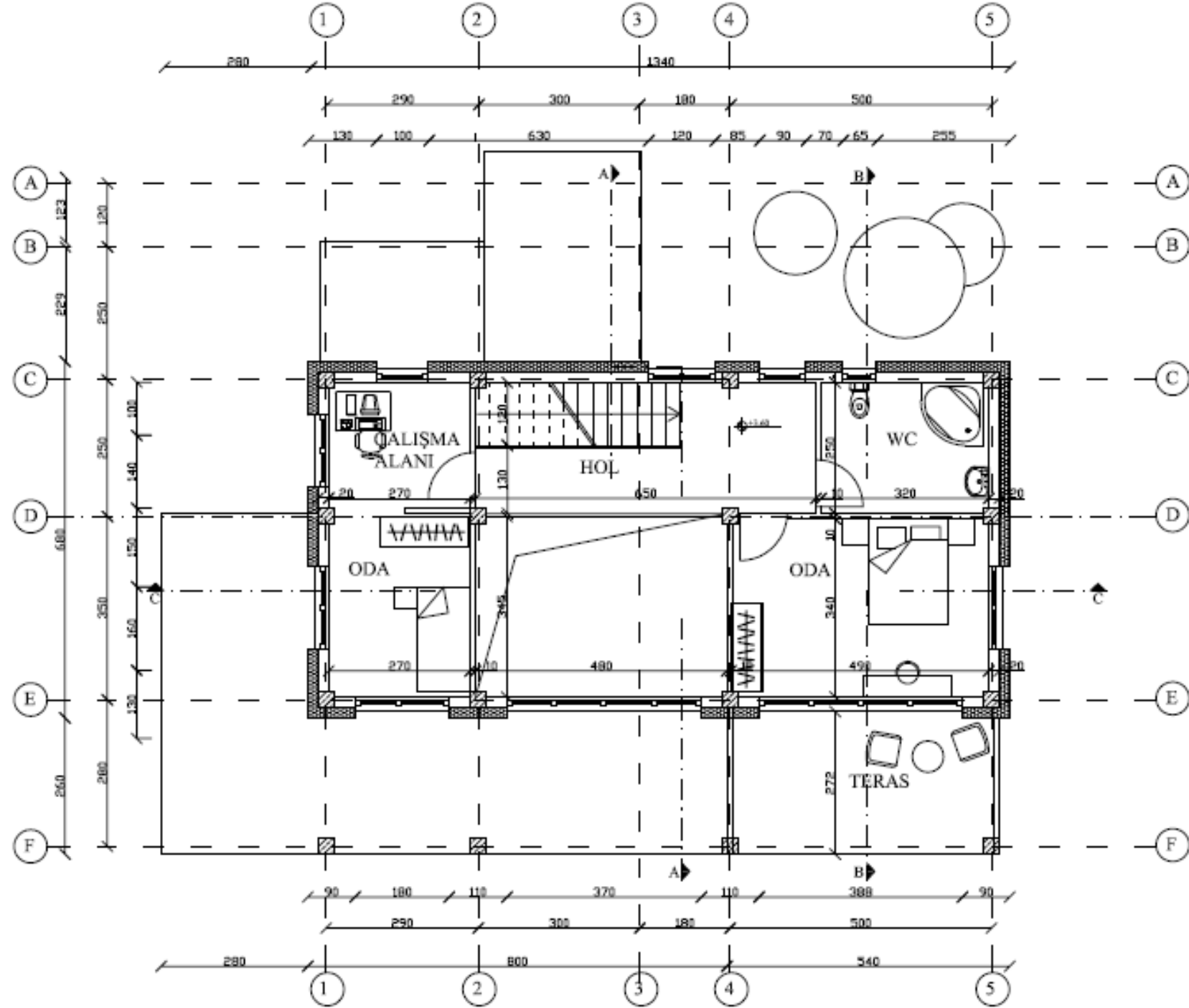


Şekil 4.80 Karşıyaka'nın İzmir ili içerisindeki konumu (Google Earth)

İzmir ili Karşıyaka ilçesi için tasarlanan konut projesi alanı için Yamanlar Dağı yamacı önerilmektedir. Yapının güneyinde İzmir Körfezi manzarası yer alırken kuzeyinde ise Yamanlar Dağı eteği bulunmaktadır. Bu sayede yapının kuzey cephesi, arazinin topoğrafyası kullanılarak korunaklı hale getirilmiştir.

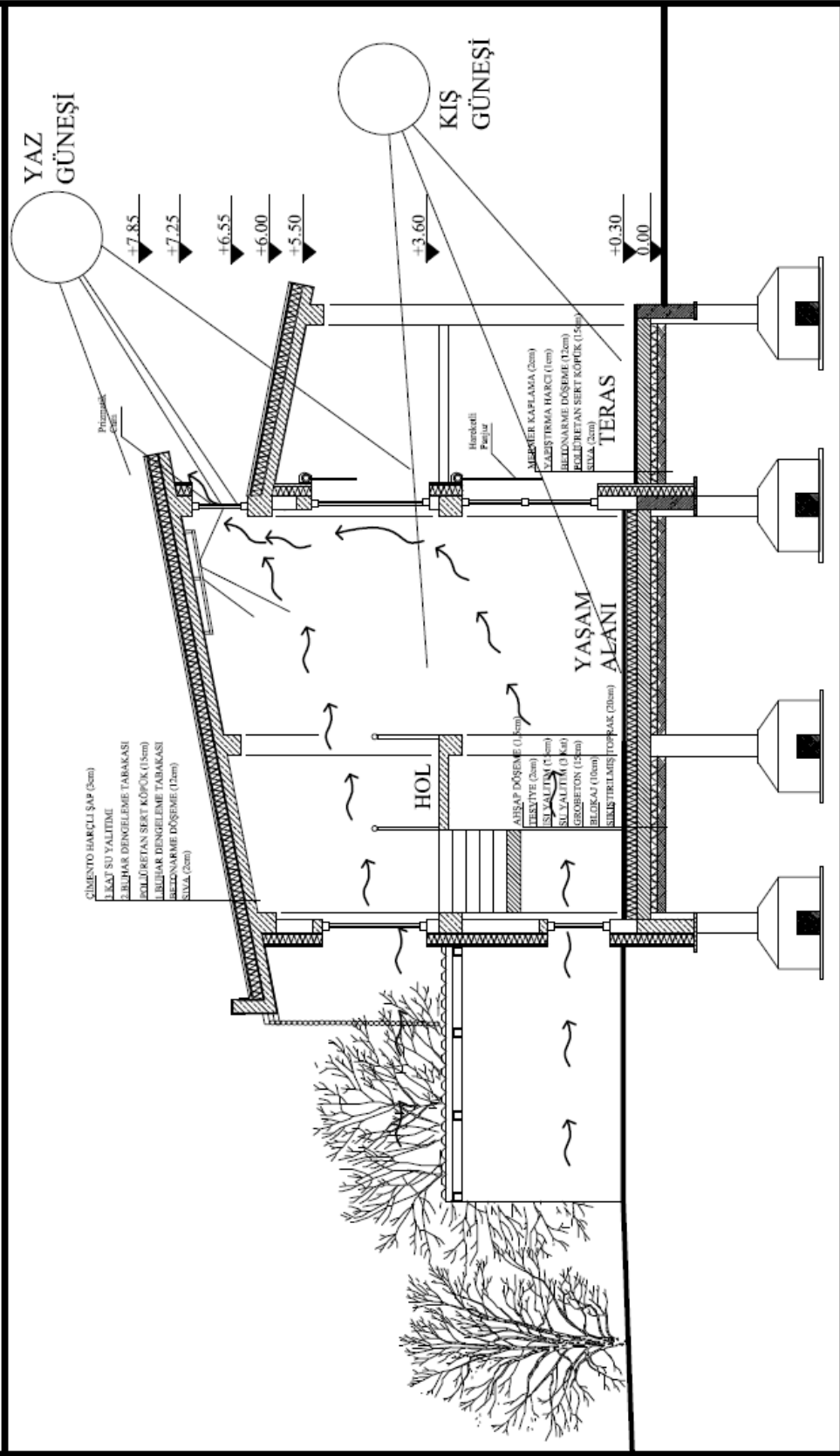
Yapı doğu-batı doğrultusunda dik uzanacak biçimde yerleştirilmiş, uzun olan güney cephesi manzaraya yönlendirilmiştir. Ayrıca yapının döşeme kaplamalarında, yapının bulunduğu bölgeye yakın çevreden elde edilen ahşap kaplamalar ve Bergama mermeri kullanılmıştır.

1. KAT PLANI Ö:1/100



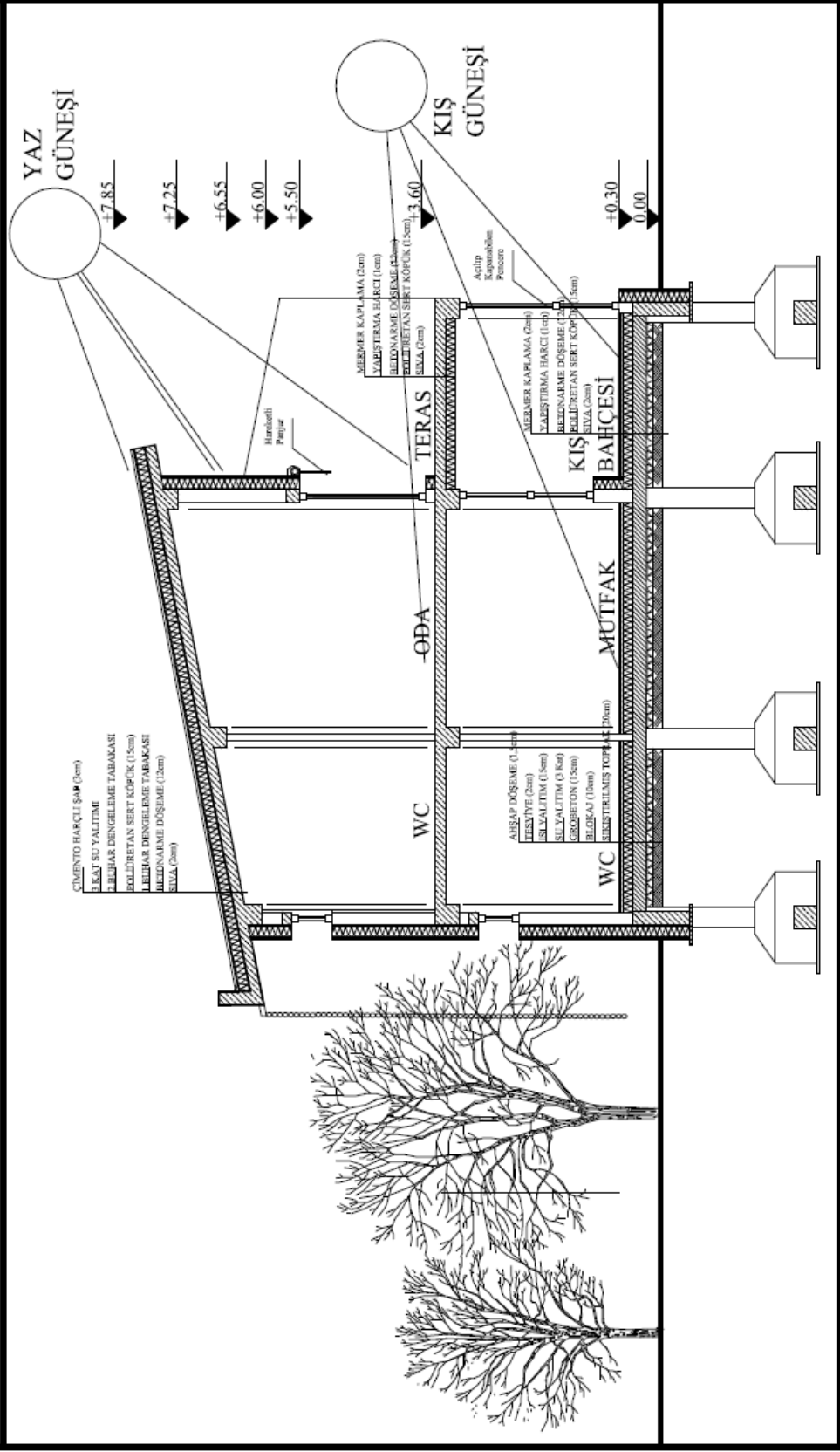
Şekil 4.82 Önerilen yapının 1. Kat planı

AA KESİTİ Ö:1/100



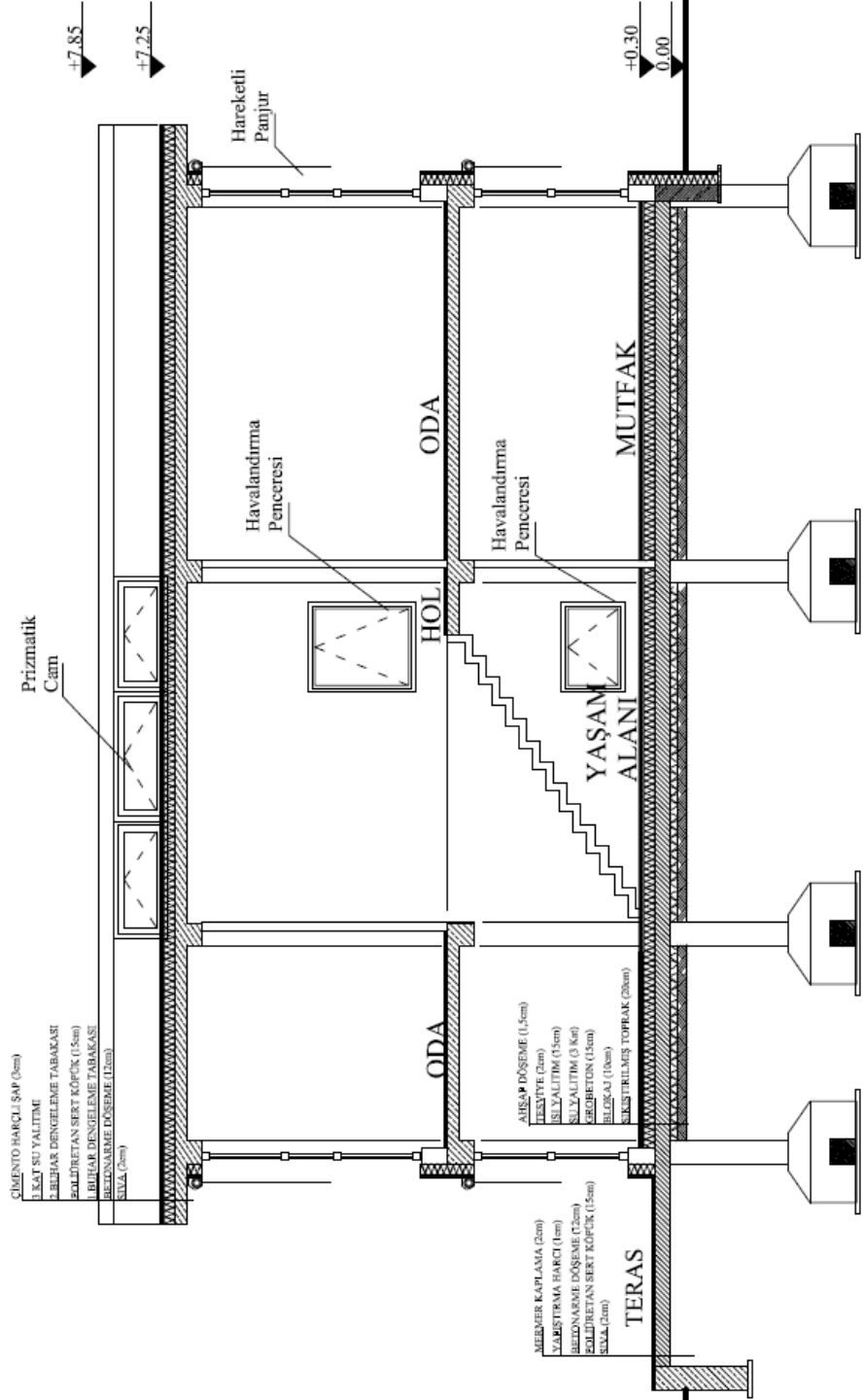
Şekil 4.83 Önerilen yapının AA kesiti

BB KESİTİ Ö:1/100

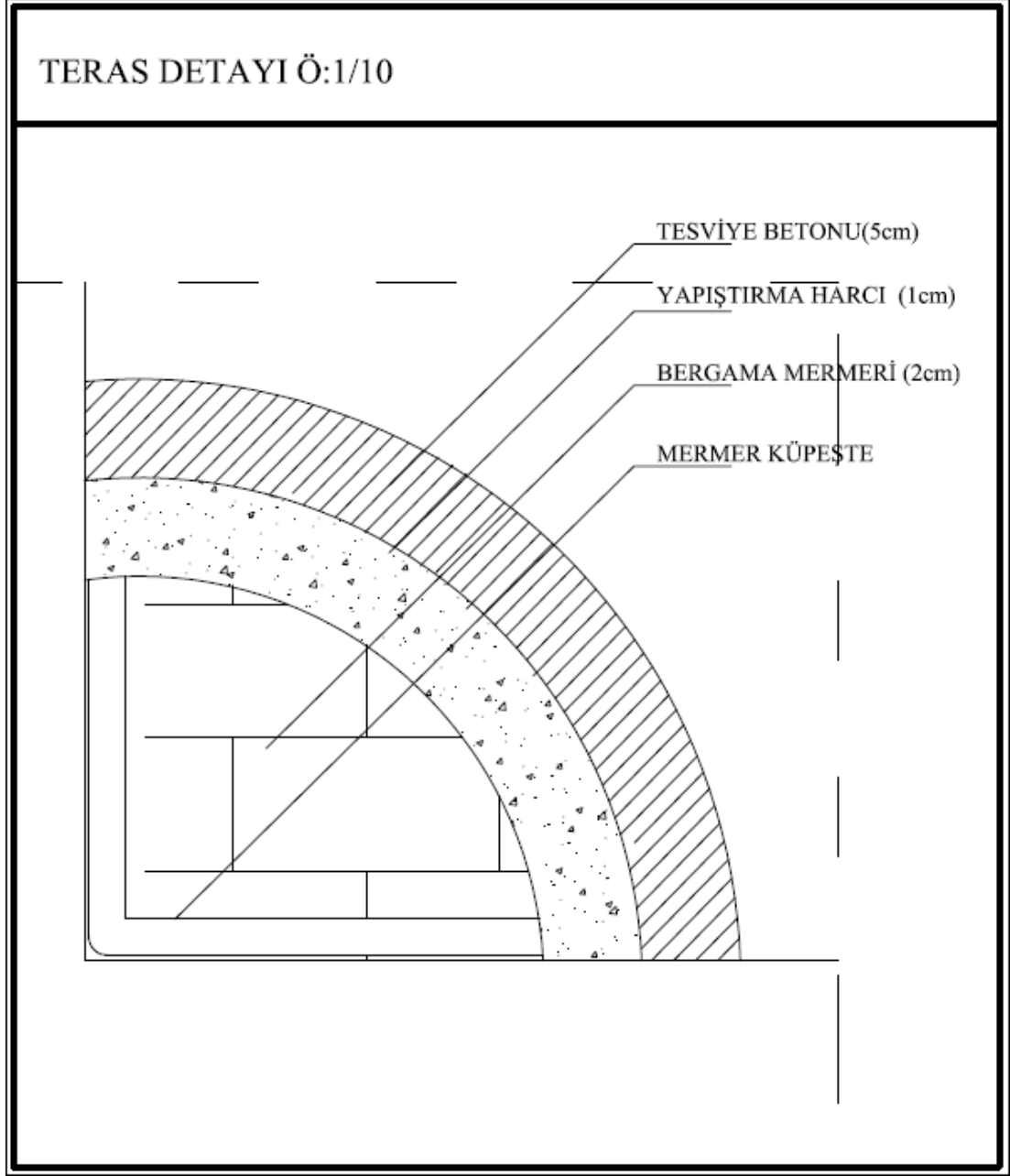


Şekil 4.84 Önerilen yapının BB kesiti

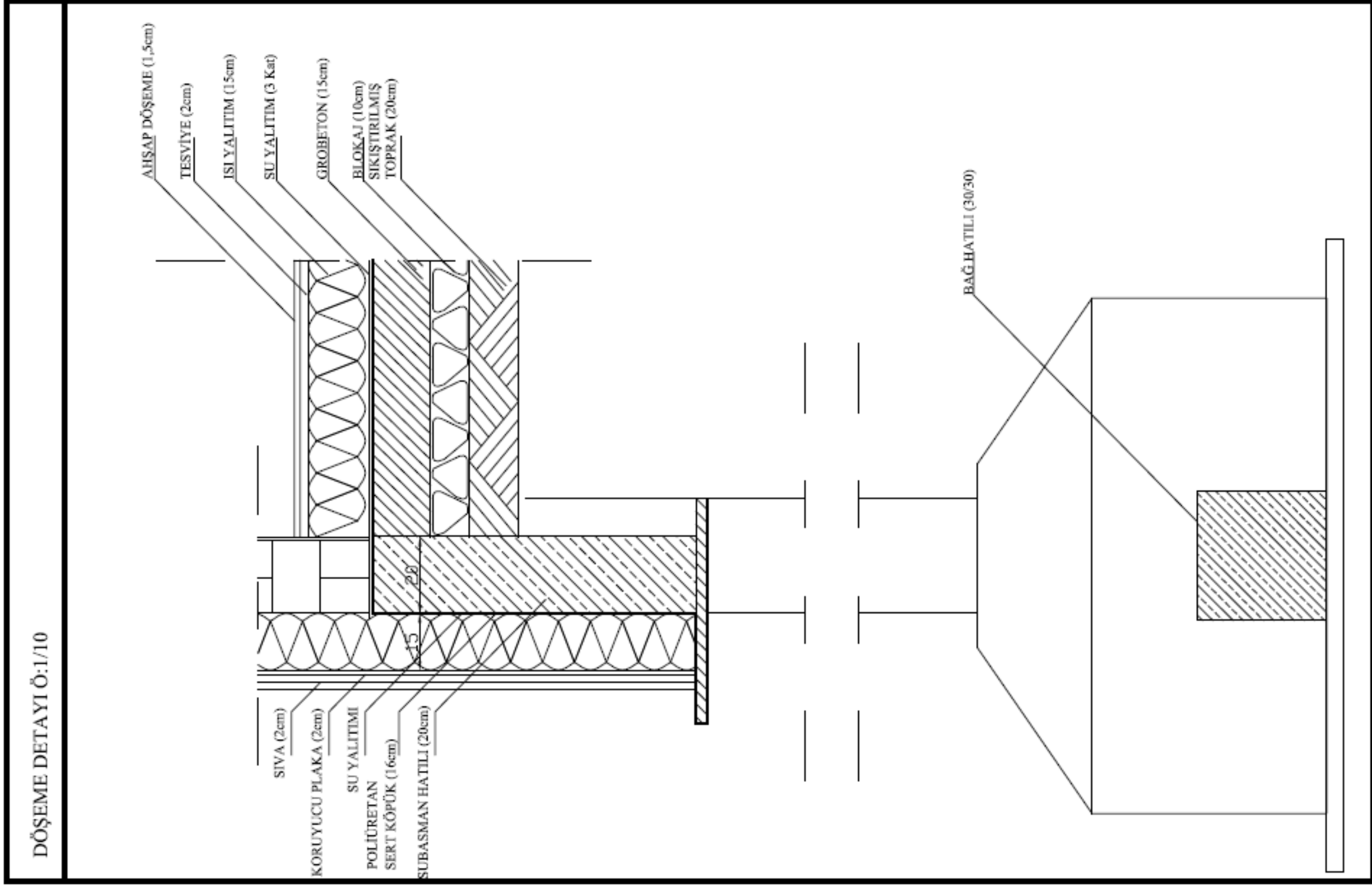
CC KESİTİ Ö:1/100



Şekil 4.85 Önerilen yapının CC kesiti



Şekil 4.86 Önerilen yapının teras detayı



Şekil 4.89 Önerilen yapının döşeme detayı

Yapı planı tasarlanırken öncelikle kuzey cephesine giriş, ıslak mekanlar, depo, merdiven gibi birimler yerleştirilmiştir. Güney cephesine ise kullanıcıların günün büyük bir bölümünü geçirdikleri yaşama alanları yerleştirilmiştir. Yapı kompakt bir yapı olarak tasarlanmıştır. Cephede ve yapı formunda hareketlilikten kaçınılmıştır. Dikdörtgen formulu yapıya dıştan ısı ve su yalıtımı yapılmıştır. Yapı yalıtılırken Pasif Ev kriterleri de dikkate alınarak, belirlenen detaylar üzerinden çalışılmıştır.

Yapı dışında yer alan garaj ve rüzgarlık biriminde çelik strüktür kullanılarak oluşabilecek ısı köprüsü engellenmiştir. Yalıtımın dışında kalan bu iki birim yarı açık mekanlardır.

Yapının güneyinde ise geniş bir teras ve kış bahçesi tasarlanmıştır. Kış bahçesi İzmir ilinde kullanılacağı için açılır kapanır sürgülü camlar kullanılmıştır. Yaz döneminde kış bahçesi açılarak terasa dahil edilmekte ve havalandırmaya yardımcı olmaktadır.

Tablo 4.30 İzmir Evi U-değerleri ve malzeme tablosu

İzmir Evi	Dış Duvar	Çatı	Zemin döşemesi	Pencere
U-Değeri	0,134W/(m ² K)	0,133 W/(m ² K)	0,104 W/(m ² K)	1,4 W/(m ² K)
Malzeme	-44cm. yalıtımlı tuğla duvar. (İçte yatay delikli tuğla duvar, dışta poliüretan sert köpük ve bitiş elemanı)	-50cm. yalıtımlı betonarme eğik çatı	-39cm. ısı ve su yalıtımlı grobeton döşeme	-İki camlı, argon dolgulu ahşap pencere

Genel olarak yapının güneyinde geniş pencere açıklıkları, batı ve doğusunda orta büyüklükte kapı ve pencere açıklıkları, kuzeyinde ise küçük pencere açıklıkları kullanılmıştır. Tüm açıklıklar sensörlü ve manuel olarak kullanılabilen jaluzilerle yaz güneşinden korunaklı hale getirilmiştir. Pencereleerde kullanılan camlar için argon dolgulu çift cam seçilmiştir. Yurtdışında yapılan enerji etkin konut örneklerinde 3 camlı pencere sistemleri grlmştir. Fakat Türkiye’de 3 camlı pencere üretimi henüz olmadığından, yapının sürdürülebilirlik açısından ekonomikliği de düşünüldüğünden 2 camlı sistem seçilmiştir. Bu sebepten dolayı pencerelerde düşük U değeri yerine ortalama bir U değerine ulaşılmıştır.

Yapı iki kattan oluşmaktadır. Giriş katında yaşama alanı, mutfak, ıslak mekanlar ve depo bulunmaktadır. Yaşama alanının üstünde galeri boşluğu oluşturulmuştur. Bu boşluk çatıda yapılan çatı penceresinden gelen güneş işığının alt kata yayılmasını sağlamaktadır. Aynı zamanda bu açıklık, Kuzey cephesinde merdiven altında ve üstünde açılan pencereler ile beraber çapraz havalandırma yapılmasını sağlamaktadır.

Yapının taşıyıcı sistemi olarak betonarme karkas sistem seçilmiştir. Duvarlar 19cm. kalınlığında yatay delikli tuğla ve 20cm. kalınlığında ısı yalıtımından oluşturulmuştur. Yalıtım sisteminin kalın yapılması sayesinde, kiş mevsimlerinde iç ortam konforu sabit tutulabilmektedir. Tablo 4.31’de İZMİR Evi için İZODER programı kullanılarak hesaplanan ısı geçirgenlik katsayısı değerleri görülebilmektedir.

Tablo 4.31 İzmir Evi U-değerleri hesaplama çizelgesi

Binadaki Yapı Elemanları		Yapı Eleman Kalınlığı	Isıl İletkenlik Hesap Değeri	Isıl İletkenlik Direnci	Isı Geçirgenlik Katsayısı	Isı Kaybedilen Yüzey	Isı Kaybı	
		d(m)	λ (W/mK)	R (m ² K/W)	U (m ² K/W)	A (m ²)	AxU (W/K)	
DUVAR:Diş Havaya Açık Duvar1.1	1 _{kx1} Yüzeysel Isıl İletim Katsayısı (İç)			0,130				
	4.9.1 Genleştirilmiş perlit agregasıyla	0,02	0,14	0,143				
	7.1.2.1 TS EN 771-1 e uygun dolu veya	0,2	0,5	0,400				
	4.9.1 Genleştirilmiş perlit agregasıyla	0,02	0,14	0,143				
	10.3.3.1.1 Poliüretan sert Köpük TS 2193,	0,16	0,025	6,400				
	6.5 Alçı karton plakaları(TS 452ye uygun)	0,02	0,25	0,080				
	4.9.1 Genleştirilmiş perlit agregasıyla	0,02	0,14	0,143				
	1 _{kxd} Yüzeysel ısı iletim katsayısı (diş)			0,040				
TOPLAM				7,479	0,134	160,00	21,39	
DUVAR:Diş Havaya Açık donatılı	1 _{kx1} Yüzeysel Isıl İletim Katsayısı (İç)			0,130				
	4.9.1 Genleştirilmiş perlit agregasıyla	0,02	0,14	0,143				
	5.1.1 Donatılı	0,4	2,5	0,160				
	6.5 Alçı karton plakaları(TS 452ye uygun)	0,02	0,25	0,080				
	10.3.3.1.1 Poliüretan sert Köpük TS 2193,	0,16	0,025	6,400				
	4.9.1 Genleştirilmiş perlit agregasıyla	0,02	0,14	0,143				
	1 _{kxd} Yüzeysel ısı iletim katsayısı (diş)			0,040				
	TOPLAM				7,096	0,141	14,00	1,97
TAVAN:Çatılı Kullanılan Tavan2.1	1 _{kx1} Yüzeysel Isıl İletim Katsayısı (İç)			0,130				
	4.9.1 Genleştirilmiş perlit agregasıyla	0,01	0,14	0,071				
	5.1.1 Donatılı	0,12	2,5	0,048				
	10.5.1 Mineral ve bitkisel lifli ısı yalıtım	0,02	0,035	0,571				
	10.3.3.1.1 Poliüretan sert Köpük TS 2193,	0,15	0,025	6,000				
	10.5.1 Mineral ve bitkisel lifli ısı yalıtım	0,02	0,035	0,571				
	9.2.2.1.1 Bitümlü karton	0,015	0,19	0,079				
	4.6 Çimento harçlı şap	0,03	1,4	0,021				
	1 _{kxd} Yüzeysel ısı iletim katsayısı (diş)			0,040				
	TOPLAM				7,533	0,133	89,00	11,82
TABAN:Toprak Temalı Taban1.1	1 _{kx1} Yüzeysel Isıl İletim Katsayısı (İç)			0,170				
	4.6 Çimento harçlı şap	0,05	1,4	0,036				
	9.1.3 Sentetik malzemeden kaplamalar	0,03	0,23	0,130				
	5.1.1 Donatılı	0,15	2,5	0,060				
	10.3.3.1.1 Poliüretan sert Köpük TS 2193,	0,16	0,025	6,400				
	4.6 Çimento harçlı şap	0,05	1,4	0,036				
	8.1.1 İğne yapraklı ağaçlardan elde edilmiş	0,015	0,13	0,115				
	8.1.1 İğne yapraklı ağaçlardan elde edilmiş	0,015	0,13	0,115				
	1 _{kxd} Yüzeysel ısı iletim katsayısı (diş)			0,000				
TOPLAM				0,5 x A x U	7,063	0,142	90,00	6,37
Diş Pencere1						0,95	27	25,65
Diş Kapı1						3,5	2,2	7,7

Tablo 4.32 İzmir Evi'nde kullanılan pasif sistemler

İzmir Evi'nde Kullanılan Pasif Sistemler				
Yapı Formu Yer Seçimi ve Yönlenme	Yönlenme	Kuzey-Güney		
		Doğu-Batı	✓	
	Peyzaj ve Bitki Örtüsü		✓	
	Bina Formu	Kare		
		Dikdörtgen	✓	
Dairesel				
Oval				
Yapı Kabuğu ve Fiziksel Özellikleri	Yalıtım ve U-Değerleri	Dış Duvar	0,134	
		Döşeme	0,142	
		Çatı	0,133	
		Pencere	1,4	
	Geleneksel Malzeme Kullanımı		✓	
Güneş Kontrol Sistemleri ve Doğal Aydınlatma	Güneş Kırıcılar		✓	
	Doğal Aydınlatma Çözümleri	Işık Tüpü		
		Çatı Penceresi	✓	
Doğal Havalandırma	Rüzgar Bacası			
	Rüzgar Keççesi			
	Trombe Duvarı			
	Galeri ve Atrium		✓	
	Çift Cidarlı Cephe			
	Çapraz Havalandırma		✓	
Isıtma ve Soğutma	Pasif Isıtma Sistemleri	Trombe Duvarı ile Isıtma		
		Kış Bahçesi ve Sera	✓	
		Çakıl Yatağı		
		Çatı Havuzu		
		Su Duvarı		
	Pasif Soğutma Sistemleri	Işınimsal Soğutma Sistemleri		
		Evaporatif Soğutma Sistemleri		
Toprak Kaynaklı Soğutma Sistemleri				

BÖLÜM BEŞ

SONUÇ

Günümüzde yapı endüstrisinin, dünyada tüketilen enerjinin %50'sinden fazlasını tükettiği, yapılan literatür taraması sonucunda saptanmıştır. Yaşamın sürekliliği çevre ve enerji ile doğrudan ilişkilidir. Enerjinin kullanımı, sürdürülebilir yaşam için önem taşımaktadır. Enerjinin önemli bir kısmının yapılarda kullanılması da bilinen bir gerçektir. Enerjinin etkin ve verimli kullanılması sürdürülebilir yaşam için atılması gereken adımlardan biridir. Enerjinin etkin ve verimli kullanılmasının önemli bir kısmını sürdürülebilir mimari çözümler oluşturmaktadır. Çalışmada sürdürülebilirlik kavramı, sürdürülebilir mimari kavramı, sürdürülebilir mimaride ilkeler ve sürdürülebilir yapı örnekleri ele alınıp incelenmiştir.

Literatürde; çevre ve kaynak korunumu için, güneş, rüzgar gibi tükenmeyen ve rüzgar yenilenebilir enerji kaynaklarına yönelimin sürdürülebilir mimarinin temellerini oluşturduğu görülmüştür. Dünya üzerinde hem çevreyi en az etkileyecek, hem de yenilenebilir kaynaklardan en büyük oranda faydalanılabilecek çözümler geliştirilmiştir. Gelecek nesiller için bugünkü çevre şartlarının korunduğu ve iyileştirildiği, az enerji tüketen yapıların tasarlandığı, sürdürülebilir bir yaşam bırakmak durumundayız.

Sürdürülebilir mimarinin temel ilkeleri olan kaynak korunumu, insan için tasarım ve yaşam döngüsü ilkelerini bir takım mimari çözümlerle karşılamak mümkün olabilmektedir. İnsanların sağlıklı bir yaşam ve iç mekan konforunu arttırmak için, yapılarda daha çok enerji tüketmeye başladıkları görülmüştür. Yaşanan enerji krizi sonrasında dünya çapında çeşitli konferanslar, toplantılar ve zirveler düzenlenmiştir. Her birinde sürdürülebilir kalkınma, sürdürülebilir mimari ve kaynak korunumu açısından kararlar alınıp protokoller imzalanmıştır. Bunun sonucunda, sürdürülebilir mimarlık kavramı ortaya atılmış ve geliştirilmeye başlanmıştır. Bu kapsamda, tasarlanıp uygulanan projelerde, sürdürülebilir mimarlık ilkelerine uygun yöntemler geliştirilip uygulanmaya başlanmıştır. Dünya gündeminde yer almaya başlayan sürdürülebilir mimarlık yaklaşımının genel kabul görmeye başlamasıyla, kaliteli

yaşam ve enerji korunumu konularında mimarlara da yapı tasarlama aşamalarında önemli görevler düşmektedir.

Yapı endüstrisinde en sık kullanılan ve yeryüzünde en yaygın olarak bulunan yapı tiplerini konutlar oluşturmaktadır. Öncelikle bireyleri sürdürülebilir bir yaşam için bilinçlendirmek ve onlar için sürdürülebilir ilkeler düşünülerek tasarlanmış yapılar oluşturmak gerekmektedir. Bu sayede en küçük ölçekten başlayıp, büyük ölçeğe doğru gerekli adımların atılması sağlanabilmektedir.

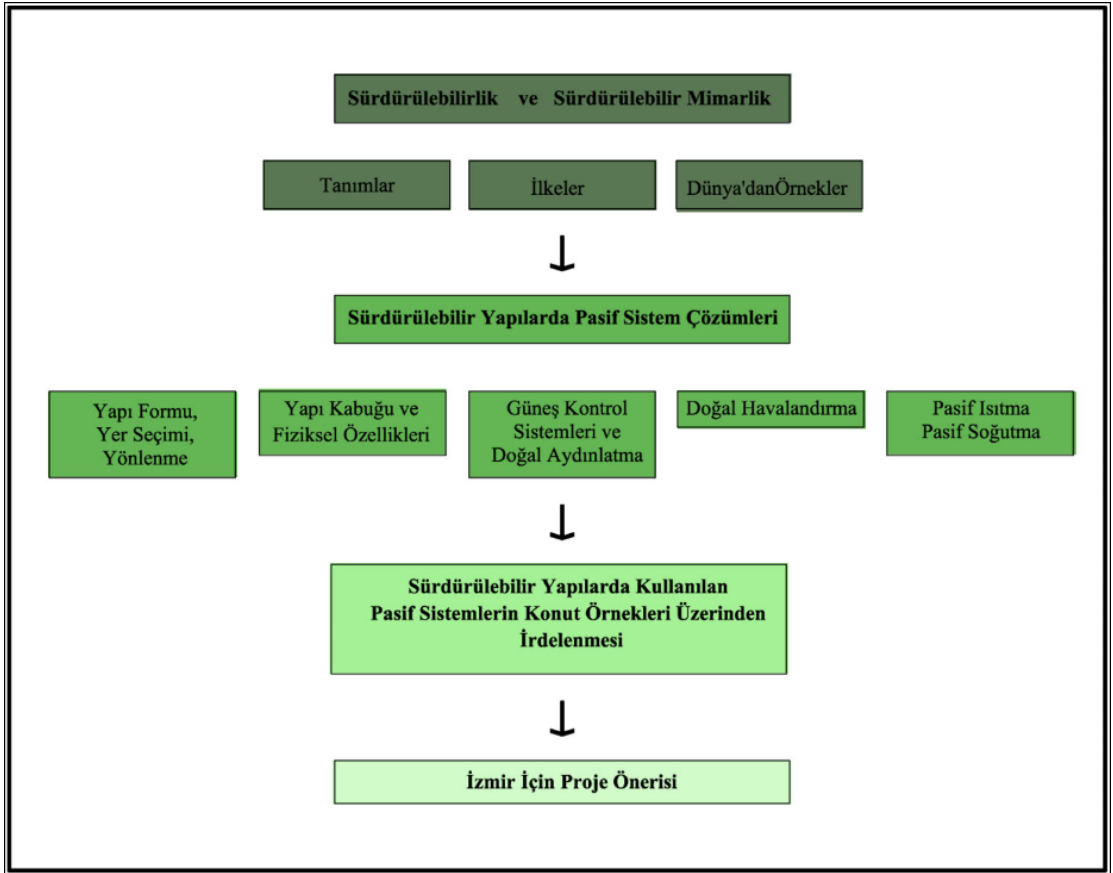
Bir yapının çevreye en az zarar verip, en fazla iç mekan konforu sağlaması için bir bütün olarak tasarım ve planlama aşamasında ele alınması gerekmektedir. Çalışmanın ikinci bölümünde; bir yapının sürdürülebilir olması için kaynak tüketimini en aza indirmesi, bunun için de enerji tüketimini minimize ederek ve hatta enerjiye ihtiyaç duymaksızın, doğrudan tasarım aşamasındaki bir takım kararlarla oluşturulan pasif sistemlerle, enerji korunumu sağlaması gerektiğinden bahsedilmiştir. Bu bölümde, yapılarda; tasarım aşamasından, uygulama ve kullanım aşamasına kadar kullanılan pasif sistem çözümleri ele alınıp incelenerek sürdürülebilir mimaride pasif sistemlerin hangi yöntem ve tekniklerle uygulanabileceği ortaya konmuştur.

Yapının yeri, yönü, bulunduğu çevrenin koşulları, yapı kabuğu tasarımı, pasif ısıtma sistemleri, pasif soğutma sistemleri, pasif aydınlatma sistemleri, doğal havalandırma, doğal aydınlatma, güneş kontrol elemanları gibi sistemler incelenip çalışmada yer verilmiştir. Bu bölüm sonunda, pasif sistemlerle birlikte tasarlanan bir yapının çok büyük oranda dışa bağımlı olmaktan kurtulup, kendi enerji ihtiyaçlarını karşılayabilir konuma geldiği belirtilmiştir.

Sürdürülebilir yapılarda kullanılan pasif sistemler çalışmanın dördüncü bölümde örnekler üzerinden irdelenmiştir. Bir yapının bütüncül olarak tasarlanması gerektiği, sonradan yapılan eklentilerle değil, formu, yeri, yönlenmesiyle enerjiyi etkin kullanabilir hale gelebileceği saptanmıştır. İncelenen pasif çözümlere sahip konut örneklerinin genellikle kompakt tasarlanmış, bulunduğu ülkenin yerel malzeme ve

yapım yöntemlerinden yararlanmış, çevreci, doğanın olumlu etkilerinden doğaya zarar vermeden faydalanan, konforlu iç mekanların oluşturulduğu yapılar olduğu görülmüştür.

Sürdürülebilirlik kriterleri incelenen yapılarda peyzaj açısından değerlendirildiğinde, yapıların tümünde, yapı iklimlendirilmesinde peyzajdan yararlanıldığı tespit edilmiştir.



Şekil 4.90 Proje oluşturulmasında izlenen yol

Sürdürülebilirlik kavramı ve sürdürülebilir mimarlık örnekleri incelenip, enerjinin etkin ve verimli kullanılmasını sağlayıp konforlu iç mekanlar tasarlamak amacıyla kullanılan pasif sistemler derlenerek, bu sistemlerin kullanıldığı sürdürülebilir yapı örnekleri irdelenmiştir. Bu çalışmanın ardından İzmir ili için bir proje önerisinde bulunulmuştur. İzoder TSE825 programı kullanılarak nicel verilere ulaşılmıştır. Bu süreçte izlenen yol Şekil 4.90'da belirtilmektedir.

Bu çalışmada, yurtdışında son yıllarda kullanılmaya başlanan Pasif Sistemlerin, ülkemizde de kullanılıp yaygınlaşmaya başlayabileceği, bu sayede ülke çapında büyük oranda kaynak korunumu ve enerji tasarrufu yapılabileceği bir kez daha ortaya konmak istenmiştir.

Hızla gelişen teknoloji ve artan nüfusla beraber tükenen kaynaklar, insanlığı sürdürülebilir bir yaşam kurmaya yönlendirmiştir. Bunun sonucunda, dünya üzerinde yaygın olarak mimaride çözümler geliştirilmektedir. Mimaride sürdürülebilirlik ve yapılarda kullanılmak üzere pasif sistem çözümlerinin geliştirilmesi bu sürecin bir parçasını oluşturmaktadır. Bu süreçte pasif sistemlerin kullanılıp geliştirilmesini, kullanılan yapıların sertifikalandırılmasını ve denetlemesini üstlenmek üzere Avrupa'da bir enstitü kurulup, çeşitli çalışmalar yapılmaktadır. Bunun yanı sıra ülkemizde de olmak üzere sürdürülebilir mimarlık ve pasif sistem çözümlerinin geliştirilmesine yönelik çeşitli sempozyum, seminer vb. etkinlikler yapılmaktadır.

Çalışmanın sonucunda bir takım öneriler geliştirilmiştir. Bu öneriler aşağıda maddeler halinde sıralanmıştır;

- Yapıların bütüncül olarak tasarlanması, sonradan yapılan eklentilerle değil, formu, yeri, yönlenmesiyle enerjiyi etkin kullanabilir hale getirilmesi gerekmektedir.
- İzmir ili için tasarlanan örnek sonucunda; Türkiye'de yaz mevsimini en sıcak yaşayan illerden biri olan İzmir ilinde, kış mevsimi için yapılan yüksek yalıtım, pasif ısıtma sistemleri kadar, yaz mevsimi için; doğal havalandırma, gölgeleme elemanlarının kullanımının da büyük önem taşıdığı vurgulanmak istenmiştir.
- Tasarlanan örnek projede, 3 camlı argon dolgulu pencere kullanımı yerine 2 camlı argon dolgulu pencere kullanılmıştır. Bu seçimin sebebi, bu çalışmada, pasif sistemlerin kullanımının önemi olduğu kadar sürdürülebilirliğin de önemli olmasıdır. 3 camlı pencere üretimi henüz Türkiye'de yapılmadığından yurt dışından temin etmek, sürdürülebilirliğin ekonomiklik yaklaşımı açısından mümkün olamamaktadır. 2 camlı pencere kullanımının dezavantajı olarak yüksek U değerine ulaşmayı söylemek mümkün olmaktadır. 3 camlı pencere sistemlerinin Türkiye'de de üretiminin başlayıp yaygınlaşması önerilmektedir.

- Güneşi ve rüzgarı etkin olarak kullanabileceğimiz, ılıman iklim kuşağında bulunan ülkemiz için, uluslararası düzeydeki çalışmalar ve kuruluşların takip edilip ülkemize uyarlanması gerekmektedir.
- Bu süreçte devlet teşviği ile akademik çalışmaların yapılması, Türkiye için uygun detayların geliştirilmesi ve uygulanmaya başlanması gerekmektedir.
- Yürürlükte olan yasa ve yönetmeliklere ek olarak düzenlemeler yapıp, belirli standartlar oluşturulmalıdır. Bunun devamında ise inşa edilecek her bir yapının pasif sistem standartları ile tasarlanması gerekmektedir. Bu sayede ülke ekonomisine kısa zamanda büyük katkılar sağlanabilecektir.
- Türkiye’de pasif sistem çözümlerinin yapılarda kullanımının yaygınlaştırılması ve belirli standartlar ve yönetmelikler altında uygulanması sonucunda, enerjinin etkin ve verimli kullanılmasını, tükenbilir kaynakların yerine yenilenebilir kaynakların tercih edilmesini, ülke ekonomisinin büyük ölçüde kalkınmasını ve günümüz dünyasında gelişmiş ülkelerin hedeflerinden biri olan sürdürülebilirlik ve sürdürülebilir mimari kavramlarına ulaşılmasını sağlayacaktır.

KAYNAKLAR

30 St Mary Axe, (b.t). 30 Mart 2014, <http://www.fosterandpartners.com/projects/swiss-re-headquarters-30-st-maryaxe/>

Akşit, F. (2002). *Soğuma enerjisi korunumunu hedefleyen cephe dokusunun belirlenmesinde kullanılabilecek bir yaklaşım*. Doktora Tezi, İstanbul: İstanbul Teknik Üniversitesi, Mimarlık Fakültesi.

Akyol Altun, D. (2009). Sürdürülebilir, enerji korunumlu bir mimarlıkta “Tasarım”. *Ege Mimarlık*, (68), 28-33.

Al Bahar Towers Responsive Facade / Aedas, (2012). 25 Nisan 2014, <http://www.archdaily.com/270592/al-bahar-towers-responsive-facade-aedas/>.

Ali, C. ve Say Özer, Y. (2011). Sıcak iklimlerde bina içi iklimlendirme için geleneksel bir sistem: rüzgar bacaları, *10. Ulusal Tesisat Mühendisliği Kongresi*.

Alter, L. (2007). *Loblolly House: pictures at last*. 03 Mayıs 2014, <http://www.treehugger.com/sustainable-product-design/loblolly-house-pictures-at-last.html>.

Altın, M. (2013). Bir sürdürülebilir mimarlık örneği: Otonom binalar - Dymaxion Evi, *Ege Mimarlık*, (83), 24-29.

Altın, M. ve Aşıkoğlu, A. (2014). *Sürdürülebilir mimari tasarımda aerojeller*, 1.Ulusal Yapı Fiziği Kongresi, Bildiriler Kitabı, İstanbul Teknik Üniversitesi

Altın, M. ve Orhon, V. (2014). Akıllı yapı cepheleri ve sürdürülebilirlik, *Çatı Cephe Sempozyumu 2014*

Balogh, A. (b.t). *Energy-efficient powerhouse*, 30 Nisan 2014, <http://www.concretenetwork.com/concrete-homes/design-ideas/passive.html>.

Begeç, H. (2013). Sürdürülebilir yüksek yapı tasarımında yönelimler. *Ege Mimarlık*, (83), 30-35.

Bezmez, S. ve Brown, C.H.(2012). *Redhause İngilizce-Türkçe Sözlük* (34. Baskı). İstanbul : SEV-YAY

Burton, R. ve Pritehat, İ. (2014). *Passivhaus - towards zero carbon homes*, 32-45

Camden Passivhaus – London's first certified Passivhaus, (b.t). 30 Mart 2014, <http://lowenergybuildings.org.uk/viewproject.php?id=207>.

Camden Passivhaus, (b.t). 27 Şubat 2014, http://www.passivhaustrust.org.uk/projects/detail/?cId=14#.U7Ry5vl_uvX.*Camden Passivhaus*, (b.t). 27 Şubat 2014, <http://www.bere.co.uk/projects/camden-passivhaus/ranulf%20road>.

Cam panelli güneş kırıcılar, (b.t). 25 Nisan 2014, <http://www.cemyapi.com/urunler.asp?code=101113000000%20&kategori=CAM%20PANEL%20g%FCne%FE%20k%FDr%FDc%FD>.

Case Study: Loblolly House, (b.t). 03 Mayıs 2014, <http://www.nanawall.com/applications/loblolly-house#.UzGgR4Xf3Aw>.

Certification buildings, (bt). 13 Ekim 2014, http://www.passiv.de/en/03_certification/02_certification_buildings/02_certification_buildings.htm.

Chen, J. J. ve Chambers, D. (1999). *Sustainability and the impact of chinese policy initiates upon construction. Construction management and economics* 17(6), 689-700

Commerzbank Headquarters, (b.t). 17 Şubat 2014, <http://www.fosterandpartners.com/projects/commerzbank-headquarters/>.

Cotterel, J. ve Dadeby, A. (2012). *The Passivhaus handbook*. Devon: Green Books.

Çakmanus, İ. ve Bilgin, A. (2009). Güneş enerjisi ile binaların pasif ısıtılması. *Tesisat Mühendisleri Dergisi*, (36), 7-12.

Çarkacı, Ç., Özkorucu, K. ve Atmaca, İ. (2012). Örtü altı tasarımda alternatif iklimlendirme sistemleri ve ısı pompası kullanımının değerlendirilmesi. *Tesisat Mühendisliği Dergisi*, (129), 21.

Çelebi, G., Gültekin, A. B., Bedir, M., Tereci, A. ve Harputlugil, G. (2008). *Yapı-çevre ilişkileri*. TMMOB Mimarlar Odası Ankara Şubesi SMGM (Sürekli Merkezi Gelişim Merkezi) Koruma Programı Eğitimi, Ankara 2008

Denby Dale Case Study, (b.t). 30 Nisan 2014, <http://passivedesign.org/casestudy/#overview-of-case-study>.

Denby Dale Passivhaus, (b.t)30 Mart 2014, <http://www.greenbuildingstore.co.uk/page--denby-dale-passivhaus.html>.

Denby Dale Passivhaus, (b.t). 30 Mart 2014, <http://www.lowenergybuildings.org.uk/viewproject.php?id=232>.

DIY passive heating/cooling, (b.t). 30.Nisan 2014, <http://diysufficient.com/product/diyguides/diy-passive-heating-cooling/>.

Dikmen, Ç. (2011). Enerji etkin yapı tasarım ölçütlerinin örneklenmesi. *Politeknik Dergisi*, (2), 121-134.

Doğan, A. ve Pırasacı, T. (2009). Bina cephelerinde yalıtım yerine trombe duvar kullanımının incelenmesi. *Tesisat Mühendisliği Dergisi*, (112), 41-51.

Drexler, H. ve El Klouli, S. (2012). *Holistic housing*, (1.Baskı). Münih: Detail.

Durmuş Arsan, Z. (30 Temmuz 2010). *Bilinen ve sürdürülebilir*. 11 Ocak 2014, <http://ekoyapidergisi.org/133-bilinen-ve-surdurulebilir.html>.

Düsseldorf Stadttor (City Gate), (b.t). 24 Nisan 2014, http://gaia.lbl.gov/hpbf/casest_d.htm.

Efe, A. (2009). *Pasif güneş evlerinde bina kabuğu sistemi tasarımı*. Yüksek Lisans Tezi, İstanbul Teknik Üniversitesi.

Ekinciöglü, M. (Ed.). (2000). *Çağdaş dünya mimarları dizisi*, 7. İstanbul: Boyut Yayınları.

Engin, N. (2012). Enerji etkin tasarımda pasif iklimlendirme: Doğal havalandırma. *Tesisat Mühendisliği Dergisi*, (129), 62-70.

Erengözgin, Ç. (2005). *Enerji Mimarlığı*. Ege Üniversitesi Güneş Enerjisi Enstitüsü 4. Yenilenebilir Enerjiler Sempozyumu ve Sanayi Sergisi Bildiri Özetleri.

Gallery: Naturhus: an entire house wrapped in its own private greenhouse, (b.t). 15 Nisan 2014, <http://inhabitat.com/naturhus-an-entire-house-wrapped-in-its-own-privategreenhouse/naturhus-house-wrapped-in-a-greenhouse-11/?extend=1>.

George Fred Keck, (b.t). 30 Nisan 2014, <http://www.watertownhistory.org/articles/Keck,%20George%20Fred.htm>.

Gilman, R. (1992). *Sustainability*. 11 Şubat 2014, <http://www.context.org/about/definitions/#sustainability>

GT Solar Decathlon House, (b.t). 15 Nisan 2014, <http://afroemelt.peregrineone.com/solardecathlon.html>.

Holloway, D.R. (2011). *A simple design methodology for passive solar houses*. 18 Mart 2014, <http://www.dennisrhollowayarchitect.com/simpledesignmethodology.html>.

House Rauch, (b.t). 05 Mayıs 2014, <http://www.lehmtonerde.at/en/projects/project.php?pID=7>.

ID 1770, (b.t). 18 Mart .2014, http://www.passivhausprojekte.de/index.php?lang=en#d_1770.

İrkli, D. (1996). Sürdürülebilir bir geleceğe mimarın katkısı. *Mimarlık*, (269), 33-35.

İnan, T. ve Başaran, T. (2013). Çift cidarlı cepheler: Avantajları ve dezavantajları. *11. Ulusal Tesisat Mühendisliği Kongresi*.

İndosky. (14 Mart 2014). *Al bahar Tower Abu Dhabi*, part 2 [555], <http://www.skyscrapercity.com/showthread.php?t=1354263&page=28>.

Jeffery, J. (2006). *Governance for a sustainable future*. London: Royal Institute of Public Health.

Kiraly, J. (1981). *Architektur mit der sonne*. Karlsruhe: C.F. Müller.

Landman, M. (1999). *Breaking through the barriers of sustainable building: Insight from building professionals on government initiatives to promote environmentally sound practices*. Master of Arts in Urban and Environmental Policy Thesis, Tufts Univ., Medford, Mass.

Larch House, Ebbw Vale, Wales, (b.t). 12 Mart 2014, <http://lowenergybuildings.org.uk/viewproject.php?id=236>

Loblolly House, Revit Recreation, (b.t). 02 Mayıs 2014, <http://jilianlocricchio.com/revit.html>.

Manioğlu, G. ve Koçlar Oral, G. (2010). Ekolojik yaklaşımda iklimle dengeli cephe tasarımı. *5. Ulusal Çatı & Cephe Sempozyumu*.

Manioğlu, G. (2011). Enerji etkin tasarım ve yenileme alışmalarının rneklerle değerlendirilmesi, *Tesisat Mühendisliği Dergisi*, (126), 35-47.

Menara Mesiniaga, (b.t). 01 Mayıs 2014, <http://www.hamzahyeang.com/menaramesiniaga/>.

Menara Mesiniaga features bioclimatics, (2010). 15 Nisan 2014, http://www.solaripedia.com/13/302/3410/menara_mesiniaga_diagrams.html.

Nükleer güç santralleri ve Türkiye, (b.t). 08 Haziran 2014, http://www.enerji.gov.tr/yayinlar_raporlar/Nukleer_Guc_Santralleri_ve_Turkiye.pdf.

Ok, V. (2007). Sağlıklı kentler için pasif iklimlendirme ve bina aerodinamiği. 8. *Ulusal Tesisat Mühendisliği Kongresi*.

Ok, V. (2008). Sağlıklı kentler için pasif iklimlendirme ve bina aerodinamiği. *Tesisat Mühendisliği Dergisi*, (103), 33.

Okutan, H. (2012). *Gün ışığı ile aydınlatmanın temel ilkeleri ve gelişmiş gün ışığı aydınlatma sistemleri*. 06 Haziran 2014, http://icci.com.tr/2012sunumlar/O23_Hulya_Okutan.pdf.

zdemir, B. B. (2005). *Sürdürülebilir evre için binaların enerji etkin pasif sistemler olarak tasarlanması*. Yüksek Lisans Tezi, İstanbul Teknik Üniversitesi.

Passive House In The Woods – Konkol Residence, (2014). 11 Ocak 2014, <http://www.usgreenstar.org/2014/05/morr-construction-new-home-gold/>.

Passive House requirements, (b.t). 28 Haziran 2014, http://www.passiv.de/en/02_informations/02_passive-house-requirements/02_passive-house-requirements.htm

Pearson A.C., (b.t). *Loblolly House*. 02 Mayıs 2014, <http://archrecord.construction.com/residential/recordhouses/2007/07loblolly.asp>.

Portola Valley Town Center, (b.t). 30 Nisan 2014, <http://www.aiatopten.org/node/121>.

Rammed earth House Rauch / Boltshauser Architekten, (b.t). 05 Mayıs 2014, <http://ideasgn.com/architecture/rammed-earth-house-rauchboltshauserarchitekten/>.

Rammed earth house, Rauch family home, (b.t). 05 Mayıs 2014, <http://www.architonic.com/aisht/rammed-earth-house-rauchfamilyhomeboltshauser-architekten/5100620>.

Road, R. (b.t). *PassivHaus buildings in the UK PHPP break out group*.

Roaf, S. (2007). *Ecohouse: A design guide*. elsevier Ltd (3rd Edition). London.

Sev, A. (2009). *Sürdürülebilir mimarlık* (1. Baskı). İstanbul: YEM Yayın.

Sev, A. ve Başarır, B. (2011). Geçmişten geleceğe enerji etkin yüksek yapılar ve uygulama örnekleri. *10. Ulusal Tesisat Mühendisliği Kongresi*.

Skybox shelf serisi, (b.t). 20 Nisan 2014, <http://www.gunisigiaydinlatma.com/Product/SkyBoxShelf#>.

Solar Decathlon House, (b.t). 15 Nisan 2014, <http://www.coa.gatech.edu/portfolio/image-school/school-architecture?page=2>.

Soubdhan, T., Feuillard, T. ve Bade, F. (2005). *Experimental evaluation of insulation material in roofing system under tropical climate*. *Solar Energy*, (79/3), 311-320.

Sürdürülebilir mimaride kullanılan pasif sistemler, (2012), 25.Nisan 2014 <http://surdurulebilirmimari.blogspot.com.tr/2012/09/surdurulebilirmimaridekullanilan-pasif.html>.

Temiz enerji yayınları güneş mimarlığı, (b.t). 24 Aralık 2013, http://habitatkalkinma.org/dl/kaynaklar/yayin/TemizEnerjiYayinlari/Gunes_Mimarligii.pdf

The local Passivhaus : An interview with Justin Bere, (2011). 06 Şubat 2014, <http://transitionculture.org/2011/04/11/the-local-passivhaus-an-interview-with-justin-bere/>.

This is the Passive House in the Woods, (b.t). 14 Şubat 2013, <http://www.passivehouseinthewoods.com/the-house/>.

Thomas, R. (Ed.). (1996). *Environmental design, An introduction for architects and engineers*. Oxford: E & FN Spon.

Tönük, S. (2008). Benzin bitti kelle göründü, *Arrademento Mimarlık*, 96

Trombe Duvarı, (b.t). 30 Nisan 2014, <http://www.gurselgunacar.com/wp-content/uploads/2011/12/Resim6.jpg>.

Turkiyenin ilk pasif ev binasi, (b.t). 13 Ekim 2014, sepev.org/turkiyenin-ilk-pasif-ev-binasi/.

Uslusoy, S. (2012). *Yenilenebilir enerji kaynakları kullanan enerji etkin binaların yapı bileşeni açısından irdelenmesi*. Yüksek Lisans tezi, Dokuz Eylül Üniversitesi

Uslusoy Şenyurt, S. ve Altın, M. (2014). Enerji etkin tasarımın çatı ve cephelere yansımaları. 7. *Ulusal Çatı & Cephe Sempozyumu*.

Utku, M. (2006). *Nüfus – population*. 22 Aralık 2013 , http://www.baskent.edu.tr/~matemel/courses/nufus_population.pdf.

Uysal, Y. (2002). Uluslararası platformlarda çevre. *Mimarist*, (6), 45.

Ülgen, K. (1995). Binaların pasif güneş enerjili sistemler yardımıyla ısıtılması. *Tesisat Mühendisliği Dergisi*, (22), 6.

Ünlü Çelebi, G. ve diğer (2008). *Yapı-çevre ilişkileri eğitim notları*, TMMOB Sürekli Mesleki Gelişim Merkezi Yayınları.

Wind Ventilation, (b.t). 24 Nisan 2014, <http://sustainabilityworkshop.autodesk.com/buildings/wind-ventilation>.

World Commission on Environment and Development. (1987). *Our Common Future*, United Nations.

- Wu, H., Wang, S. ve Zhu, D. (2007). Modelling and evaluation of cooling capacity of earth-air-pipe systems. *Energy Conversion and Management*, (48/5), 1462-1471.
- Yeang, K. (1998). *1000 Yıllık dönem için tasarım*. 03 Ocak 2014, <http://www.ttmd.org.tr/userfiles/dergi/dergi14.pdf>.
- Yeang, K. (2008). *Eko tasarım* (1. Baskı). İstanbul: YEM Yayınevi.
- Yeang K. (2011). *Ecodesign: A manual for ecological design*. Wiley Acaademy
- Yener, A. K. (2007). Binalarda gün ışığından yararlanma yöntemleri: Çağdaş teknikler. *VIII. Ulusal Tesisat Mühendisleri Konferansı*.
- Yeşil Mimari Ödüllendiriliyor*, (2009). 20 Nisan 2014, <http://www.mimdap.org/?p=18133>.
- Yıldız, Y. ve Durmuş Arsan, Z. (2009). *Binalarda pasif soğutma stratejileri konulu son on yıla ait yayın taraması*. Bildiriler Kitabı
- Yılmaz, Z. (2005). Akıllı binalar ve yenilenebilir enerji, *VII. Ulusal Tesisat Mühendisliği Kongresi*
- Yüksek, İ. ve Esin, T. (2011). Yapılarda enerji etkinliği bağlamında doğal havalandırma yöntemlerinin önemi. *Tesisat Mühendisliği Dergisi*, (125), 63-77.

Zorer Gedik, G. (b.t). *Doğal havalandırma 2, ders notları.*
02.04.2014,http://www.yarbis1.yildiz.edu.tr/web/userCourseMaterials/ggedik_004c8ea9ff6b120f271152236b889c06.pdf.