

İSTANBUL TEKNİK ÜNİVERSİTESİ ★ FEN BİLİMLERİ ENSTİTÜSÜ

**ENERJİ ETKİN DUVAR SİSTEMLERİNİN ÇOK KATLI YAPILARA
UYGULAMA OLANAKLARININ ARAŞTIRILMASI**

**YÜKSEK LİSANS TEZİ
İrem ONAR**

Anabilim Dalı : Mimarlık

**Programı : Çevre Kontrolü ve Yapı
Teknolojisi**

Tez Danışmanı: Prof. Dr. Nihal ARIOĞLU

ŞUBAT 2010

İSTANBUL TEKNİK ÜNİVERSİTESİ ★ FEN BİLİMLERİ ENSTİTÜSÜ

**ENERJİ ETKİN DUVAR SİSTEMLERİNİN ÇOK KATLI YAPILARA
UYGULAMA OLANAKLARININ ARAŞTIRILMASI**

**YÜKSEK LİSANS TEZİ
İrem ONAR
502071733**

**Tezin Enstitüye Verildiği Tarih : 25 Aralık 2009
Tezin Savunulduğu Tarih : 2 Şubat 2010**

**Tez Danışmanı : Prof. Dr. Nihal ARIOĞLU (İTÜ)
Diğer Jüri Üyeleri : Prof. Dr. Fevziye AKÖZ (YTÜ)
Doç. Dr. Ayşe Nil TÜRKERİ (İTÜ)**

ŞUBAT 2010

ÖNSÖZ

Bu çalışmada yapı elemanları ile sağlanacak enerji verimliliği ve elde edilebilecek kazanımların önemi vurgulanmak istenmiştir. Bunun için enerji kayıplarının en fazla olduğu cephe elemanı ele alınmış, enerji etkin duvar tasarımları ve tasarım prensipleri incelenmiştir. Az katlı yapılarda uygulanan enerji etkin duvar sistemlerinin malzeme açısından incelenip çok katlı yapılara uygulama olanaklarının değerlendirilmesi yapılarak, ekolojik ve sürdürülebilir mimari anlayış çerçevesinde enerji etkin yapı tasarımı için bir yaklaşım sunulmuştur.

Çalışmamın her aşamasında önemli fikirleri ile bana yol gösteren değerli hocam Prof. Dr. Nihal Arıoğlu'na ve desteği ile bana güç veren aileme sonsuz teşekkürlerimi sunarım.

Şubat 2010

İrem Onar

Mimar

İÇİNDEKİLER

ÖNSÖZ	iii
İÇİNDEKİLER	v
KISALTMALAR	ix
ÇİZELGE LİSTESİ	xi
ŞEKİL LİSTESİ	xiii
ÖZET	xvii
SUMMARY	xix
BÖLÜM 1. GİRİŞ	1
1.1 Amaç	3
1.2 Kapsam	4
1.2.1 Kısıtlamalar	5
1.3 Tezde İzlenen Yöntem	5
BÖLÜM 2. YAPIDA ENERJİ ETKİNLİĞİ ve ENERJİ ETKİN DUVAR TASARIM SİSTEMLERİNİN ÇALIŞMA PRENSİPLERİ	7
2. 1 Yapıda Sürdürülebilirlik Çerçevesinde Güneş Enerjisi Kullanımı	9
2. 1. 1 Yapılarda güneş enerjisi kullanımında işlemler dizini	11
2.1.1.1 Toplama	12
2.1.1.2 Depolama	12
2.1.1.3 Dağıtma	12
2.1.1.4 Denetleme	13
2. 1. 2 Yapılarda güneş enerjisinden ısı kazanım sistemleri	13
2. 1. 2. 1 Doğrudan kazanım	13
2. 1. 2. 2 Dolaylı kazanım	17
2. 1. 2. 3 Yalıtılmış kazanım	20
2. 1. 2. 4 Pasif ısı kazanım sistemlerinin avantaj ve dezavantajları	22
2. 2 Isıtma ve İklimlendirme Enerjisi Korunumunun Enerji Etkin Yapılarda Rolü	22
2. 3 Yapıda Enerji Etkin Duvar Tasarım Sistemlerinin Önemi	25
2. 4 Yapıda Duvardan Sağlanacak Enerji Etkinliği	26
2. 4. 1 Saydam bileşenin ısı geçişine ilişkin özellikleri	27

2. 4. 2 Opak bileşenin ısı geçişine ilişkin özellikleri	29
2. 5 Enerji Etkin Duvar Sistemlerinin Çalışma Prensipleri	29
2. 5. 1 Trombe duvarı	29
2.5.1.1 Trombe duvarı genel özellikleri	30
2.5.1.2 Trombe duvar sistemi	30
2.5.1.3 Trombe duvarı çalışma prensibi	31
2. 5. 2 Su duvarı	35
2.5.2.1 Su duvarının genel özellikleri	35
2.5.2.2 Su duvarı sistemi	36
2.5.2.3 Su duvarı çalışma prensibi	39
2. 5. 3 Trans duvarı	43
2.5.3.1 Trans duvarının genel özellikleri	43
2.5.3.2 Trans duvar sistemi	43
2.5.3.3 Trans duvar çalışma prensibi	44
2. 5. 4 Termosifon kolektörü (duvarı)	45
2.5.4.1 Termosifon kolektörü (duvarı) nın genel özellikleri	45
2.5.4.2 Termosifon kolektörü (duvarı) Sistemi	45
2.5.4.3 Termosifon kolektörü (duvarı) çalışma prensibi	46
BÖLÜM 3. YAPILARDA ENERJİ ETKİN DUVAR – CEPHE- ÖRNEKLERİ	51
BÖLÜM 4. ENERJİ ETKİN DUVAR –CEPHE DEĞERLENDİRME KRİTERLERİ	67
4. 1. Yapıda Enerji Etkinliğini Sağlamada Gerekli Genel Kriterler	67
4. 1. 1. İklimle dengelilik	68
4. 1. 2. Konfor koşullarını sağlayabilme	73
4. 1. 3. İleri teknoloji yaratan	75
4. 1. 4. Sürdürülebilirlik	76
4. 1. 5. Çevre dostu	76
4. 1. 6. Az enerji ve maliyet gerektiren	76
4.2. Enerji Etkin Duvar – Cephe – Tasarım Sistemlerinin Özellikleri	77
4.2.1. Isı Toplama, depolama, dağıtma	77
4.2.2. İzolasyon görevi görme	78
4.2.3. Hava sirkülasyonunu destekleme	78
BÖLÜM 5. ENERJİ ETKİN DUVAR SİSTEMLERİNİN MALZEME AÇISINDAN İRDELENMESİ	79
5. 1 Trombe Duvarını Alternatif Malzeme Açısından İrdeleme	79

5. 2 Su Duvarını Alternatif Malzeme Açısından İrdeleme	85
5. 3. Trans Duvarını Alternatif Malzeme Açısından İrdeleme	90
5. 4. Termosifon Duvarını Alternatif Malzeme Açısından İrdeleme	90
BÖLÜM 6. YAPILARDA ENERJİ ETKİN DUVAR SİSTEMLERİNİN ÇOK KATLI YAPILARA UYGULANABİLİRLİĞİNİN İRDELENMESİ ve SİSTEM KESİTİ ÖNERİLERİ	93
6. 1. Duvar Sistemlerinin Çok Katlı Yapılara Uygulanabilirliğinin İrdelenmesi	93
6.1.1. Enerji etkinliği sağlanması	93
6.1.2. Çevre dostu yapılaşmanın desteklenmesi	94
6.1.3. Temiz ve ideal koşulları kullanıcıya sunma	95
6.1.4. İleri teknoloji yaratma	95
6.1.5. Sürdürülebilir yapılaşmayı destekleme	96
6. 2. Enerji Etkin Duvar Sistem Kesiti Önerileri	96
6.2.1. Çok katlı yapılarda trombe duvarı uygulama önerisi	97
6.2.2. Çok katlı yapılarda su duvarı uygulama önerisi	99
6.2.3. Çok katlı yapılarda trans duvar uygulama önerisi	101
6.2.4. Çok katlı yapılarda termosifon duvarı uygulama önerisi	103
BÖLÜM 7. SONUÇ ve ÖNERİLER	105
KAYNAKLAR	107
ÖZGEÇMİŞ	111

KISALTMALAR

READ: Renewable Energy in Architecture and Design/ Mimarlık ve Tasarımda Yenilenebilir Enerji

İK: Isısal Konfor

EİE: Elektrik İşleri Etüt İdaresi

ÇİZELGE LİSTESİ

	<u>Sayfa</u>
Çizelge 2.1 : Türkiyenin aylık ortalama güneş enerjisi potansiyeli	10
Çizelge 2.2 : Çeşitli malzemelerin solar yansıtıcılık, termal yansıtıcılık ve termal dağıtıcılık oranlarının yüzde değerleri	24
Çizelge 4.1 : İklimsel tasarım stratejileri yüzde değerleri	68
Çizelge 4.2 : Çeşitli duvar tiplerinin nitelik ve ısıl konfor değerleri	75
Çizelge 5.1 : Trombe duvarında alternatif malzeme kullanımının Değerlendirilmesi	84
Çizelge 5.2 : Trans Duvarını Alternatif Malzeme Açısından İrdeleme	89

ŞEKİL LİSTESİ

	<u>Sayfa</u>
Şekil 2.1 : Yansıma yoluyla dağıtma	12
Şekil 2.2 : Geçirgenlik yoluyla dağıtma	12
Şekil 2.3 : Doğrudan ısı kazanım sistemi, gündüz ve gece durumu	14
Şekil 2.4 : Doğrudan ısı kazanım sistemi, termal duvarda gündüz ve gece durumu	14
Şekil 2.5 : Karen Terry Evi, Doğrudan ısı kazanım sistemi uygulaması	15
Şekil 2.6 : Karen Terry Evi, Doğrudan ısı kazanım sisteminde kış güneşinden maksimum ısı kazancı	16
Şekil 2.7 : St. George okulu, Pasif ısıtmada güney cephesinden doğrudan ısı kazanımı uygulaması	16
Şekil 2.8 : St. George okulu, kesit, doğrudan ısı kazanımı	16
Şekil 2.9 : Isı kazanım sistemi: Trombe duvarı	19
Şekil 2.10 : Dolaylı ısı kazanım sistemi: Trombe duvarı örneği, Odeillo, Fransa	18
Şekil 2.11 : Isı kazanım sistemi: Su duvarı	18
Şekil 2.12 : Dolaylı ısı kazanım sistemi: Su duvarı örneği	18
Şekil 2.13 : Dolaylı ısı kazanım sistemi: Çatı havuzu, Isınma	19
Şekil 2.14 : Dolaylı ısı kazanım sistemi: Çatı havuzu, Soguma	19
Şekil 2.15 : Dolaylı ısı kazanım sistemi: Çatı havuz uygulama örneği	20
Şekil 2.16 : Yalıtılmış ısı kazanım sistemi: Termosifon duvarı	21
Şekil 2.17 : Yalıtılmış ısı kazanım sistemi: Termosifon duvarı uygulama örneği	21
Şekil 2.18 : Yalıtılmış ısı kazanım sistemi: Güneş odası, Trombe duvarı	21
Şekil 2.19 : Yalıtılmış ısı kazanım sistemi: Güneş odası, Su duvarı	21
Şekil 2.20 : Yalıtılmış ısı kazanım sistemi: Güneş odası uygulama örneği	22
Şekil 2.21 : Güneş ışınımının saydam yüzeye geliş açısının aylara göre değişimi	28
Şekil 2.22 : Trombe Duvar Detayı	31
Şekil 2.23 : Trombe duvarının gündüz – gece davranışı	32
Şekil 2.24 : Kış ayı trombe duvar uygulaması	32
Şekil 2.25 : Trombe duvarı yaz ayı uygulaması	33
Şekil 2.26 : Trombe duvarının gündüz durumu	33

Şekil 2.27 : Trombe duvarının yaz ayı gece durumu	34
Şekil 2.28 : Trombe duvarının kış ayı gece durumu	34
Şekil 2.29 : Trombe duvarı uygulanmış örneği	34
Şekil 2.30 : Su duvarı	35
Şekil 2.31 : Su duvarı uygulaması	36
Şekil 2.32 : Su duvarı uygulanmış örneği	37
Şekil 2.33 : Su duvarının basit uygulama detayı	38
Şekil 2.34 : Su duvarının alternatif uygulama detayı	39
Şekil 2.35 : Su duvarı çalışma prensibi	40
Şekil 2.36 : Su duvarı kullanımı SLOSG Mimari Ofis, Santa Margarita	41
Şekil 2.37 : Su duvarı kullanımı	41
Şekil 2.38 : Su duvarı uygulanmış örneği	42
Şekil 2.39 : Su duvarı uygulanmış örneği	42
Şekil 2.40 : Su duvarı uygulanmış örneği	42
Şekil 2.41 : Trans Duvar detayı	44
Şekil 2.42 : Termosifon Kollektörü	46
Şekil 2.43 : Termosifon Kollektörünün gündüz ve gece davranışı	47
Şekil 2.44 : U-tüpü termosifon kollektörünün gündüz ve gece davranışı	48
Şekil 2.45 : Termosifon kollektörü uygulama örneği	48
Şekil 2.46 : Termosifon kollektörü sisteminde su kullanımı	49
Şekil 3.1 : Swiss Re Genel Merkezi	52
Şekil 3.2 : Swiss Re Genel Merkezi	52
Şekil 3.3 : CH2: Council House 2	53
Şekil 3.4 : CH2: Council House 2	53
Şekil 3.5 : City Gate, Dusseldorfer Stadttor	54
Şekil 3.6 : City Gate, Dusseldorfer Stadttor	54
Şekil 3.7 : Arab World Institute, Paris – Fransa	55
Şekil 3.8 : Arab World Institute, Paris – Fransa	55
Şekil 3.9 : Debis Genel Merkezi, Berlin, Almanya	56
Şekil 3.10 : Debis Genel Merkezi, Berlin, Almanya	56
Şekil 3.11 : Eco Tower/ Post Tower, Bonn, North-Rhine-Westfalia, Germany	57
Şekil 3.12 : Eco Tower/ Post Tower, Bonn, North-Rhine-Westfalia, Germany	57
Şekil 3.13 : The Nomadic Museum, Santa Monica, USA	58
Şekil 3.14 : The Nomadic Museum, Santa Monica, USA	58
Şekil 3.15 : The Nomadic Museum, Santa Monica, USA	58

Şekil 3.16 : The Nomadic Museum, Santa Monica, USA	58
Şekil 3.17 : The Ballard Library and Neighborhood Service Center	59
Şekil 3.18 : The Ballard Library and Neighborhood Service Center	59
Şekil 3.19 : Hollanda Büyükelçiliği, Addis Ababa, Etiyopya	60
Şekil 3.20 : Hollanda Büyükelçiliği, Addis Ababa, Etiyopya	60
Şekil 3.21 : Bilgi Merkezi, Logos, Nijerya	61
Şekil 3.22 : Bilgi Merkezi, Logos, Nijerya	61
Şekil 3.23 : Eso Hotel, Cerro Paranal, Atacama Çölü, Şili	62
Şekil 3.24 : Eso Hotel, Cerro Paranal, Atacama Çölü, Şili	62
Şekil 3.25 : Military Barracks, Townsville, Queensland, Avustralya	63
Şekil 3.26 : Military Barracks, Townsville, Queensland, Avustralya	63
Şekil 3.27 : Regional Hospital, Thunder Bay, Ontorio, Canada	64
Şekil 3.28 : Regional Hospital, Thunder Bay, Ontorio, Canada	64
Şekil 3.29 : Regional Hospital, Thunder Bay, Ontorio, Canada	64
Şekil 3.30 : Palmer House, Sonoran Desert near Tucson, USA	65
Şekil 3.31 : Palmer House, Sonoran Desert near Tucson, USA	65
Şekil 3.32 : Konut, Singapur	66
Şekil 3.33 : Konut, Singapur	66
Şekil 4.1 : İklimle dengeli yapı tasarımı	69
Şekil 4.2 : Menara Mesiniaga/IBM Tower, Kuala Lumpur (1992)	70
Şekil 4.3 : Karadeniz köy evi	71
Şekil 4.4 : Sıcak Kuru iklim evleri	71
Şekil 4.5 : Ilıman iklim evi	72
Şekil 4.6 : Sıcak nemli bölge evi	72
Şekil 5.1 : Trombe duvarı düşey delikli tuğla kullanım detayı	79
Şekil 5.2 : Trombe duvarı gazbeton kullanım detayı	80
Şekil 5.3 : Trombe duvarı beton kullanım detayı	81
Şekil 5.4 : Trombe duvarı beton kullanım detayı	82
Şekil 5.5 : Trombe duvarı dolu tuğla uygulama detayı	82
Şekil 5.6 : Su duvarı plastik malzeme uygulama detayı	86
Şekil 5.7 : Su duvarı uygulaması	87
Şekil 5.8 : Su duvarı uygulaması	88
Şekil 5.9 : Su duvarı uygulaması	88
Şekil 5.10 : Termosifon kollektör sisteminde metal malzeme kullanımı	91

Şekil 6.1 : Trombe duvarının çok katlı yapılara uygulama önerisi için detay çözümü	98
Şekil 6.2 : Çok katlı yapılarda su duvarı uygulama önerisi için detay çözümü	100
Şekil 6.3 : Çok katlı yapılarda trans duvarın uygulama önerisi için detay çözümü	102
Şekil 6.4 : Çok katlı yapılarda termosifon duvarı uygulama önerisi için detay Çözümü	104

ENERJİ ETKİN DUVAR SİSTEMLERİNİN ÇOK KATLI YAPILARA UYGULAMA OLANAKLARININ ARAŞTIRILMASI

ÖZET

Bu çalışmada günümüzün en önemli sorunlarından birisi olan enerji sorununa mimari problem olarak yaklaşmış, bu probleme çözüm getirecek yaklaşımlar değerlendirilmiştir. Dünyadaki enerji harcamalarının büyük çoğunluğu yapı kaynaklıdır. Dolayısı ile enerji etkinliği yapı tasarımı için çok önemlidir. Bu yaklaşımdan yola çıkarak güneş enerjisinden dolayı ısı kazanım sistemleri ele alınmış, ve incelenmiştir. Yapı kaynaklı enerji kayıplarının büyük bir kısmı yapı cephesinden olmaktadır. Bu çalışmada yapılardaki cephede duvar elemanından oluşacak enerji kayıpları sorununa dayanarak enerji etkin duvar sistemleri incelenmiş, bu sistemlerin çok katlı yapılara uygulama olanakları irdelenmiştir. Enerji etkin duvar elemanı ile üretilen yapılarda, yapı cephesi enerji tüketen ve enerji kayıplarının yaşandığı bir yapı elemanı olmaktan çıkıp duvar elemanın termal kütle görevi görerek yapıda pasif ısıtmaya katkıda bulunması sağlanmış olacaktır. Dolayısı ile yakıt maliyeti düşecek ve yapıda ekonomiklik sağlanmış olacaktır. Bu çalışmada günümüz gereksinimleri ve artan nüfus ile çoğalan ve yükselen yapılarda enerji etkinliğini sağlamaya yönelik bir değerlendirme yapılmıştır. Bu değerlendirme ile tasarımda duvar elemanında enerji etkin yaklaşımlar ele alınmıştır. Duvar elemanı iç mekan ile dış mekanı ayırıcı, aynı zamanda birleştirici bir yapı elemanıdır. Bu da yapıyı dış koşullarla bir araya getiren önemli bir eleman olmasını beraberinde getirir. Bu yüzden, yapıda duvar elemanı tasarım aşamasından uygulama aşamasına kadar dikkatle önem verilmesi gereken bir elemandır. Enerji etkin yaklaşımla oluşturulan duvar sistemleri, doğal enerji kaynağı olan güneş enerjisini ısıya dönüştürerek yapıda termal kütle görevi görür, böylece yapıda ısıtma enerjisinden tasarruf sağlanır. Kullanıcı için konfor koşullarının oluşturulması sağlanırken, yapıda ekonomiklik de aynı zamanda sağlanmış olur. Dolayısı ile sürdürülebilir tasarımlar oluşturulur ve enerji etkin yapılar ile dünya enerji kaynakları korunmuş olur. Yapılaşmanın gün geçtikçe arttığı ve çok katlı yapıların çoğaldığı günümüzde, enerji etkinliğinin yapılarda sağlanması neredeyse zorunlu hale gelmiştir. Çalışmada hedef, az katlı yapılarda uygulanan ve ülkemizde çok az örneğine rastlanan dolaylı ısı kazanım sistemleri ile oluşturulmuş enerji etkin duvar sistemlerinin çok katlı yapılara uygulanması halinde elde edilecek kazanımların önemini vurgulamak ve bu doğrultuda çok katlı yapı tasarımı için çözüm önerileri üretmektir.

RESEARCH OF APPLICABILITY OF THE ENERGY EFFICIENT WALL DESIGN SYSTEMS TO HIGH RISE BUILDING

SUMMARY

In this study, energy problem, which is considered as one of the most important, current problems was tackled as an architectural problem and new approaches to solve this problem were adopted. Today, most of the energy is consumed in buildings. Consequently, energy efficiency is of vital importance to the building design. Based on this emphasis, solar energy designs were utilized and indirect solar systems were surveyed in this study. Considering the fact that most of the energy losses are due to building envelope, energy efficient envelope designs, which are part of indirect passive solar systems are investigated. Applicability of these energy efficient wall systems to high rise buildings was examined. On buildings with energy efficient wall components, building envelope will be made to contribute to passive heating by acting as a thermal mass instead of consuming energy. Thus, heating cost will be lower and the efficiency will be attained in the building. The energy efficiency in high rise buildings recently constructed as a result of increasing population was discussed. By this discussion, energy efficient approaches were handled in the wall element. The Wall element is a separator but at the same time a connector of inside and outside spaces. That's why the wall element is the element which should be given importance in the building. The wall systems which are designed by energy efficient approaches behave like thermal mass by using the natural solar energy. By this system, both economy and comfort conditions provided for the customer. Accordingly, the sustainable designs are provided also world energy sources are saved. By the increasing high rise housing, energy efficiency in buildings are begin a must. The objective of the study is to emphasize the gains to be obtained in the case of utilization of indirect heating saving systems to the high rise buildings that are mostly used in the low rise buildings in our country and to suggest solutions for energy efficient high rise building design.

BÖLÜM 1. GİRİŞ

Hızlı tüketilen enerji kaynakları dünyada bu kaynakların tükenmesine yol açmakta ve bu tüketimin büyük bir çoğunluğu da yapılarda harcanan enerji ile olmaktadır. Bunun farkındalığı mimari yaklaşımları yeni bir bilinçlendirme aşamasına getirmiş, öyle ki enerji sorunu günümüz mimarisinde öncelikli parametre olmuştur. Mimari olarak günümüz modern dünyasına bakıldığında gözlemlenen ve gündemde olan konular öncelikli olarak enerji konularıdır. Enerji sorunu sadece mimari alanla sınırlı kalmamasına rağmen bu soruna mimari sorumlulukla yaklaşma bilinci ile yeni tasarım önerileri ve yaklaşımları ön plana çıkmaktadır.

Dolayısı ile mimarlık her dönem olduğu gibi günümüzde de farklı dünya sorunlarına çözüm aramaktadır. Bu da elbette sorunun kökenine inerek ve bilinçlenerek sağlanacaktır. Yapıları enerji etkin kılmak, çağımızın bir mimari sorumluluğudur ve geleceğin sorunlarına da değinen tasarımlar üretilmesine olanak sağlamaktadır. Mimarinin asıl amaçlarından birisi de geleceğe dönük projeler gerçekleştirmektir. Enerji etkin yapı tasarımı da bu noktada mimariyi desteklemektedir.

1992 yılında, Avrupa’da Norman Foster, Richard Rogers, Thomas Herzog ve Renzo Piano gibi ekolojik sorumluluk hisseden bir grup mimar, READ (Renewable Energy in Architecture and Design/ Mimarlık ve Tasarımda Yenilenebilir Enerji) adlı bir çalışma grubu kurmuşlardır[3]. Bu bağlamda dünyada her geçen gün sürdürülebilir mimarlığa ve yenilenebilir enerji kullanımına yönelik yeni stratejiler geliştirilmektedir[3].

Sürdürülebilirlik, günümüz mimarisinde göz önüne alınması gereken kavramdır. Sürdürülebilir anlayış, mimariyi gelecek kuşakların sorunlarını da ele alacak çözüm arayışlarına itmeye sevk etmiştir. Sürdürülebilir mimari ile enerji etkin yapı tasarımı desteklenmiş ve dolayısı ile enerji sorununa mimari çözümler geliştirilmiştir. Böylece mimaride doğal enerji kaynaklarından maksimum yararlanacak yeni sistemler üretilmiştir.

“Mimarlık hem bir iç mekan hem de dış mekan deneyimidir. En iyi mimarlık, sokakla veya ufuk çizgisiyle olan ilişkisinden kendisini ayakta tutan strüktüre, işlemlerine izin veren mekanik sistemden binanın ekolojisine, kullanılan malzemelerden mekanların kişiliğine, ışık ve gölgenin kullanımından, biçimin simgesel anlamına ve şehirdeki ya da kasabadaki varlığını nasıl gösterdiğine kadar, onu bir araya getiren parçaların sentezinden oluşur.”[3]

“Başarılı ve sürdürülebilir mimarlık bunların hepsine ve daha fazlasına hitap eder. Eğer sürdürülebilir mimarlık geçici bir modadan fazla ise, gelecekte mimarlar kendilerine çok basit bazı sorular sormalı. Örneğin, neden şehirlerimizi iyileştirmesi gereken bölgelere değil de yeşil alanlarda inşaat yapıyoruz? Binalarımızı güneş ışığı doldurmak varken neden hala yapay aydınlatma kullanıyoruz? Neden kolayca bir pencere açacakken kirlilik üreten havalandırma sistemleriyle yaşıyoruz?”[3]

Enerji sorunu bir dünya sorunudur. Dolayısı ile, Türkiye’de de enerji etkin yapı tasarımları desteklenmeli, mimari bilinçlendirme gerçekleştirilmelidir. Enerji etkin yapı tasarımlarının gerçekleşmesi ile ülkemiz ve dünya enerji kaynaklarından elde edilen tasarruf her zaman geleceğe dönük olacaktır ve kaynakların verimli kullanılması desteklenmiş olacaktır. Aksi takdirde, enerji kayıpları tehlikeli bir hal alıp, ülkemiz ve dünya için sıkıntılı ve verimsiz dönemlerin başlangıcı olacaktır.

Bunun içindir ki yapıda özelden genele her detay özenle ele alınmalı ve her bir aşama birbirini destekler nitelikte olmalıdır. Malzeme de yapının enerji etkinliğinde rol alan en önemli parçalardan biridir. Doğru malzeme seçimi ile ancak istenen nitelikte yapılar ortaya çıkmaktadır. Aksi halde enerji verimliliğinden söz edilemez. Malzemeler de çeşitliliği ile birçok seçenek sunmakta ve hem görsel zevke hitap edecek hem de konfor koşullarını sağlamada yardımcı malzeme elemanları günümüz teknolojisiyle gün be gün artmaktadır. Ayrıca alternatif malzemelerle oluşturulan duvar sistemlerde yapı elemanlarından enerji verimliliğini sağlamada yardımcı olmakta ve geliştirilen bu sistemlerle sürdürülebilir mimari desteklenmektedir.

Genellikle az katlı yapılarda gözlemlediğimiz, pasif sistemlerle üretilen, güneş enerjisinden dolayı ısı kazanım sistemleri olan enerji etkin duvar sistemlerinin de geleceğe dönük olduğu söylenebilir. Bu sistemler yapı kabuğundan kaynaklı ısı kayıplarını engellemeye ve iç mekanda ısı kaybından dolayı oluşacak ısıtma maliyet

artışını engellemeye yönelik tasarlanmışlardır. Dolayısı ile bu sistemlerin yapıda uygulanması, enerji tasarrufunu ve ekonomik ısıtmayı beraberinde getirecektir.

Dünya nüfusu artmaya devam ettikçe, insan aktivitelerine ilişkin her alanda doğal kaynakların etkin kullanımını sağlayan ve çevresel etkileri azaltan önlemlerin alınması gereği açıktır. “Ekonomik kapasitenin yetersizliği, çevre kirliliği, doğal afetler, toplumsal yapının çökmesi, altyapı yetersizliği, suç ve şiddet artışı, kentsel karmaşa ve kontrolsüz büyüme toplumların ortak sorunlarıdır. Bundan dolayı toplumları her alanda kalkındıracak çağdaş bir konuma ulaştırmak için evrensel fırsat kaçırılmamalıdır.” [4] Bu konuda hükümetlere ve yerel yönetimlere önemli görevler düşmektedir. Mevcut bilgilerin değerlendirilerek planlama ve kalkınma sürecinin hızlandırılması gerekmektedir. Sürdürülebilir bir kalkınmayı hedefleyen toplumlar geleceklerini garanti altına almak için en büyük adımı atmış olmaktadır[4].

Geleceğin yapıları enerjiyi verimli kullanan, doğru malzemeler ve doğru sistemlerle tasarlanmış yapılar olacaktır. Bu tasarımlarda en kaçınılmaz koşul şudur ki malzeme ve oluşturulan sistem birbirini destekleyici ve yapıyla uyumlu olmasıdır. Bu çalışma, enerji etkinliğinde tasarıma yardımcı araştırma niteliğindedir.

1. 1 Amaç

Bu çalışmada, az katlı yapılarda uygulanan, güneş enerjisinden dolaylı ısı kazanım sistemleri olan, enerji etkin duvar sistemlerinin yüksek yapılara ne derece uygulanabilirliğinin belirlenmesi amaçlanmıştır. Bu sistemler, öncelikle kullanılabilir malzeme açısından incelenip çok katlı yapılara uygulama olanakları araştırılarak, yapılarda enerji etkin tasarımın desteklenmesi ve yeni olası sistemlerin belirlenmesi amaçlanmıştır.

Ayrıca, bu çalışma sonunca elde edilen verilerin ve sonuçların mimarlara bir yol gösterici olması hedeflenmiştir. Enerji etkin duvar sistemlerinin çok katlı yapılara uygulama olanaklarının değerlendirmesi, bu içerikteki yeni bir çalışmada sistemlerin çok katlı yapılarda analizi ve maliyet hesapları ile devam edebilme niteliği taşımaktadır.

Hızla artan nüfus ve ilerleyen teknoloji ile toplumumuzun da gereksinimleri gün be gün değişmektedir. Bu değişime ayak uydurmak her ne kadar güç de olsa, mimarların birinci sorumluluklarından birisi de sadece günümüz gereksinimlerini

değil, geleceğin gereksinimlerini de karşılamaktır. Tüklenen enerji kaynaklarının getirdiği ve getireceği sorunlar da göz önünde bulundurulduğunda yapıların sürdürülebilir ve doğal enerji kaynaklarından yararlanabilir olması neredeyse zorunlu hale gelmiştir. Dolayısı ile yüksek yapıları enerji etkin kılacak alternatiflerin de çoğaltılması gerekmektedir. Bunun için, çalışmanın amacı yükselen yapıları hedef alarak, çok katlı yapılarda enerji etkinliğinin sağlanmasında alternatif yaklaşımlar sunmaktır.

1. 2 Kapsam

Bu çalışmada, birinci bölümde çalışmanın amacı açıklanmış ve bu doğrultuda çalışmanın içeriği sunulmuştur.

İkinci bölümde, enerji sorununa mimari bir problem olarak yaklaşılmış, yapılarda enerji tasarrufunu sağlamaya yönelik araştırmalar ele alınmıştır. Yapılarda enerji etkinliği ve enerji etkin duvar sistemleri ile ilgili genel değerlendirmeler yapılmış, daha da özelleşerek duvar sistemlerinin çalışma prensipleri literatür taramaları ile açıklanmıştır.

Üçüncü bölümde, çalışmada incelenen duvar sistemleri dışındaki mevcut enerji etkin cepheler ve duvar sistemleri örnekler ile analiz edilmiştir.

Dördüncü bölümde, Enerji etkin Duvar – Cephe – değerlendirme kriterleri belirlenmiş ve bu kriterler doğrultusunda enerji etkin duvar sistemlerinden beklenen özellikler ortaya konmuştur.

Beşinci bölümde ise, Enerji etkin duvar sistemlerinin malzemeler açısından değerlendirmesi yapılmış, ve elde edilen veriler doğrultusunda çeşitli alternatif detaylara ulaşılmıştır.

Altıncı bölümde ise, Tüm toplanan veriler ve literatür taramaları sonucunda, yapılarda enerji etkin duvar sistemlerinin çok katlı yapılara uygulama olanaklarının araştırılmıştır.

Yedinci bölüm olan sonuç kısmında, tüm ulaşılan veriler doğrultusunda yapılarda ısıtma enerjisinden tasarruf sağlamak için enerji etkin duvar sistemlerinin çok katlı yapılara uygulama olanakları irdelenmiş ve dört ayrı duvar sistem önerisi üretilmiştir.

1.2.1 Kısıtlamalar

Öncelikle, bu çalışma ulaşılan literatürler doğrultusunda oluşturulan veriler, ve bu veriler ile ortaya çıkan fikirler doğrultusunda hazırlanmıştır. Çalışma içinde geçen trans duvar sistemi ile ilgili yeterli ve detaylı literatüre ulaşılamadığı için trans duvarı ile ilgili bölümlere kısıtlama getirilmiştir.

1.3 Tezde İzlenen Yöntem

Çalışmada, öncelikle, az katlı yapılarda uygulanan enerji etkin duvar sistemleri incelenmiş ve var bu incelemeler sonucunda enerji etkin duvar-cephe- değerlendirme kriterleri belirlenmiş ve tanımlanmıştır. Bu kriterlere dayalı olarak enerji etkin duvar sistemlerinden beklenen özellikler elde edilmiş ve bu özellikler incelenmiştir. Tüm bu literatür araştırmasına dayalı veriler ile çalışma amacı doğrultusunda enerji etkin duvar sistemlerinin çok katlı yapılara uygulanabilirliği genel olarak irdelenmiştir. Yeni tasarımlarda uygulanabilecek yaklaşımların ülkemizde ve dünyada gerekliliği ve eksikliği vurgulanarak çok genel olarak, yeni tasarımlarda yüksek yapılarda uygulanabilecek yaklaşımlar belirli bir ayrıntıda ele alınmıştır.

Çalışmada izlenen adımlar aşağıda sıralanmıştır:

1. Enerji etkinliğinin genel değerlendirmeleri
2. Enerji etkin duvar sistemlerinin çalışma prensiplerinin ortaya konması
3. Mevcut enerji etkin duvar-cephe- sistemlerinin örnekler ile açıklanması
4. Mevcut enerji etkin duvar-cephe- sistem örneklerinin analizi ile enerji etkin duvar-cephe değerlendirme kriterlerin belirlenmesi
5. Ulaşılan duvar-cephe- değerlendirme kriterlerine dayanarak bu sistemlerden beklenen özelliklerin elde edilmesi
6. Kullanılabilecek malzeme açısından enerji etkin duvar sistemlerinin irdelenmesi
7. Enerji etkin duvar sistemlerinin çok katlı yapılara uygulama olanaklarının veriler ışığında irdelenmesi
8. Çok katlı yapılarda kullanılabilecek dört ayrı duvar sistem önerisi verilmiştir.

BÖLÜM 2. YAPIDA ENERJİ ETKİNLİĞİ ve ENERJİ ETKİN DUVAR TASARIM SİSTEMLERİNİN ÇALIŞMA PRENSİPLERİ

Enerji tüketimi ülkelerin gelişmişlik düzeyinin de bir göstergesi halindedir.

Türkiye’de ise tüketilen enerjinin %75 i fosil kaynaklı yakıtlardan sağlanmaktadır[6].

Dolayısı ile enerji tüketiminin büyük çoğunluğunun yapı kaynaklı olduğu göz önünde bulundurulursa yapılarda enerji etkinliği sağlıklı şehirler oluşmasında ve sürdürülebilir yapı üretiminde çok önemlidir.

Genelden özele doğru gittiğimizde görmekteyiz ki yapıda enerji etkinliği yapı elemanlarına kadar indirgenebilmektedir. Öyle ki sürdürülebilir mimari üzerine çalışmaya başlandığından beri enerji etkin tasarım sistemleri ekolojik yapılar üretmek için ortaya konmaktadır. Bu sistemleri özellikle duvarlarda görmekteyiz. Çünkü bilindiği üzere, yapıdaki enerji kayıplarının büyük bir çoğunluğu cepheden olmaktadır. Bunun için, enerji etkin duvar sistemleriyle yapıdaki enerji kayıpları minimuma düşürülerek, kazanç sağlamaya yönelik sistemler geliştirilmiştir[20].

Yapıda enerji etkinliğinden söz ederken yapının ekolojik olmasından söz etmiş olmaktayız. Ekolojik olmak, aslında ekonomik olmakla denkleşmektedir ki enerji etkinliği ile mimarinin kesişim noktasının da tam burada olduğunu söyleyebiliriz. Bunun için ekolojik mimari çözüm arayışlarında izlenecek temel yol enerji etkin yapılar tasarlamakla birebir örtüşmektedir[17,18].

Buradan yola çıkarsak, yapılarda tasarruf sağlamak amacıyla geri dönüştürülebilir ve birden fazla amaca hizmet edecek malzemeler kullanılmalıdır. Örneğin, bir cephe kaplaması aynı zamanda yapıda izolasyon görevini de üstlenmelidir ki o yapıyı ekonomik kılsın. Böyle bir malzemeyi ve yapı elemanını tasarlamak ve kullanmak günümüz teknolojisinde mümkündür. O halde ekolojik mimari için sistemlerin geliştirilmesi ve alternatiflerin çoğaltılması gerekmektedir. Böylelikle sadece zamanın değil geleceğin problemlerine de eğilen yapı tasarımları oluşturulması desteklenecek ve kentlerde gözlemediğimiz enerji harcayan yapılar yerine daha

ekolojik ve çevre dostu yapılarla oluşan kentlerin oluşturulmasında yardımcı çeşitlilik sağlanacaktır[17].

Yapıda enerji etkinliğini sağlamak için ise çeşitli yollara başvurulabilir. Bu çalışma kapsamında yapılarda enerji etkinliğini sağlamada ele alınacak yapı elemanı duvardır. Duvar elemanı bir cephe elemanıdır. Yapıdaki enerji kayıplarının büyük çoğunluğu doğru uygulanmamış, yanlış tasarlanmış ve yalıtımsız duvarlardan oluşmaktadır. Bunu önlemenin çok çeşitli yolları vardır ki bunu sağlamanın önemli yollarından birisi yalıtımla sağlanacaktır. Bu çalışma kapsamında ise ele alınacak yol, enerji etkin duvar sistemlerinin çeşitlendirilmesi ve yapıya uygulandığı halde oluşacak enerji kazanımlarının önemini vurgulamaktır.

Enerji etkin duvar sistemlerinde ana prensip güneş enerjisinden maksimum yararlanmaktır. Güneş enerjisinden pasif olarak yararlanmak yeni bir teknoloji değildir. Aksine, Mısır, Mezopotamya ve Roma kentlerinde görülmektedir ki yapılar çevre ile ilişkilendirilmiş ve bu ilişkilendirme sonucunda tasarlanan yapılar güneş enerjisini verimli kullanır ve toplar halde uygulanmıştır. Bunlardan yola çıkarak denilebilir ki, enerji etkinliğini sağlamak amacı ile en etkili görülen yöntemlerden birisi geçmişten günümüze güneş enerjisine yönelimdir[24].

Güneş ışınımından maksimum faydayı yapıda duvar, yani cephe elemanı sağlamaktadır. Duvar, Güneş ışınlarını bina üzerine toplayan onu depolayan ve aynı zamanda iç mekana aktaran, yani iç mekan ile dış mekan arasında bölücü, aynı zamanda birleştirici bir yapı elemanıdır. Bu yüzden, bu önemde bir yapı elemanının malzemeleri ile doğru bir sistemde uygulanmış olması gerekmektedir. Özellikle pasif ısıtma soğutma sistemlerinde gözlemediğimiz dolaylı kazanım yönteminden yararlanarak tasarlanmış enerji etkin duvar sistemleri çeşitli geri dönüştürülebilir ve ekolojik yapı malzemeleri ile bütünlük kazanmakta ve sistemin doğru ve tam çalışmasına yardımcı olmaktadır[23].

Görülmektedir ki yapının enerji etkinliğinden söz etmek için yapı elemanlarını ele almamız gerekmekte, yapı elemanının enerji etkin bir sistem içinde çalışmasını sağlamak için yapı malzemesini incelemek gerekmektedir. Böyle bir sistem içinde doğru malzemelerle doğru tasarlanmış bir sistem ile uygulanmış bir bina örneğinde enerji etkinliğinden söz edilebilir.

2. 1 Yapıda Sürdürülebilirlik Çerçevesinde Güneş Enerjisi Kullanımı

Dünya enerji kaynaklarının doğru değerlendirilememesi nedeniyle ortaya çıkan enerji sorunu günümüzde mimari yaklaşımları enerji kavramı üzerinde yoğunlaştırmıştır. Sanayi Devrimi ile başlayan ve 19. Yüzyıldan bu yana hızlı bir şekilde devam eden seri üretim ve hızlı tüketim dünyanın enerji kaynaklarının da azalmasına yol açmaktadır. Öyle ki gelecekteki enerji kaynaklarının sonu ile ilgili kaygılar zamanla artmaktadır. Bunun içindir ki, çoğu alanda olduğu gibi mimaride de doğal enerji kaynaklarını maksimum kullanım sürdürülebilirlik çerçevesinde önemlidir. Enerji kavramı mimariyi uzun yıllardır meşgul etmekle birlikte özellikle ülkemizde uygulanan örneklerine çok az rastlamaktayız. Bunun yanında gerek lisans eğitim sürecinde gerekse bilinçlenme ile mimari yaklaşımlar enerji kavramı üzerinde odaklanmaya başlamıştır ki bu bir mimari sorumluluktur. Çünkü bilinmektedir ki dünya enerji kaynaklarının çok büyük bir kısmı yapılar tarafından tüketilmektedir[4].

Doğal enerji kaynaklarından en önemli olanı şüphesizdir ki güneştir. Güneş enerjisini mimaride kullanmak, yapıyı daha sağlıklı kılmakta, aynı zamanda 1970'lerde yoğunlaşan çalışmalardan bu yana güneş enerjisi temiz olarak nitelendirildiğinden yapıyı ekolojik kılmaktadır[5]. Mimaride güneş enerjisinin kullanımı, çok daha az enerji harcayarak optimum ısı ve ışık konforunu mekanda yakalamayı amaçlar.

Güneş ışınlarından yararlanmak için pek çok teknoloji geliştirilmiştir. Bu teknolojilerin bir kısmı güneş enerjisini ışık ya da ısı enerjisi şeklinde direk olarak kullanırken, diğer teknolojiler güneş enerjisinden elektrik elde etmek şeklinde kullanılmaktadır[5,28].

Güneş enerjisinden pasif yararlanmayı uygulamaya koymak oldukça basittir. Binanın mimari planlamasının pasif tasarıma uygun şekilde yapılması ile (örn. güney cephesindeki büyük pencereler, kış bahçesi vs. gibi uygulamalar) veya dolaylı ısı kazanım sistemlerinden enerji etkin duvar sistemleri ile güneşin bina içine nüfuz etmesi sağlanabilir. Güneş ışınları bina içinde ısı enerjisine dönüşür. Transparan ısı yalıtımında olduğu gibi uygun malzemelerin seçimi ile, gün boyunca yapı elemanlarına düşen güneş enerjisinin ısı enerjisine dönüştürülmesi mümkündür. Güneş enerjisinin oluşturduğu ısının döşemede ve duvarlarda depolanması ve depolanan ısının daha sonradan serbest kalması, önemli ölçüde ısı enerjisi tasarrufu

sağlayacaktır. Ayrıca güneş kolektörleri, güneş pilleri vb. aktif ekipmanlardan da yararlanılabilir[7,26].

Kaynak: EİE Genel Müdürlüğü			
AYLAR	AYLIK TOPLAM GÜNEŞ ENERJİSİ (Kcal/cm ² -ay) (kWh/m ² -ay)		GÜNEŞLENME SÜRESİ (Saat/ay)
OCAK	4,45	51,75	103,0
ŞUBAT	5,44	63,27	115,0
MART	8,31	96,65	165,0
NİSAN	10,51	122,23	197,0
MAYIS	13,23	153,86	273,0
HAZİRAN	14,51	168,75	325,0
TEMMUZ	15,08	175,38	365,0
AĞUSTOS	13,62	158,40	343,0
EYLÜL	10,60	123,28	280,0
EKİM	7,73	89,90	214,0
KASIM	5,23	60,82	157,0
ARALIK	4,03	46,87	103,0
TOPLAM	112,74	1311	2640
ORTALAMA	308,0 cal/cm²-gün	3,6 kWh/m² -gün	7,2 saat/gün

Çizelge 2.1 : Türkiye'nin aylık ortalama güneş enerjisi potansiyeli [Url-5]

Çizelge 2.1'de de görüldüğü gibi Türkiye'de güneşlenme süresi bir hayli fazladır. Dolayısı ile doğal enerji kaynaklarından güneş enerjisi rahatlıkla yapılarda değerlendirilebilir. Bu da Türkiye'de ekolojik mimarinin desteklenmesinin ve uygulanmasının kolaylığını sağlamaktadır. Tüm bunların yanında, bu çalışmanın ana hedefi olan enerji etkin duvar sistemlerinin uygulamasının da güneş enerjisine temelden bağlı çalıştığını göz önünde tutarsak, Türkiye enerji etkin duvar sistemlerinin uygulaması için oldukça elverişli bir ülkedir[28].

Tüm bunlar doğrultusunda enerji etkin duvar sistemlerinin yapılara uygulamasında güneş enerjisinden maksimum yararlanma prensibi göz önünde bulundurulursa, bu

duvar sistemlerine güneş duvarları da denilebilir. Güneş duvarları ekolojik ve sürdürülebilir mimari için pasif güneş sistemi uygulamalarında çok önemli yer tutmaktadır. Öyle ki yapı mekanlarındaki sıcaklığın sabit tutulmasına ayrıca yapıdaki ısı enerji kayıplarının en aza indirgenmesinde önemli görev üstlenirler. Güneş duvarları yapıyı sürdürülebilir kılar. Böylece sürdürülebilirlik açısından güneş enerjisi değerlendirildiğinde yapının geleceğe yönelik tasarlanması için güneş enerjisinden maksimum fayda sağlanması gerekmektedir.

Sonuç olarak, yapılarda enerji etkinliği güneş enerjisinden maksimum fayda ile sağlanmaktadır. Bunu sağlamak için ise belirli sistemler geliştirilmiştir. Enerji kayıplarının en fazla olduğu yer yapının cepheleri olduğundan enerji etkin duvar sistemleri geliştirilmiştir. Bu sistemler güneşle yapıyı buluşturan elemanlar olduğundan güneş enerjisinden faydayı da yine bu elemanlardan yararlanılarak oluşturulacak sistemler sayesinde elde edilecektir. Bu sistemler tüm bu gereksinimler doğrultusunda ortaya çıkmış ve tamamen kullanıcı konforu ön planda tutularak geleceği de düşünen yapılar üretmek adına sürdürülebilirlik adına tasarlanmıştır.

Bu sistemler aşağıdaki gibidir;

- Trombe duvarı
- Su duvarı
- Trans duvarı
- Termosifon duvarı

Bu sistemler sürdürülebilirlik çerçevesinde güneş enerjisinden maksimum faydalanma presibine dayanmaktadır.

2. 1. 1 Yapılarda Güneş Enerjisi Kullanımında İşlemler Dizini

Mimari yapılarda temel tasarımda mekanlarda ısıtma soğutma ve aydınlatma gibi sorunları doğal yöntemler ile çözümede güneş enerjisi kullanılır. Bu sistemleri güneş enerjisinden faydalanarak üretmek, yapıyı hem ekonomik hem de sağlıklı kılmaktadır. Yapıyı güneş ile ilk buluşturan eleman olan duvar elemanının enerji etkin tasarım prensipleriyle üretilmesi için güneş enerjisinden yararlanmanın dört yöntemi şöyledir:

- Toplama

- Depolama
- Dağıtma
- Denetleme

2.1.1.1 Toplama

Toplama işlemi ile güneş ışınları duvara daha kolay ulaşır ve bu sistem sayesinde güneş enerjisinin iç mekana aktarılması kolaylaşır[15]. Toplama işleminde;

- Geçirici cam ya da plastik yüzeyler kullanılır.
- Koyu renkler güneş ışınlarını çekmede etkili olur.
- Güneş ışınlarının duvar yüzeyine doğru iletilmesini sağlar.

2.1.1.2 Depolama

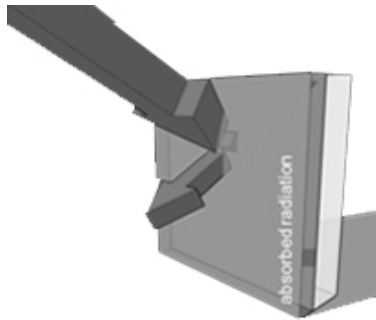
Güneş ışınımının ısı enerjisinin tutulmasıdır[15].

Duvar dış yüzeyde absorbe edilen enerji zamanla yavaş bir şekilde duvar katmanlaşma detayını oluşturan uygun malzemeler tarafından bir kısmı tutularak iç ortama verilir. Bu şekilde mekanik ısıtma soğutmaya ihtiyaç kalmaz[8].

2.1.1.3 Dağıtma

Depolanan ısı enerjisinin doğal olarak devinimi ve mekana dağıtımıdır[15]. Bir başka deyişle, ısı enerjisinin radyasyon yoluyla mekana aktarımıdır. Güneşten yararlanarak depolanan ısı enerjisinin dağıtımı iki yönden olur:

1. Yansıma yoluyla dağıtma[Bknz. 1.Şekil 2.1]
2. Geçirgenlik yoluyla dağıtma[Bknz. 1.Şekil 2.2]



Şekil 2.1. : Yansıma yoluyla dağıtma Şekil 2.2. : Geçirgenlik yoluyla dağıtma

2.1.1.4 Denetleme

Konfor koşullarının aşmaması için önlemlerin alınmasıdır. Bu da mekan kalitesinin artmasının yanı sıra, kullanıcı memnuniyetini de sağlamış olur. Bu yöntem ile sistemleri bir arada kullanma ve opsiyon seçenekleri belirginleştirilir, böylece tasarım yöntemi seçiminde kolaylık sağlanmış olur.

2. 1. 2 Yapılarda güneş enerjisinden ısı kazanım sistemleri

Isıl konfor, bir insanın sağlıklı ve üretken olabileceği ısı parametrelerin sağlanması olarak tanımlanmaktadır[14]. Isıl konfor sağlanamadığında tüketilen yakıt binayı değil atmosferi ısıtmakta, dolayısıyla gereğinden fazla yakıt tüketilmektedir. Tüketilen yakıtın fazla olması binanın kullanım maliyetini yükseltirken aynı zamanda yakıtların atmosfere verdikleri zararlı gazlar dolayısıyla da çevre kirliliği artmaktadır[14].

Yapılarda ısı kazanım sistemleri üç'e ayrılmaktadır:

- Doğrudan kazanım
- Dolaylı kazanım
- Yalıtılmış kazanı

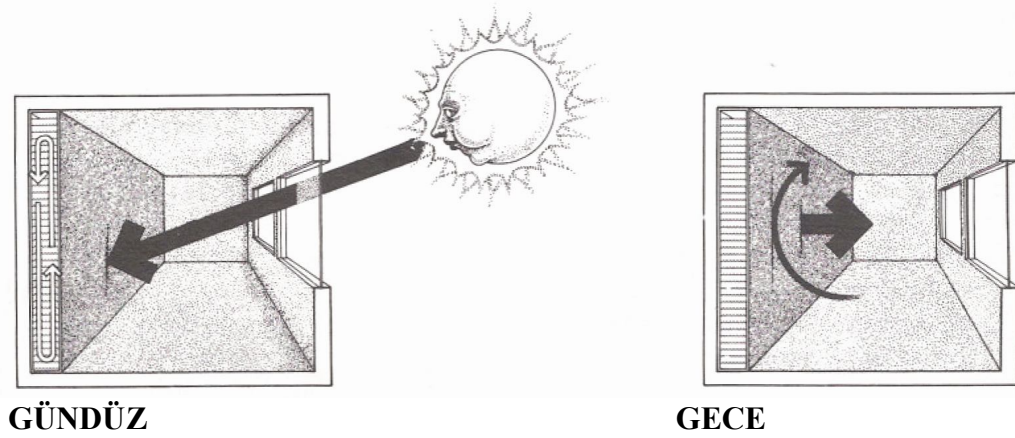


2.1.2.1 Doğrudan kazanım

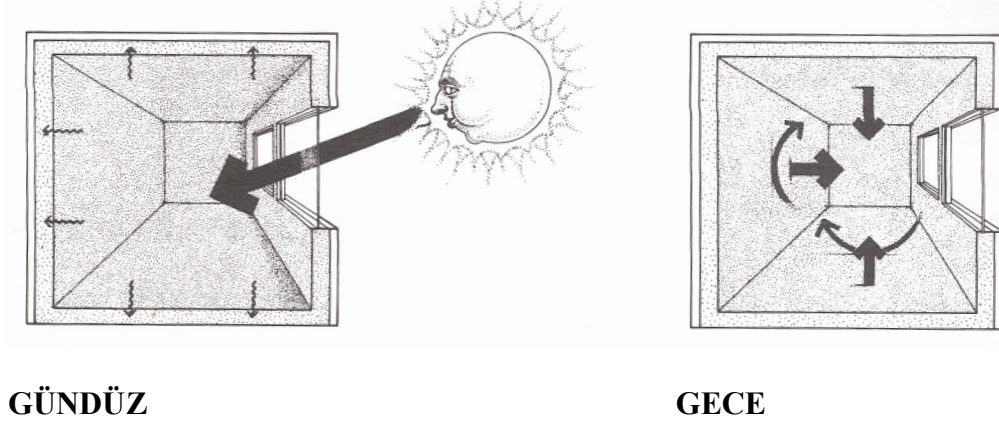
Binalarda güneş enerjisinden faydalanmayı arttırmanın en yaygın yolu, güney cephesinin güneş ışınımını rahatça alabileceği saydam yüzey alanlarının arttırılmasıdır. Cam, güneş ışınımının önemli bir bölümünün doğrudan geçirilmesine izin verdiği güneş enerjisinin toplamasında kullanılmaktadır. Buna karşın, uzun dalga boyu, infrared ışınlarını yansıtır veya ısı şeklinde depolar[9]. Örneğin, güneş evinde güneş ışığı cam çatı ve duvarlardan geçer ve içerideki objeler tarafından emilir. Daha sonra, objelerden ışıma(radyasyon) yoluyla ısı enerjisine çevrilir ve bina

içerisindeki havayı ısıtır. Ortaya çıkan ısı enerjisi, beton, tuğla, taş, su veya sıcaklığa bağlı olarak katıdan sıvıya veya sıvıdan katıya faz değiştiren materyaller tarafından termal kütlelerde depo edilir. Gelen güneş ışığı, kepenkler veya gölgelikler tarafından yönlendirilirken gece ve soğuk mevsimlerdeki ısı kayıpları izolasyon malzemeleriyle azaltılır[9].

Doğrudan kazanım sistemi, güneş enerjisinden direkt elde edilen ısı kazanım sistemidir. Şekil 2.3 ve 2.4'te de görüldüğü gibi bu sistem sayesinde gündüzleri iç mekandaki masif yüzeylerde depolanan ısı, gece olduğunda mekandaki sıcaklığın sabit tutulmasında yardımcı olacak ve mekana dağıtılarak ısı kazancı sağlayacaktır [19, 25, 45].



Şekil 2.3. : Doğrudan ısı kazanım sistemi, gündüz ve gece durumu[45]



Şekil 2.4. : Doğrudan ısı kazanım sistemi, termal duvarda gündüz ve gece durumu[45]

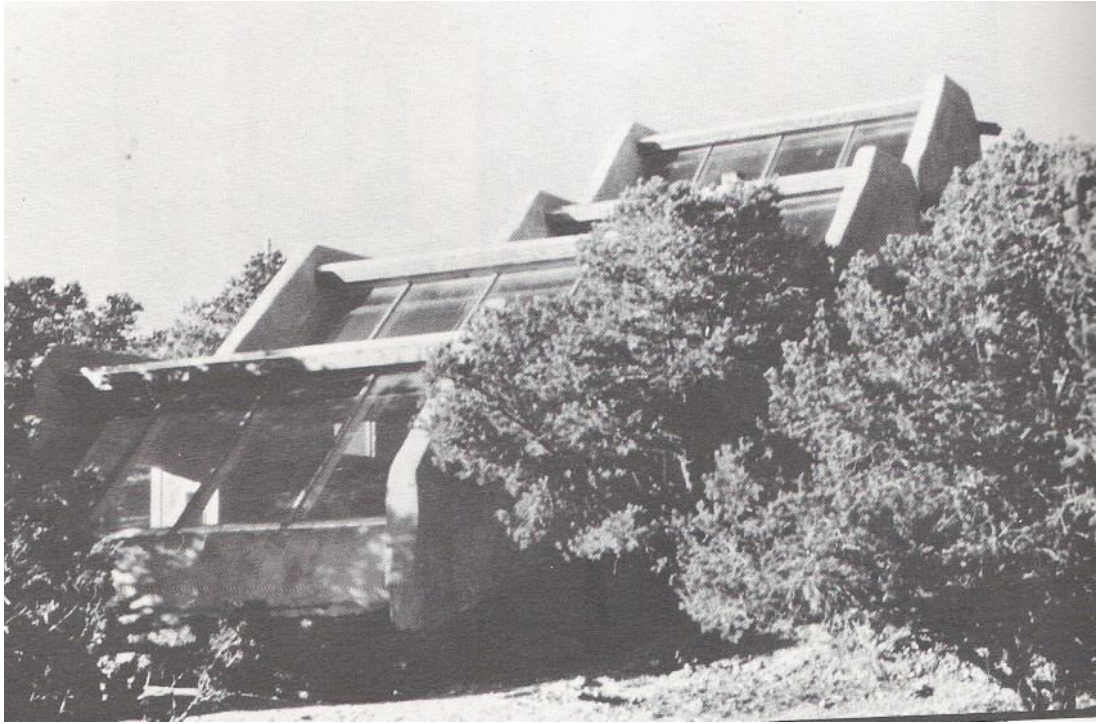
Bu yöntemden yararlanabilmek için;

- Isısal kütle (iç mekandaki ısı depolayan opak yüzeyler) malzemesi 150 mm'den fazla olmamalı

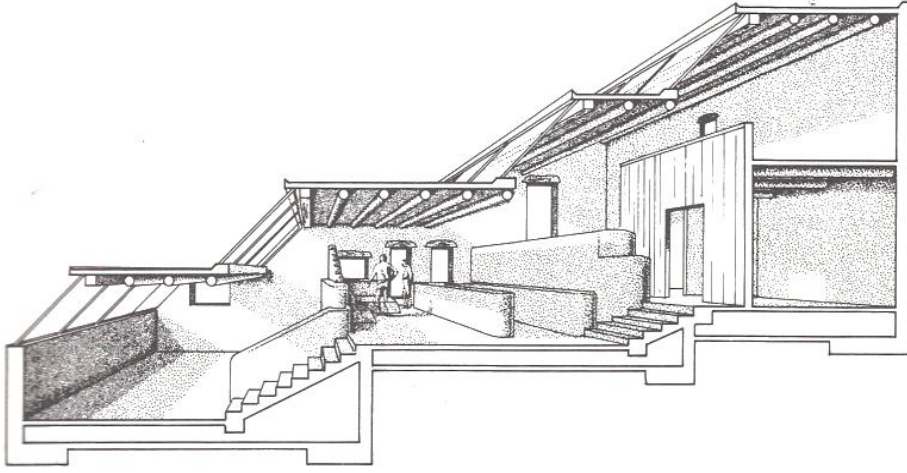
- Isısal kütle görevi gören döşeme duvardan duvara halı kaplanmamalı
- Güneş ışınlarını daha fazla çekmek ve depolamak için koyu renge boyanmalı
- Isısal kütle görevi görececek opak yüzeylerde kullanılan beton boşluksuz olmalıdır[19,s. 70].

Görülmektedir ki yapılarda güney cephesinde fonksiyonun gerektirdiği biçimde mekanda doğal aydınlatmanın gerekli ve önemli olduğu durumlarda saydam cam yüzeyler kullanılarak güneş enerjisinden ısı kazanımı sağlanabilir. Bu da doğal enerji kaynağı olan güneş enerjisini kullanmaya dolayısı ile yapay ısıtma ve aydınlatmaya daha az gereksinim duyarak veya hiç gereksinim duymayarak yapının kullanıcı için konfor koşullarını sağlaması açısından destekleyici olacaktır. Bu da enerji tasarrufunu beraberinde getirecektir.

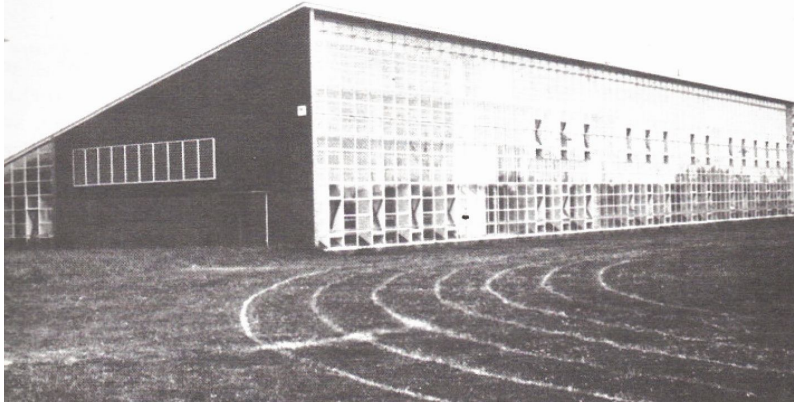
Şekil 2.5 ve 2.7’de dolaylı ısı kazanım sistemleri ile uygulanmış yapı örnekleri görmekteyiz:



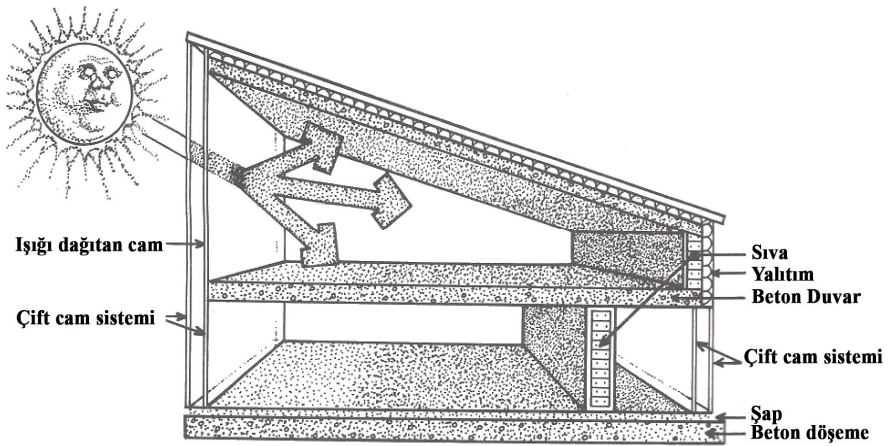
Şekil 2.5. : Karen Terry Evi, Doğrudan ısı kazanım sistemi uygulaması[45]



Şekil 2.6. : Karen Terry Evi, Doğrudan ısı kazanım sisteminde kış güneşinden maksimum ısı kazancı[45]



Şekil 2.7. : St. George okulu, Pasif ısıtmada güney cephesinden doğrudan ısı kazanımı uygulaması[45]



Şekil 2.8. : St. George okulu, kesit, doğrudan ısı kazanımı[45]

2.1.2.2 Dolaylı Kazanım

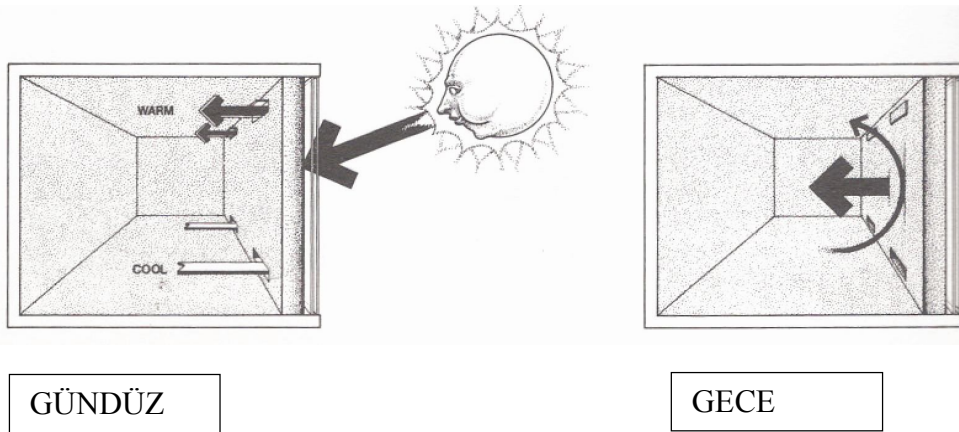
Dolaylı kazanım sistemleri, güneş enerjisinden toplama, depolama, dağıtma, denetleme yöntemlerini kullanarak ısı kazanımı sağlayan sistemlerdir. Dolaylı kazanım sistemlerinde güney cephesinde güneş ışınımından maksimum faydayı sağlamak için opak duvar yüzeyler güneş ışınımını toplar, depolar ve iç mekana dağıtır. Böylece iç mekandaki ısının sabit tutulması sağlanır ve bu sistemler sayesinde yapay ısıtmaya çok az gereksinim ile yapıdaki ısınma sağlanmış olur. Bu da dolayısıyla enerji tasarrufunu beraberinde getirir[19,25,45].

Dolaylı kazanım sistemlerine;

- Trombe duvarı
- Su duvarı
- Trans Duvar
- Çatı Havuzu

sistemlerini sayabiliriz.

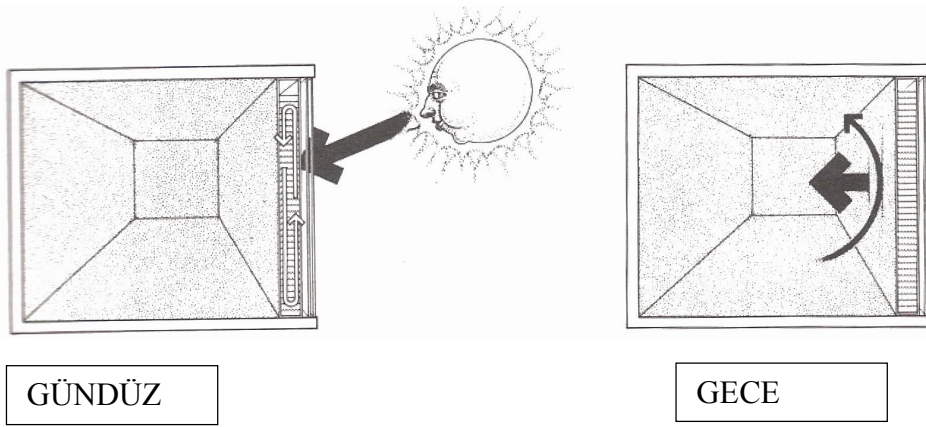
Dolaylı kazanım sistemlerinde güney cephesine fonksiyona göre yerleştirilmiş bir enerji etkin duvar sistemi sayesinde yapıda sürdürülebilirlik sağlanır[4]. Ayrıca, iç mekanda kullanıcı için uygun konfor koşullarının da sağlanmasında etkili olan dolaylı kazanım sistemlerinin bir çok uygulaması mevcuttur. Şekil 2.9'dan Şekil 2.15'e kadar bu sistemlerin detaylarını ve örneklerini görmekteyiz.



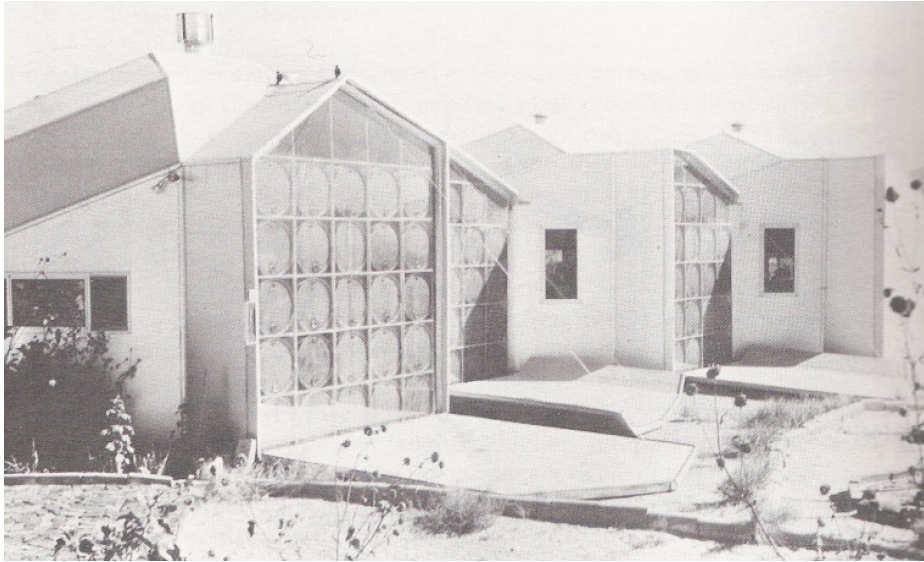
Şekil 2.9. : Dolaylı ısı kazanım sistemi: Trombe duvarı [45]



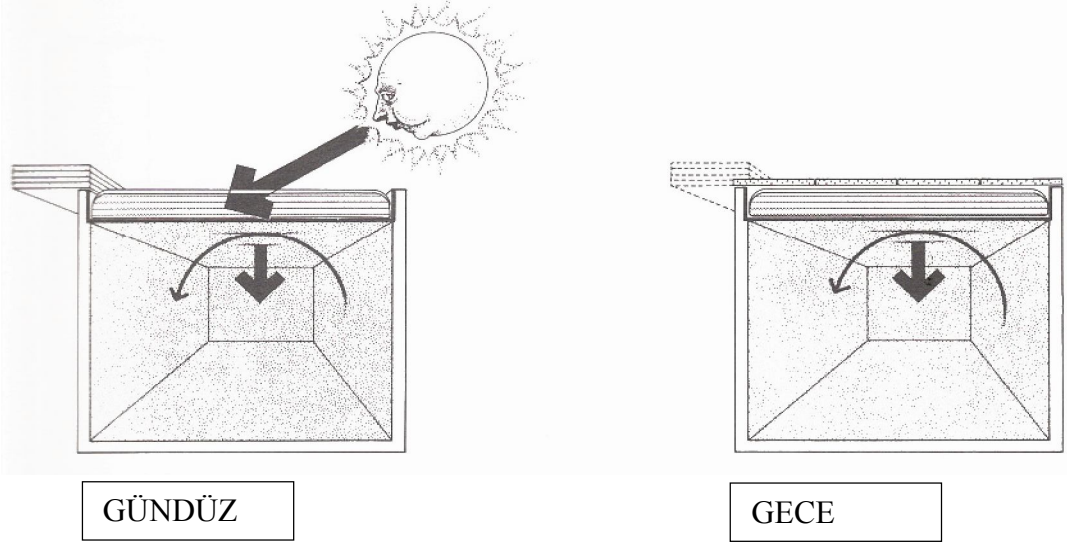
Şekil 2.10. : Dolaylı ısı kazanım sistemi: Trombe duvarı örneği, Odeillo, Fransa [45]



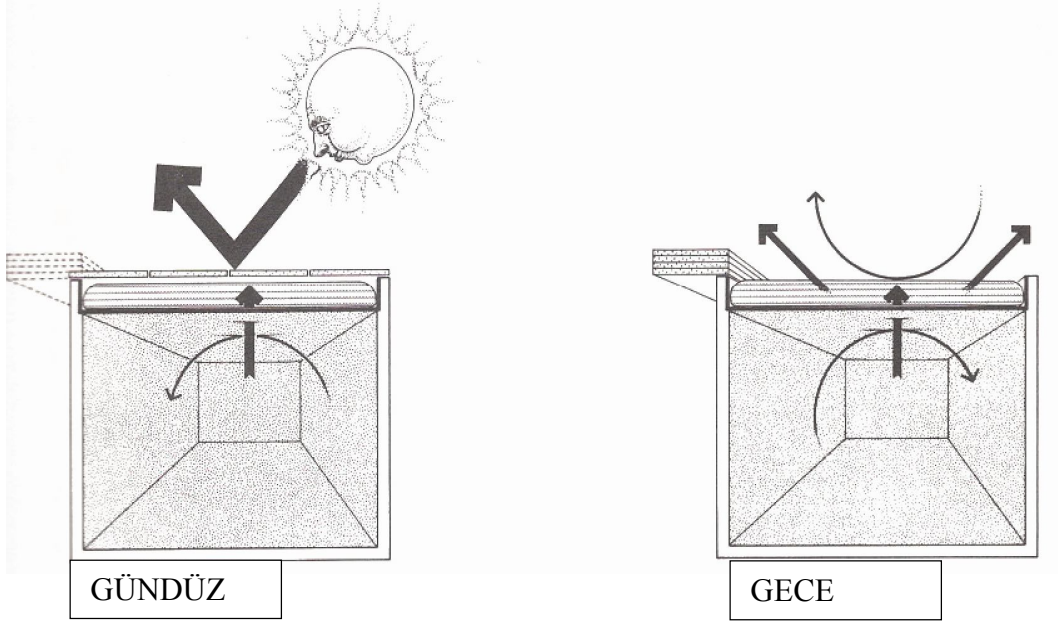
Şekil 2.11. : Dolaylı ısı kazanım sistemi: Su duvarı [45]



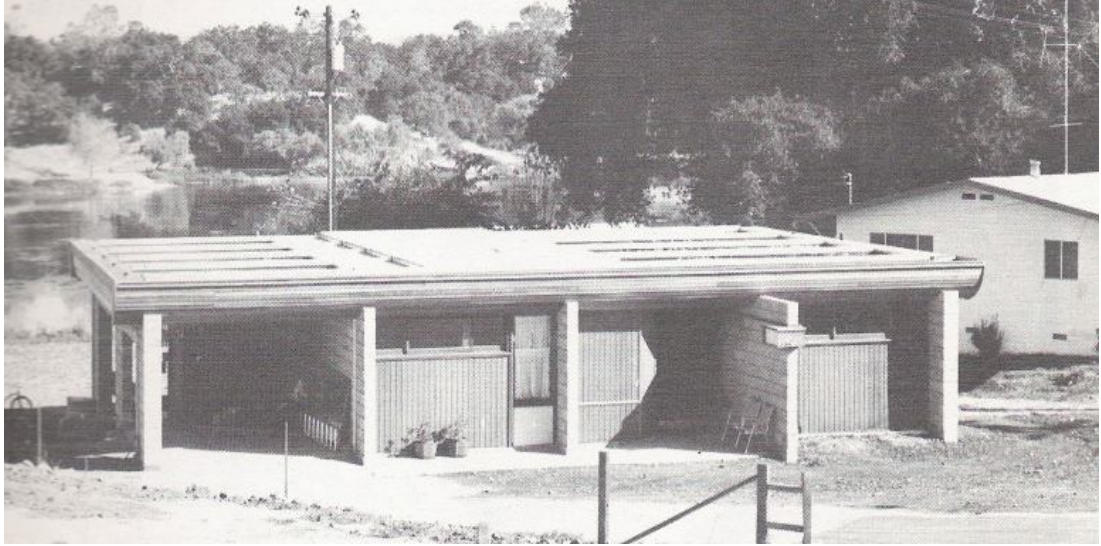
Şekil 2.12. : Dolaylı ısı kazanım sistemi: Su duvarı örneği [45]



Şekil 2.13. : Dolaylı ısı kazanım sistemi:Çatı havuzu, Isınma[45]



Şekil 2.14. : Dolaylı ısı kazanım sistemi:Çatı havuzu, Soğuma[45]



Şekil 2.15 : Dolaylı ısı kazanım sistemi:Çatı havuz uygulama örneği[45]

2. 1. 2. 3 Yalıtılmış kazanım

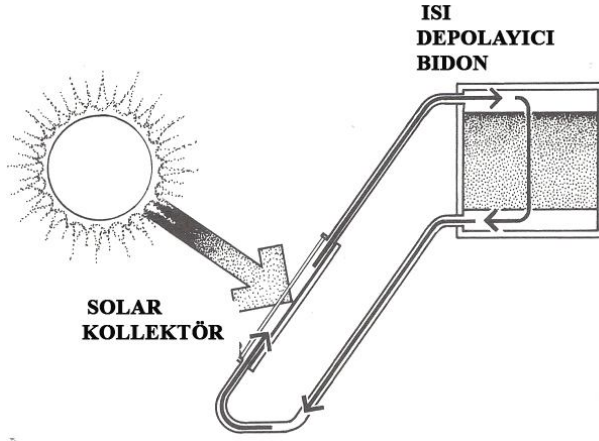
Yalıtılmış ısı kazanım sistemi güneş enerjisinden ısı kazanım sistemlerinin bir diğeridir. Bu sistemde, termal kütle etkisi görece opak yüzey ile dış cephe arasında bir mekan daha vardır ki bu mekan güneş odası olarak adlandırılır. Güneş odaları gün boyunca toplanan ısıyı depolar ve depolanan ısı mekana aktarılır. Böylece kullanıcı için uygun bir atmosfer sıcaklığı iç mekanda sağlanmış olur. Tüm bunların yanında güneş odaları sıcaklık olarak konforlu mekanlar olduğu için bu mekanlarda bitki rahatlıkla yetiştirilir ve bunun yanında yaşama mekanı olarak da kullanılabilir[19, 25, 45].

Yalıtılmış kazanım sistemlerinde;

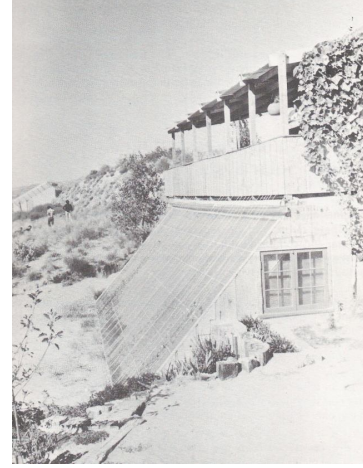
- Termosifon duvarı
- Güneş odası

Sistemlerini sayabiliriz.

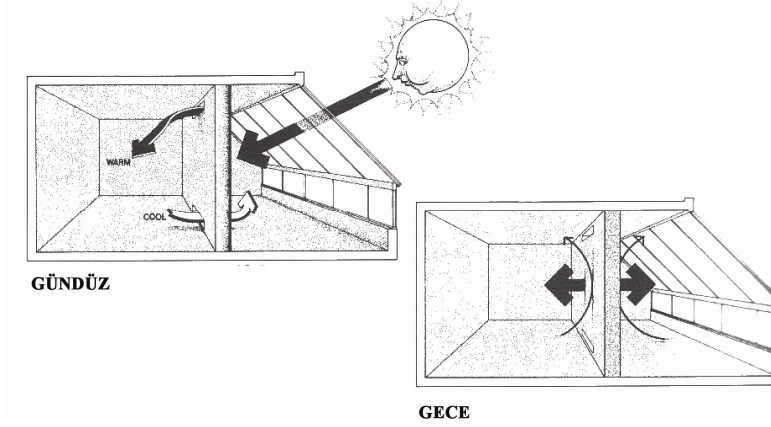
Şekil 2.16'dan Şekil 2.20'ye kadar olan bölümde yalıtılmış kazanç sistemlerinin uygulanmış örnekleri görülmektedir.



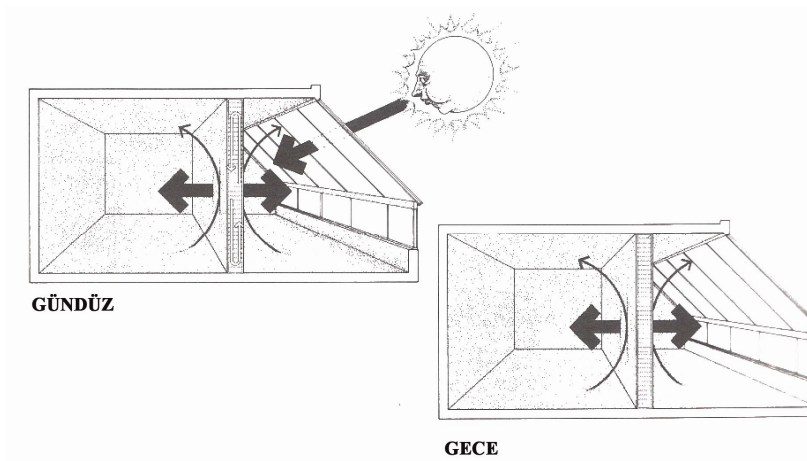
Şekil 2.16. : Yalıtılmış ısı kazanım sistemi: Termosifon duvarı [45]



Şekil 2.17. : Yalıtılmış ısı kazanım sistemi: Termosifon duvarı uygulama örneği[45]



Şekil 2.18. : Yalıtılmış ısı kazanım sistemi: Güneş odası, Trombe duvarı [45]



Şekil 2.19. : Yalıtılmış ısı kazanım sistemi: Güneş odası, Su duvarı [45]



Şekil 2.20. : Yalıtılmış ısı kazanım sistemi: Güneş odası uygulama örneği [45]

2. 1. 2. 4 Pasif ısı kazanım sistemlerinin avantaj ve dezavantajları

Elbette her sistemde olduğu gibi güneş enerjisinden pasif elde edilen ısı kazanımlarının da avantaj ve dezavantajları mevcuttur[45,s. 62-65].

Avantajları:

- Ekonomik oluşu
- Konfor koşullarını sağlayabilme
- Mimari çözümlere için yeterince basit oluşu
- Enerji tasarrufunu sağlamanın yanında üretim ve bakım maliyetleri de çok azdır[45,s. 62-65].

Dezavantajları:

- Yapay ısıtma ile karşılaştırıldığında, mekanı daha az ısıttığı gözlemlenmektedir.
- Kontrolü diğer yapay meteryallere göre daha zordur[45,s. 62-65].

2. 2. Isıtma ve iklimlendirme enerjisi korunumunun enerji etkin yapılarda rolü

Mekandaki sıcaklığın sabitliği, kullanıcı konfor koşulları açısından oldukça önemlidir. Bunun yanında sıcaklık sabitliği ısıtma enerjisi korunumunu sağlamaktadır. Enerji etkin yapılarda ısıtma ve iklimlendirme enerjisi korunumu oldukça önemlidir ve önemli bir rol üstlenir. Yapıdaki enerji harcamalarının büyük bir çoğunluğu ısıtma ve iklimlendirmeye harcanmaktadır. Bunun sebebi, kullanıcı için konfor koşullarını

sağlamak ve yapıda kullanılabilir mekanlar sunmaktır. Oysa ki, ısıtma ve iklimlendirme enerjisinin korunumu sayesinde yapı daha az enerji tüketen, daha ekonomik olacaktır.

Ülkemizde tüketilen enerjinin yaklaşık üçte biri yapılarda ısıtma – soğutma için harcanmaktadır. Basit mimari tedbirler ile güneş enerjisinden yararlanmak, pasif ısıtma/soğutma tekniklerini uygulamak enerji konusunda büyük ölçüde tasarruf sağlayacaktır[43,s. 15].

“Örnek vermek gerekirse, Amerika’da pasif sistemle ısıtmayı gerçekleştirmek amacıyla uygulanan MIT-5 güneş evinde ısı ihtiyacının %85 i güneş enerjisiyle sağlanmaktadır. Şubat ayında bu oran %60 a düşmüştür.”[43,s. 16]. Görüldüğü gibi pasif sistemlerle desteklenen yapı uygulamalarında basit tekniklerle büyük ve önemli tasarruf sağlanabilmektedir. Bu da yapıyı tümüyle enerji tüketen bir birim olmaktan kurtarıp enerji etkin kılmaktadır.

Tüm bunları uygulamaya dökmek için genelden özele tüm yapı detayları ele alınmalıdır. Bunun için öncelikle, yapı malzemeleri incelenmelidir. Bir çok sistem yapıyı enerji etkin kılabilir. Fakat, yapıda uygun malzemelerin seçimi ısıtma ve iklimlendirme enerji korunumu için çok önem taşır. Çünkü her malzemenin davranışı ve ısı depolama, iletme ve yansıtma derecesi birbirinden farklıdır. Ekolojik malzeme bilinçlenmesi ile doğru sistemlerin bir araya gelmesi ile oluşacak yapılar ancak ekonomik olacaktır[13,27].

Yüzeyler güneş ışınımına maruz kaldıkları için ısıtma ve iklimlendirme enerjisini koruma açısından oldukça önem taşırlar. Yüzeyleri oluşturan malzemeler de burada önemli rol oynar ki malzeme seçimi yüzeyin geçirgenlik, yansıtıcılık ve dağıtıcılık özelliklerini etkiler. Malzemeler de yüzeylere göre özellik kazanırlar. Bu yüzden güneş ile yapıyı buluşturan malzemelerin yapının termal kontrolü için büyük önemi vardır[4].

Sonuç olarak, yapıda termal konforu kullanıcıya sağlamak ve yapıyı sürdürülebilir kılmak için ısıtma ve iklimlendirme enerjisi korunumu çok önemlidir ve yapıda önemli bir rol oynar. Gerek malzemelerin özelliklerinden yararlanarak gerek ise cephe elemanı olarak enerji etkin duvar sistemleri uygulamaları ile ısıtma ve iklimlendirme enerjisinin korunumu sağlanabilir. Enerji etkin duvar sistemlerinin

doğru malzemelerle bi araya gelmesi ile tasarlanmış bir cephe 6rneği yapıdaki ısıtma ve iklimlendirme enerjisi korunumunu sağlayacaktır. Çizelge 2.2’de çeşitli yapı malzemeleri ve onların g6neş karşısında davranışları tablo halinde g6sterilmiştir[25].

Renk Fakt6r6

Yapı cephesindeki duvar elemanı ve onu bir araya getiren malzemelerin her biri detayları ile g6neş enerjisinden maksimum yararlanmaya y6nelik tasarlandığında oluşan sistemler sayesinde yapının ısıtma ve iklimlendirme enerjisinin korunduğu s6ylenbilir. 6yle ki bu sistemlerin etkili çalışmasında renk fakt6r6 de oldukça 6nem taşır. 6yle ki izelge 2.2’de de g6rd6đ6m6z gibi malzemelerin her birinin ayrı davranışının yanı sıra, malzemenin aldığı renk de g6neş ile yapı arasındaki ilişki de etkili olmaktadır[25].

	Solar Yansım oranı(%)	Isıl Yansım oranı(%)	Termal Salıcılık
Aluminyum	95		0. 5
Beyaz Plastik	93		0. 91
Oksitlenmiş Aluminyum	85		0. 12
Cilalanmış Aluminyum	85	92	0. 08
Beyaz Boyalı Aluminyum	80		0. 91
Krom Tabaka	72	80	0. 20
Cilalı Bakır	75	85	0. 15
Cilalı Mermer	40-50		0. 90
Granit	45		0. 44
Kireçtaşı	43	5	0. 95
Beton	40		0. 88
Ahşap	40	5	0. 95
Tuğla Briket(açık renk)	23-48	5	0. 95
Tuğla Briket(koyu renk)	30	5	0. 95
Galvanizli Demir	10-20		0. 28

Çizelge 2.2 : Çeşitli malzemelerin solar yansıtıcılık, termal yansıtıcılık, termal dağıtıcılık oranlarının % değerleri[25]

2. 3 Yapıda Duvar Enerji Etkin Tasarım Sistemlerinin Önemi

Yapılarda ısıtma ve iklimlendirme enerjisi korunumu kullanıcı konfor koşullarını sağlamada çok önemli bir yer tutmaktadır. Bu korunumu sağlamak için yapının en çok enerji kayıplarının yaşandığı eleman olan cephe elemanının tasarımı oldukça önem kazanmaktadır.

Basit enerji etkin duvar(cephe) elemanları ile yapı hem görsel olarak hem de termal olarak konfor koşullarını sağlayabilmektedir. Bunun için doğal enerji kaynağı olan güneş enerjisinden maksimum faydalanma sağlayarak oluşturulan duvar sistemleri duvar cephesinde güneş enerjisi sayesinde termal kütle etkisi yaparak iç mekana kullanıcıya konfor koşullarını sunmaktadır[28,30].

Dolayısı ile enerji etkinliğini sağlamak adına yapıdaki duvar tasarım sistemlerinin önemi oldukça büyüktür. Isıtma sisteminin işletme biçiminin direk ilişkisi yapı elemanının ısı depolama ilişkisi ile doğrudan ilintilidir. Gün içerisinde güneş ışınımına maruz kalan yapı elemanı(duvar) bir miktar ısıyı depo etmektedir. “Isı depolama niteliği, malzemenin yoğunluğu ile özgül ısısına bağlı olarak değişmektedir. Isıtma sisteminde kesinti yapıldığı zaman, bina kabuğunun sahip olduğu ısı geçirgenlik direncine göre depolanan ısıdan ne kadar süre yararlanabileceği enerji ekonomisi açısından önemlidir. Bir başka deyişle, dış duvar yüzeyindeki bir ısı dalgasının, duvarın iç yüzeyine ulaşması için gereken zaman aralığı olarak nitelendirilen zaman gecikmesinin, en iyi sonucu verecek şekilde kabuk tasarımı sürecinde ayarlanabilmesi, buna bağlı olarak da ısıtma işletme biçimlerinin seçilmesi enerji korunumuna büyük katkıda bulunacaktır.” [30, s. 7-8]

Dolayısı ile, duvar elemanı doğru tasarlanıp uygulandığında yapıda enerji tasarrufunu sağlayabilmektedir. Enerji etkin duvar sistemleri pasif sistemler doğrultusunda tasarlandığından tamamen doğal enerji kaynaklarına yönelerek yapıda doğal ısıtma ve soğutmayı sağlamaktadır. Günümüz mimari sorunlarına cevap arayan ve aynı zamanda cevap üreten duvar tasarım sistemlerinin önemi yapının tümü ve kullanıcı açısından oldukça büyük bir önem taşımaktadır. Yapıyı sürdürülebilir ve ekolojik kılmakla birlikte kullanıcı açısından gerekli konfor koşullarını da minimum enerji harcayarak sunmayı hedefleyen pasif duvar tasarım sistemleri, günümüz enerji kaynaklarının verimli kullanılmasını sağlayacaktır.

Tüm bunlardan yola çıkarak denilebilir ki duvar elemanı yapının tümünü ele aldığımızda oldukça önemli bir parçadır. Yapıyı dış koşullarla bir araya getiren bu eleman pasif sistemler doğrultusunda tasarlandığında yapı bütününde enerji tasarrufu sağlamada yardımcı olacaktır.

2. 4 Yapı Kabuğundan Sağlanacak Enerji Etkinliği

Mimari yapıda iç mekan koşulları dış hava koşulları ile doğrudan ilintilidir. Bunun sebebi, yapının bulunduğu iklim koşulları ve yapının bu şartlara uyum sağlayıp sağlayamadığı ile ilgilidir. Yapıdaki enerji kayıpları bu sebeplerle oluşmakta ve bu enerji kayıplarının büyük bir çoğunluğu ise yapıyı dış ortam ile buluşturan cephe elemanından oluşmaktadır. Mimari olarak bir problem haline gelen enerji, yapıda enerji etkinliğini sağlama yollarına başvurarak çözüme kavuşturulmaya çalışılmaktadır. Öyle ki günümüzde pasif güneş enerji sistemleri ile yapıyı enerji etkin kılmak mümkündür.

Tüm bunların yanında yapıdaki enerji etkinliği güneş ve rüzgar enerjisinden yararlanarak sağlanır. Özellikle sonsuz bir kaynak olan güneş enerjisinden yapıda maksimum yararlanmaya yönelik yapı kabuk elemanları tasarlanmıştır. Yapı kabuğunun ısı performansını etkileyen en önemli fiziksel özellikleri[51,s.4];

- Opak ve saydam bileşenlerin ısı iletim katsayısı (U , $W/m^2.K$)
- Opak bileşenin genlik küçültme katsayısı (ϕ)
- Opak bileşenin zaman geciktirmesi (Φ , h)
- Opak ve saydam bileşenlerin güneş ışımına karşı geçirgenlik (opak bileşen için geçersiz), yutuculuk ve yansıtıcılık katsayıları (τ , a ve r)

Opak ve saydam bileşenin toplam ısı iletim katsayısı, herhangi bir d (m) kalınlığındaki yapı bileşeninin (duvar, döşeme, vb.) her iki tarafında bulunan hava sıcaklıkları arasındaki fark $1^\circ C$ ($1^\circ K$) olduğunda, bileşenin birim alanından ($1 m^2$) birim zamanda (1 saat) geçen ısı miktarıdır. Birimi $kcal/m^2h^\circ C$ veya W/m^2K dir[52,53].

Dolaylı pasif sistemlerden yararlanılarak tasarlanmış birçok opak yüzey cephe elemanı (duvar) yapıda enerji etkinliğini sağlamaya yönelik uygulanmaktadır.

Uygulaması basit bu sistemler mimaride ön plana çıkan enerji problemine cevap sunacak nitelik çalışırlar.

Bina dış kabuğu tasarımında amaç minimum yapma ısıtma ve soğutma enerjisine dayalı konforlu bir mekan yaratmaktır. Bu nedenle iç iklimsel konforu sağlayan optimum değerlere sahip bina kabuğunun termofiziksel özelliklerinin değişimine neden olabilecek herhangi bir olaydan korunulmalıdır[48].

2. 4. 1 Saydam Bileşenin Isı Geçişine İlişkin Özellikleri

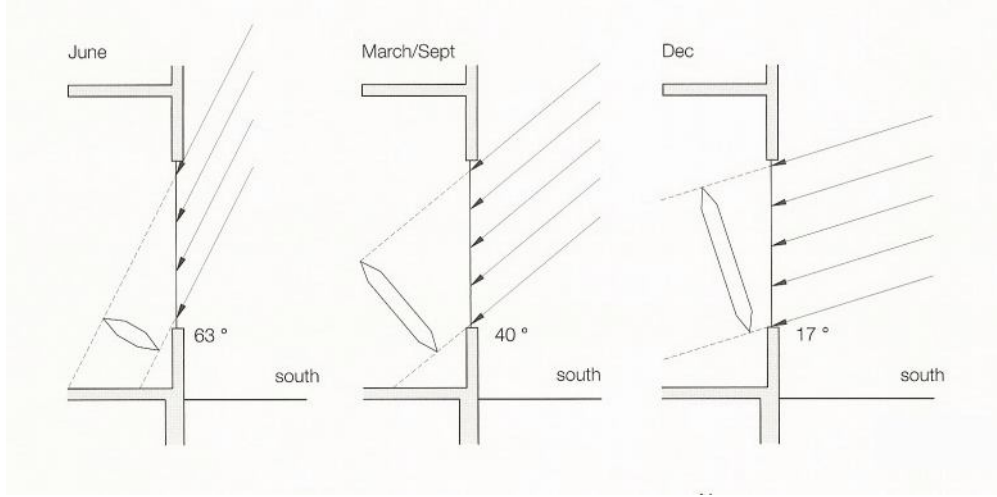
Pasif sistemlerde önemli olan, güneş ışınımından maksimum fayda sağlamaktır. Bu yüzden yapı kabuğundaki saydam ve opak bileşenlerin ısı geçişine ilişkin özellikleri büyük önem taşımaktadır. Öyle ki birçok optik özelliklere bağlı olarak saydam bileşenlerin bu özellikleri güneş ısı kazancına dönüşebilir[33,51].

Yapı iç mekanı ile dış mekanı bir araya getiren önemli bir yapı elemanı olan cephede saydam bileşenin güneşle bulunduğu dış yüzeyi, ve bu yüzeye gelen güneş ışınımının ısı kazancına dönüşmesi saydam bileşenin güneş ışınımı geçirgenliği (τ_c), yutuculuğu (a_c), ve yansıtıcılığı (r_c) gibi optik özelliklerine bağlıdır. Saydam bileşenler için;(2.1)

$$\tau_c + a_c + r_c = 1 \quad (2.1)$$

Bağıntısı geçerlidir[33,s. 90-91].

Saydam yüzeyler için hem düzgün hem de yaygın yansıma olayları söz konusudur. Saydam yapı bileşenlerinin direkt güneş ışınımı geçirgenlik (τ_{cD}), yutuculuk(a_{cD}) ve yansıtıcılıkları(r_{cD}), direkt ışınımın yüzeye geliş açısına (Θ) bağlı olarak önemli derecede değişim gösterirler[33,s. 91]. Şekil 2.21 te de gözlemlenebildiği üzere, güneş ışınımının saydam yüzeye geliş açısı aylara göre değişim göstermekte, bununla birlikte elde edilen ısı kazancında doğrudan bir değişim görülmektedir. Bunu sebebi ise iç mekana aktarılan güneş ışınımının değişimi ve dolayısı ile saydam yüzeyden elde edilen toplam ısı geçişinin gösterdiği değişimdir[Bknz. Şekil 2.21].



Şekil 2.21. : Güneş ışınımının saydam yüzeye geliş açısının aylara göre değişimi[41]

İki cam tabakanın oluşturduğu sistemlerde ise, direkt güneş ışınımı geçirgenlik(τ_{12D}), yansıtıcılık(r_{12D}), ve yutuculuk(a_{12D}) değerleri sırası ile aşağıdaki eşitlikler aracılığı ile hesaplanabilir[33,s. 91-92] (2.2), (2.3), (2.4):

$$\tau_{12D} = \frac{\tau_1 \times \tau_2}{1 - r_1 \times r_2} \quad (2.2)$$

$$r_{12D} = r_1 + \frac{(\tau_1)^2 \times r_2}{1 - r_1 \times r_2} \quad (2.3)$$

$$a_{12D} = 1 - \left[\frac{\tau_1 \times \tau_2}{1 - r_1 \times r_2} + r_1 + \frac{(\tau_1)^2 \times r_2}{1 - r_1 \times r_2} \right] \quad (2.4)$$

τ_1 : Dış cam tabakasının, tek başına iken, direkt güneş ışınımını geçirgenliği, boyutsuz

τ_2 : İç cam tabakasının, tek başına iken, direkt güneş ışınımını geçirgenliği, boyutsuz.

r_1 : Dış cam tabakasının, tek başına iken, direkt güneş ışınımı yansıtıcılığı, boyutsuz

r_2 : İç cam tabakasının, tek başına iken, direkt güneş ışınımı yansıtıcılığı, boyutsuz

Çift cam tabakasında meydana gelen ısı akımının hesaplanmasında, iç cam tabakasının direkt güneş ışınımı yutuculuğunun dıştaki tabakadan etkilenerek aldığı, a_{iD} (2.5), ve dış cam tabakasının direkt ısı yutuculuğunun içteki tabakadan etkilenerek aldığı, a_{dD} (2.6), değerlerinin de bilinmesi gerekmektedir[33,40].

Bu değerler ise sırasıyla şöyledir:

$$a_{iD} = \frac{[1 - (\tau_2 + r_2)] \times \tau_1}{1 - r_1 \times r_2} \quad (2.5)$$

$$a_{dD} = \frac{[1 - (r_1 + \tau_1)] \times [1 - r_2 \times (r_1 - \tau_1)]}{1 - r_1 \times r_2} \quad (2.6)$$

2. 4. 2 Opak bileşenin ısı geçişine ilişkin özellikleri

Opak yapı bileşenlerinin dış yüzeyindeki güneş ışınımının ısı kazancına dönüşmesinde yüzeylerin güneş ışınımı yutuculuğu(a_o) ve yansıtıcılık (r_o) gibi optik özelliklere bağlı olarak değişim gösterir(2.7) [33].

Opak yüzeyleri için;

$$a_o + r_o = 1 \quad (2.7)$$

bağıntısı geçerlidir.

Yutuculuk ve yansıtıcılık katsayıları ise, opak yüzeye gelen güneş ışınım açısına bağlı olarak değişir. Fakat bu değişim hesaplarda değerlendirilmez. Bunun sebebi ise, opak yüzeylerin yansıtıcı yüzey olarak kabul edilememelerinden kaynaklanır[33,s.90].

Opak yüzeyden ısı kazancı sağlamak yapı için oldukça önemlidir. Çünkü ısı kayıplarının büyük çoğunluğu yapının kabuk elemanından kaybedilmektedir. Opak yüzeyin ısı geçişine bağlı özelliği ise, toplam ısı geçirme katsayısı (U) (2.8), zaman geciktirmesi (n) ve genlik küçültme faktörü (f) ve saydamlı oranına (x) bağlıdır[52,s.18].

Yapı bileşeninin toplam ısı geçirme katsayısı (2.8) aşağıdaki formülle hesaplanmaktadır[52,s.18]:

$$U = \frac{1}{\frac{1}{\alpha_i} + \frac{1}{\Lambda} + 1/\alpha_d} \quad (2.8)$$

2.5 Enerji Etkin Duvar Sistemlerinin Çalışma Prensipleri

Çalışmanın bu bölümünde, az katlı yapılarda uygulanan enerji etkin duvar sistemlerinin genel özellikleri ortaya konacak ve çalışma prensipleri araştırılacaktır.

2.5.1 Trombe duvarı

Bu bölümde trombe duvarının gelen özellikleri ve detaylar ile desteklenerek çalışma prensipleri incelenmiştir.

2.5.1.1 Trombe duvarının genel özellikleri

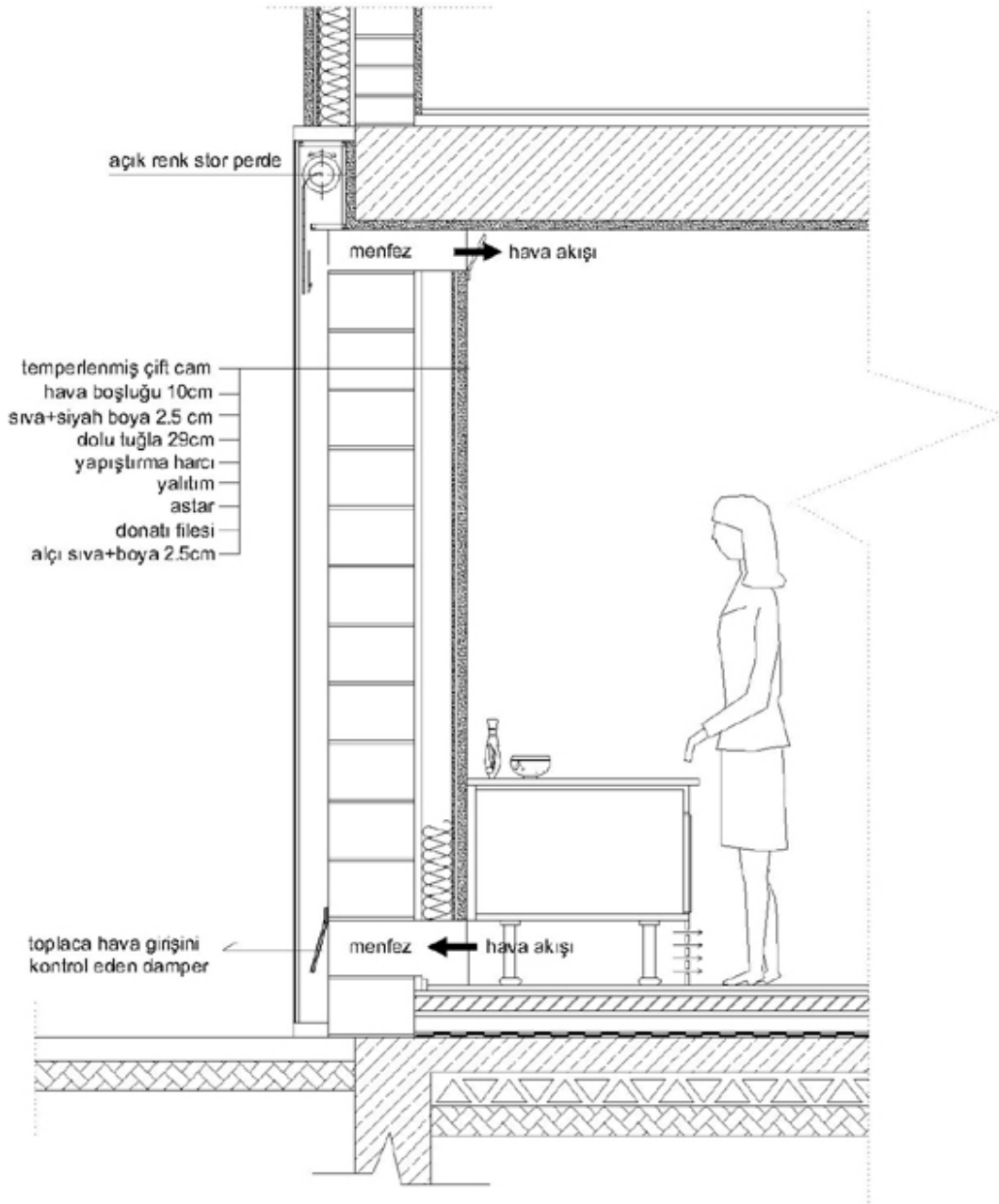
Trombe duvarı, yapının güney cephesine uygulanan ve pasif sistemlerinin desteğiyle oluşturulan duvar sistemidir. Bundan dolayı mekanda ısıtma sağlamada etkili olan bu sistem yaklaşık %70 enerji tasarrufu sağlamakla birlikte, güneş enerjisinden de %90 yararlanabilmektedir.

Trombe Duvarı, ısınan havanın yükselme prensibini baz alarak tasarlanmış bir sistemdir. Genelde az katlı yapılara uygulama örneklerine rastlanılan bu duvar sistemi yapıda enerji etkinliği sağlar ve mekanda ısının sabit tutulmasına yardımcı olur. Bu da mekanın iklimlendirmesini sağlamış olmaktadır. Böylece, mekanın ısıtması için harcanan enerjiden ve maliyetten tasarruf edilmiş olur.

2.5.1.2 Trombe duvar sistemi

Trombe duvar sistemi oldukça basit, güneş enerjisinden maksimum fayda sağlayacak şekilde tasarlanmıştır. Sistem olarak, masif duvar ve duvarın önüne 5-15 cm boşluk bırakılarak konulan low-e cam ile oluşturulmaktadır. Duvarın alt ve üstü kısımlarında boşluk açılır ki bu boşluklar sayesinde hava sirkülasyonu sağlanabilsin[46, 47].

Trombe Duvarı, genellikle açıklık gerektirmeyen mekanlarda (mutfak, vs.) uygulanır. Gün boyu güneş ışınımına maruz kalan cam yüzey, ısıyı masif duvar ile arasındaki boşluğa aktarır, duvarda açılan alt menfezlerden bu boşluğa sürekli bir soğuk hava akışı sağlanır. Boşlukta güneş ışınımı sayesinde ısınan ve yükselen hava yine duvardaki üst menfezlerden iç mekana alınır. Böylece sürekli bir hava sirkülasyonu sağlanmış olur. Hava sirkülasyonu sağlanırken bu boşlukta sürekli bir ısınma söz konusudur. Toplanan ısının bir kısmı yükselerek üst menfezden iç mekana alınırken, bir kısmı ise masif duvarda depolanmaktadır. Trombe duvar sistemi bu sayede termal kütle görevi görür. Şekil 2.22'de görülen trombe duvar sistem detayı sadece gündüz ısıtma enerjisinden tasarruf sağlama amacı güder. Şekil 2.22 de görülen detayda opak yüzeyde uygulanan izolasyon, gece durumunda sistemin çalışmasını engeller. Gece trombe duvarının çalışır durumda lmasını sağlamak için iç mekan tarafına izolasyon uygulanmaz böylece opak duvarda depolanan ısı gece olduğunda iç mekana aktarılması kolaylaşır. [5, 8, 19].

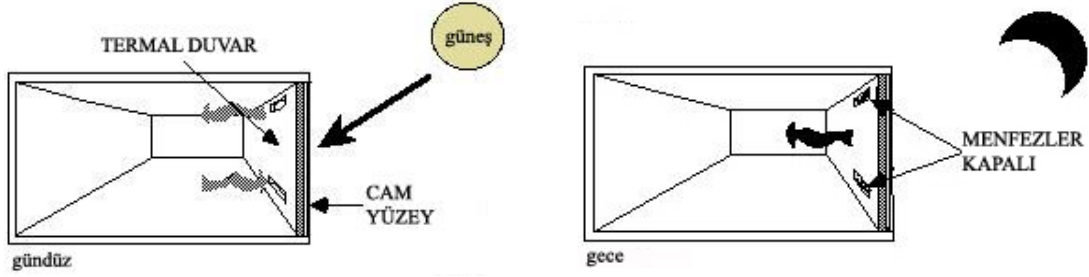


Şekil 2.22. : Trombe Duvar Detayı [Url-6]

2.5.1.3 Trombe duvarının çalışma prensibi

Dolaylı kazanım sistemlerinden en yaygın olan enerji etkin duvar tasarımlarından birisi Trombe Duvarıdır. Bu sistemde güney yönelimli masif duvar önüne 5-15cm boşluk bırakılarak cam uygulaması yapılır. Termal kütleinin cam tarafı, güneş ışınımını daha iyi emebilmek için siyaha boyanabilir. Bu kütleinin kalın olması, yaşama alanındaki sıcaklık değişimlerinin daha az olmasını ve duvar içinde ısının iletiminin gecikmesini sağlamaktadır. Duvarın kalınlığı maksimum ısınma etkisini en

fazla ısıya ihtiyaç duyulan akşam saatlerine geciktirecek şekilde ayarlanabilir.[46, 47]

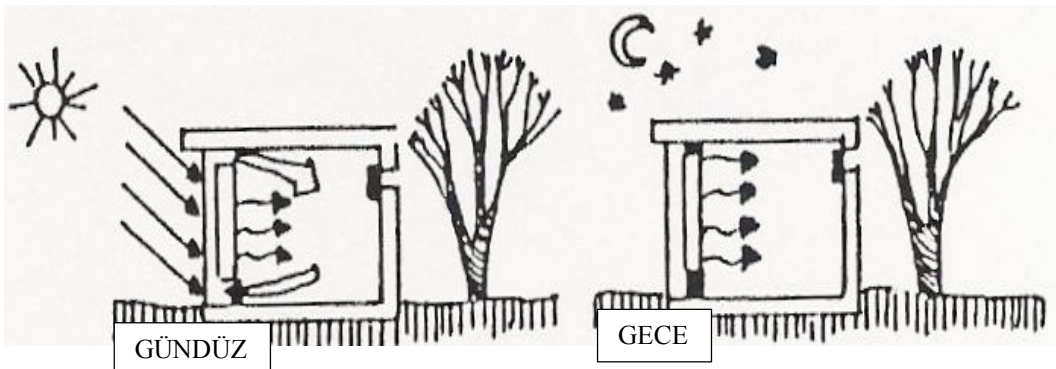


Şekil 2.23. : Trombe duvarının gündüz – gece davranışı [Ur1-8]

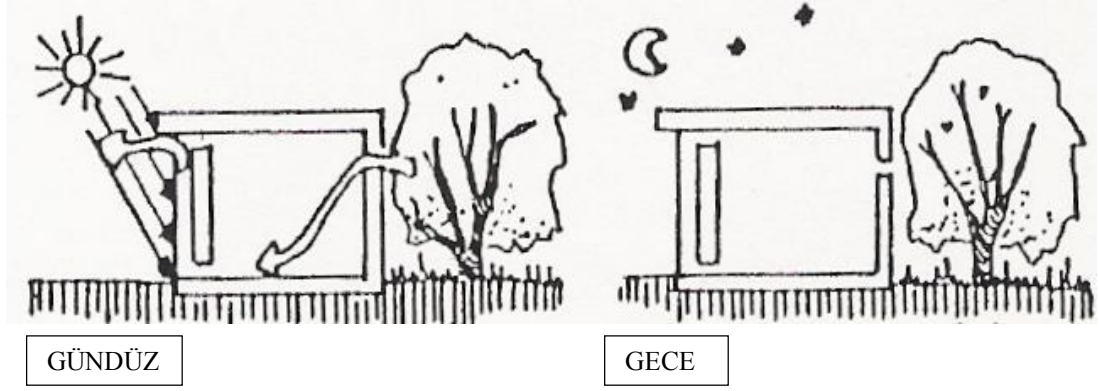
Şekil 2.23'te de görüldüğü gibi trombe duvarı çalışma prensibinde oluşturulan masif duvarda altta ve üstte şekildeki gibi boşluklar açılır. Bu boşluklar hava sirkülasyonu için önemlidir. Güneş ışınımı ile ısınan hava cam ile masif duvar arasındaki boşlukta yükselir ve duvardaki üst menfezden iç mekana sıcak hava alınır. Aynı zamanda iç mekanda soğuyan hava alttaki menfez ile boşluğa geçer böylece bir sirkülasyon sağlanır. Isının bir kısmı ise masif duvarda depolanır[45, 48, 49, 50].

Gece ise güneş ışınması olmadığından duvarda açılan boşluklar kapatılır. Bunun sebebi gün boyunca güneş ışınımına maruz kalan trombe duvarının depoladığı ısıyı mekana aktarmasını sağlamaktır[45, 48, 49, 50].

Bu döngü sayesinde mekandaki sıcaklık değişimi minimize edilmiş olur. Trombe duvarı da yapıda termal kütle görevi görür. Dolayısı ile mekanı ısıtmak için harcanan enerjiden tasarruf edilir ve enerji maliyeti düşürülür. Bu da yapıda ekonomiklik sağlar ve enerji etkinliğini destekler[45, 48, 49, 50].



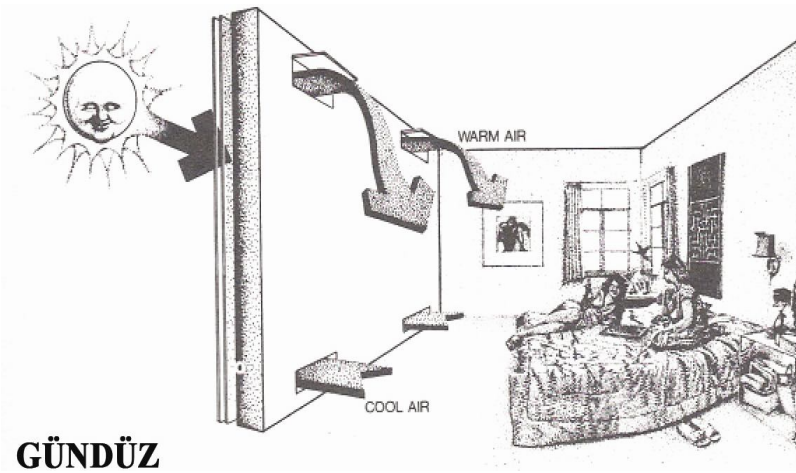
Şekil 2.24. : Kış ayı trombe duvar uygulaması[49]



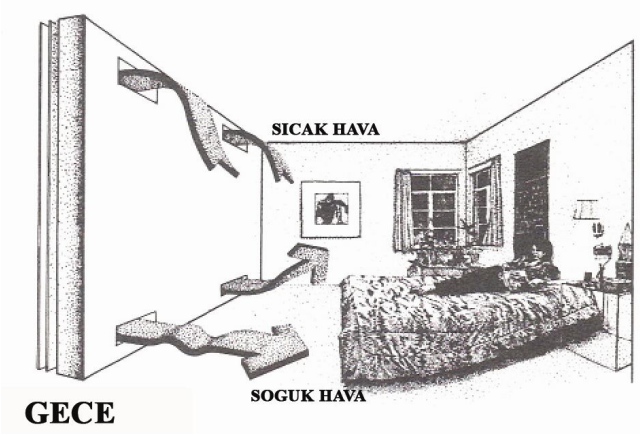
Şekil 2.25. : Trombe duvarı yaz ayı uygulaması[49]

Aylara göre iklimlendirme yapıldığında ise, kış aylarında iç mekanın ısıtılması gerekli olduğundan trombe duvarının termal kütle özelliğinden yararlanır. Gündüzleri masif duvardaki menfezler açılarak iç mekana sürekli ısınan havanın girişi sağlanır. Bu sırada toplanan ısının bir kısmı masif duvarda depolanır. Gece ise, menfezler kapatılarak trombe duvarının gün boyunca depoladığı ısının iç mekana aktarılması beklenmektedir.[Bknz. Şekil 2.24, 2.26, 2.28] [45, 48, 49, 50]

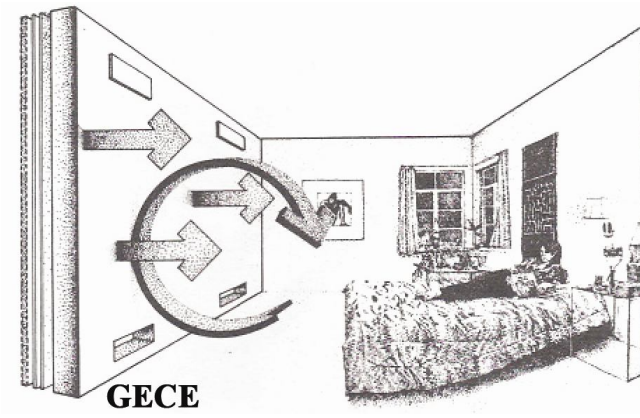
Yaz aylarında ise trombe duvarının baca görevi görmesi beklenmektedir. Öyle ki, duvarın üst kısmında açılan menfezi kapatılarak iç mekandaki havanın alttaki menfezden çekilmesi amaçlanır ve böylece üst menfez kapatılarak ve cam bölmede oluşturulan bir üst boşluğun açılması ile ısınan hava dış mekana verilmektedir. Karşılıklı oluşturulan pencereler sayesinde sürekli hava sirkülasyonu oluşur ve ısınan hava yükselerek iç mekandan uzaklaştırılır. Böylece iç mekanda sürekli taze ve serin bir hava oluşması sağlanır.[Bknz. Şekil 2.25, Şekil 2.27] [45, 48, 49, 50]



Şekil 2.26. : Trombe duvarının gündüz durumu [45]



Şekil 2.27. : Trombe duvarının yaz ayı gece durumu[45]



Şekil 2.28. : Trombe duvarının kış ayı gece durumu [45]



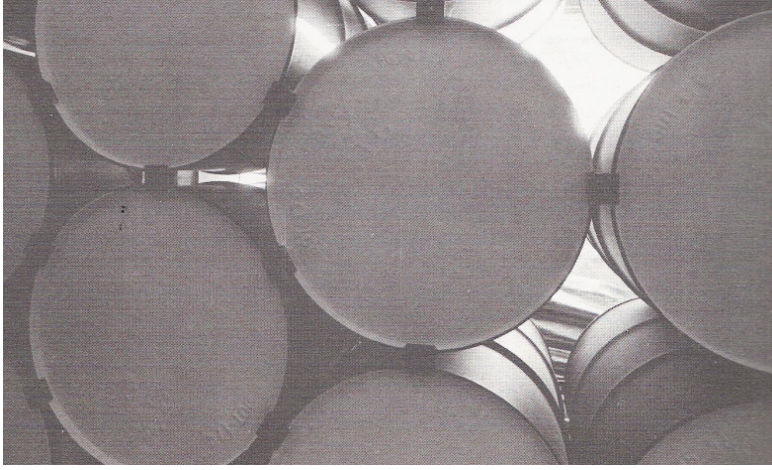
Şekil 2.29. : Trombe duvarı uygulanmış örneği [Url-9]

2.5.2 Su duvarı

Bu bölümde, su duvarının genel özellikleri ve su duvarı sisteminin çalışma prensipleri araştırılmıştır.

2.5.2.1 Su duvarının genel özellikleri

Su duvarı, enerji etkin yapı elemanıdır. Bu duvar sisteminde, güneş enerjisini yapıda maksimum değerlendirmeye odaklanmış, bunu yaparken de su ögesinin depolayıcılık özelliğinden faydalanılmıştır. Suyun ısı depolama özelliği çok yüksek olduğu için yapıda enerji etkinliğini sağlamak amacı ile şekil 2.30'da örneğini gördüğümüz su duvarı örneğinde, su elemanın uygun malzemeler içerisinde cam cephenin arkasına yerleştirilip güneş ışınımından fayda sağlamaya yönelik özelliklere sahip olduğu gözlemlenebilir[45, 48, 49, 50].

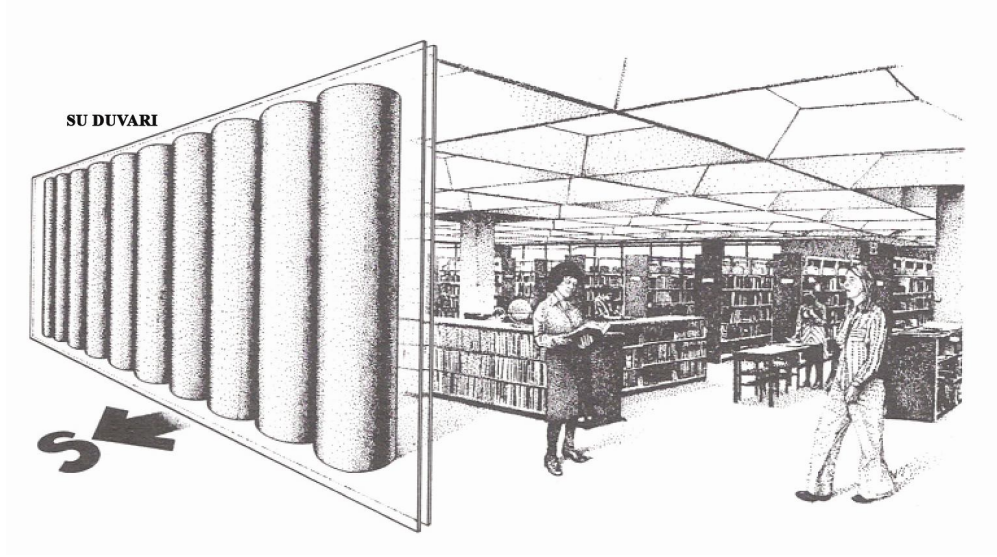


Şekil 2.30. : Su duvarı örneği [45]

“Trombe Duvarı ile eşit kapasiteye sahip su duvarı için yapılan kıyaslamada su duvarından yalnızca % 5 – 10 oranında daha fazla verim alındığı tespit edilmiştir.”[13]

Bu sistemde depolama yöntemi uygulanarak ısı kazancı sağlanmaktadır. Bunun için de su ögesi devreye sokulmuş su ögesi bir yapı elemanı olarak enerji etkin duvar tasarımında kullanılmıştır.

Sistemi özetlemek gerekirse, düşey kanallarda toplanan su ögesi güney cephesine yerleştirilmiş, dolayısı ile cam elyafı tüplerde toplanan su güneş radyasyonunu emerek depolamıştır. Gün boyu depolanan ısı gece olduğunda mekana verilir, böylece ısı kaybı önlenir, ısı kazancı sağlanır. Şekil 2.31'de su duvarı uygulama örneğini görmekteyiz.



Şekil 2.31. : Su duvarı uygulaması[45]

2.5.2.2 Su duvarı sistemi

Su duvarı sistemi güney cephede cam yüzeyin arkasına genelde tüp olan belirli bir taşıyıcı içerisine doldurulmuş su elemanından oluşmaktadır. Güneş ışınımı direk olarak cam yüzeye ulaşır buradan su ögesinin bulunduğu tüplere aktarılır. Su ögesi sayesinde ısı burada depolanır. Gece olduğunda ise iç mekanda sıcaklık düşmekte ve bunu engellemek için su duvarı sistemi devreye girmektedir. Bunun için Cam yüzey önünde dış mekanda bir kapak görevi gören herhangi bir engelleyici malzeme ile cam yüzey ile dış mekan bağlantısı kesilir. Burada sistem, trombe duvarında gündüz açık olan menfezlerin gece kapatılması ile aynı mantıkta çalışır. Cam yüzeyin dış mekan ile bağlantısı kesilmesinin sebebi gece, suda depolanan ısının dışarı dağıtılmasıdır. Bu dağıtımın sadece iç mekana olması sağlanmalıdır. Bu yüzden iç mekan ile dış mekan izole edilir.

Dolayısı ile, su duvarı, ısıtma maliyetlerini minimize eder ve enerji tasarrufu sağlar. Şekil 2.32’de su duvarının yapıda uygulanmış örneği görülmektedir. Şekil 2.32’de de görüldüğü gibi gün boyunca su duvarı tüpleri güneş ışınımına maruz kalır ve güneş enerjisini ısı enerjisi olarak bünyesinde depolar.

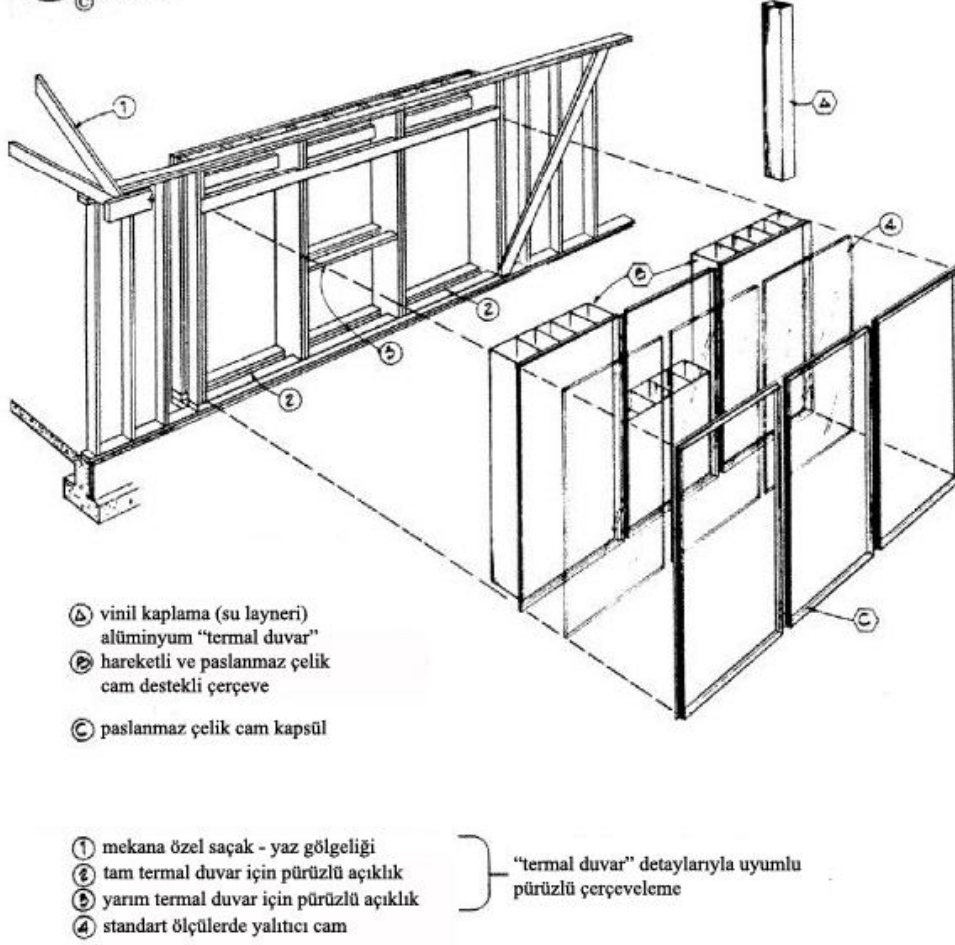


Şekil 2.32. : Su duvarı uygulanmış örneği [45]

Su duvarının;

- ucuz malzemelerle üretebilirliği
- kolay uygulanabilirliği
- enerji etkin olma özelliği
- bakımının kolaylığı
- manuel kontrol edilebilirliği
- iklimle dengeliliği
- ekonomik oluşu

Önemli özellikleridir. Bu özelliği sayesinde su duvarı pasif sistemlerde tercih edilir duruma gelmiştir. Ülkemizde uygulanmış özelliğine rastlamasak da özellikle yurtdışında birçok ülkede uygulanır ve tercih edilir durumdadır. Bilindiği üzere duvar gibi cephe elemanları yapının enerji etkinliğinde en önemli rol üstlenen elemanlardır. Dolayısı ile bu elemanların enerji etkin olması yapıyı da enerji etkin ve ekolojik kılacaktır. Tüm bunlardan çıkarılacak sonuç, görülmektedir ki su duvarı gerek tasarımı ile gerek uygulaması ile yapıda enerji etkinliği sağlamaktadır.

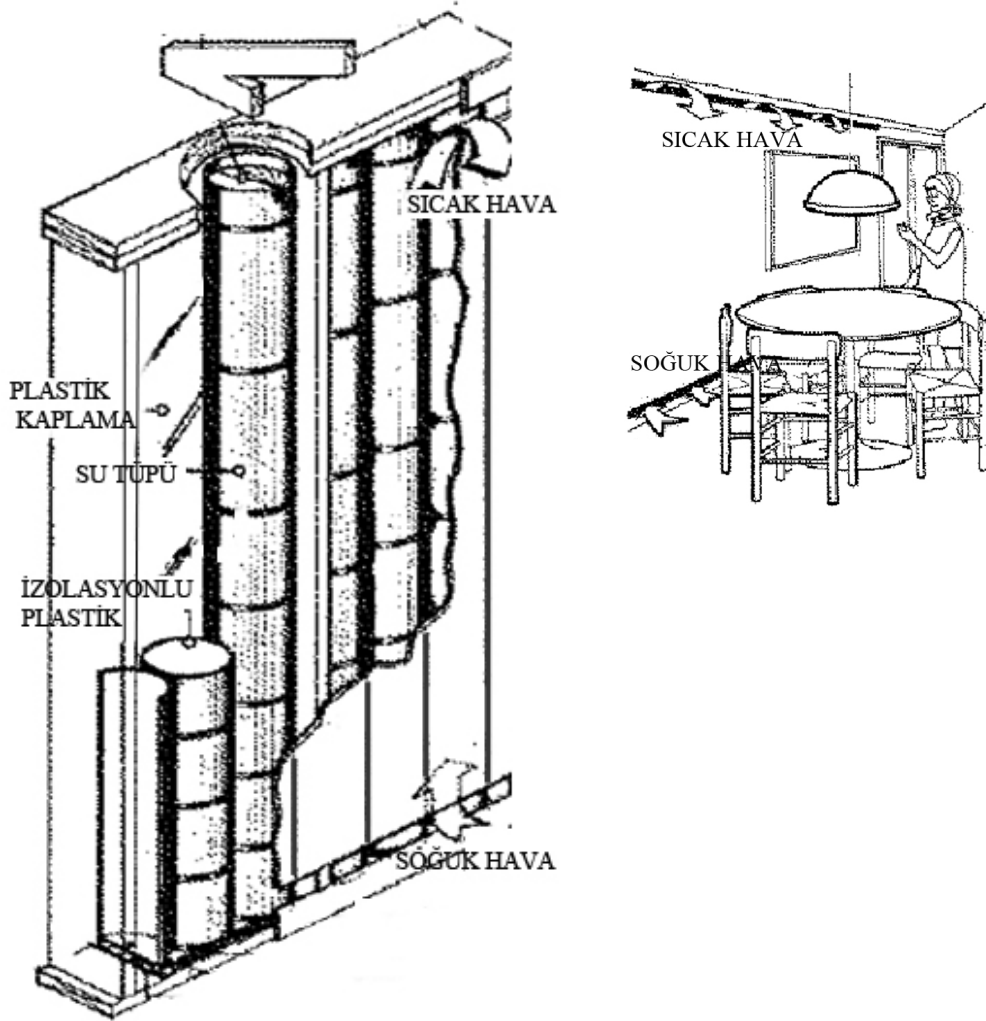


Şekil 2.33. : Su duvarının basit uygulama detayı[16]

Şekil 2.33'te su duvarı uygulaması detay çiziminden de görüleceği gibi tasarım aşamasından uygulama aşamasına kadar tamamen çevre ile uyumlu ve ekolojik bir sistem oluşturmak ana hedeftir.

Su duvarı uygulama alternatiflerinden bir diğeri de suyu barındıracak tüplerin duvar içerisine gizlenmesidir. Bu sistem ile, suyun bulunduğu tüpler güney cephesinde duvar içerisine gizlenir ve tamamen opak bir yüzey oluşturulur. Oluşturulan bu yüzeyde tıpkı trombe duvarında olduğu gibi alt ve üst kısmında menfezler açılır. Sistem bu aşamada trombe duvarı sistemi gibi çalışır. Şöyle ki güneş gün boyu duvarda toplanmakta ve duvar içerisinde bulunan içi su dolu tüplere dağıtılmaktadır. Burada ısı enerjisi olarak depolanan güneş enerjisi gece olduğunda iç mekana aktarılmaktadır. Menfezler sayesinde ısınan hava gün boyu yükselerek iç mekana aktarılır, iç mekanda soğuyan hava ise alçalarak alt menfezden ısıtılmak üzere duvar içine alınmış olur. Bu sirkulasyon devam ederken güneş enerjisinden elde edilen

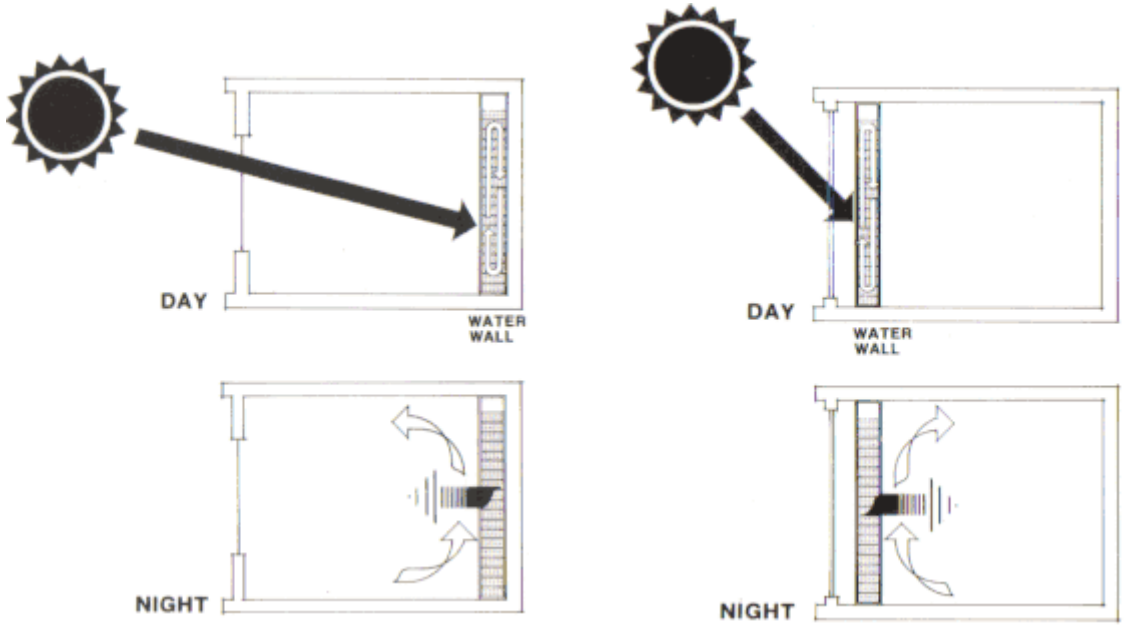
ısının bir kısmı iç mekana verilirken bir kısmı ise su tüplerinde depolanmaktadır[Bknz. Şekil 2.34] [13, 15, 47].



Şekil 2.34. : Su duvarının alternatif uygulama detayı [16]

2.5.2.3 Su duvarı çalışma prensibi

Su duvarı çalışma prensibinde ana hedef güneş ışınımından maksimum faydalanmak ve elde edilen enerjiyi yapıda değerlendirmek olduğu için konumlandırma kararı güney cephesi olarak verilmiştir. Güney cephesinde cepheye bitişik veya mekan içerisinde güneş ışınımını alacak şekilde konumlandırılır. Güney cephesine yerleştirilen gerek şeffaf(cam, vs.), gerek yarı şeffaf (plastik, vs.), gerekse opak (metal, vs.) yüzeylerden oluşturulmuş içleri su dolu tüpler görsel konfor da düşünülerek yerleştirilmelidir.



Şekil 2.35. : Güneş Enerjisinden Direk Isı Kazanım ve Dolaylı Isı Kazanımı ile Su duvarı çalışma prensibi [13]

Şekil 2.35'te gördüğümüz gibi güney cephesine yerleştirilen tüpler, gün boyunca güneş ışınımına maruz kalır. Şekil 2.35'te su tüplerinin mekanda konumlanmalarına iki ayrı örnek verilmiştir. Mekanda su tüplerinin konumlanması, o yapının coğrafi konumu ve yapının konumlandığı bölgenin iklimsel verileri ile ilgili değişiklik göstermektedir. Mekanda doğal aydınlatmanın değerlendirilmesi, gün ışığından mekanda direkt olarak yararlanma ve bunun gibi etmenler ile su tüpleri konumlandırılabilir. Tüm gün suyun depolama özelliğinden yararlanılarak toplanan ve depolanan ısı akşam olduğunda mekandaki sıcaklığın değişmesi ile iç mekana aktarılması ile sistem çalışır hale gelir. Tüm gün depolanan ısının gece iç mekana verilmesi ile iç mekanda sıcaklık sabit tutulmuş olacaktır. Sıcaklığın sabit tutulmasında rol üstlenen su duvarı yapıda termal kütle görevi görmüş olacaktır. Su duvarı, aktif bir kullanıma ihtiyaç duyulmadan yapıdaki pasif ısıtma ve soğutma işlemini gerçekleştirmiş olur. Dolayısıyla ile, su duvarı sayesinde yapı enerji etkin hale gelir. Böylece yapıda aktif kullanımdan kaynaklanacak enerji kayıpları da engellenmiş olup yapıda ekonomiklik sağlanır. Böylece su duvarı gündüz ve gece kullanımları ile, tüm gün boyunca kullanıcının konfor koşullarını sağlamaya yönelik çalışır. Bu da mimari bir eleman için öncelikli koşul olmaktadır ki bu koşulu su duvarı yerine getirmiş olur[13,15].

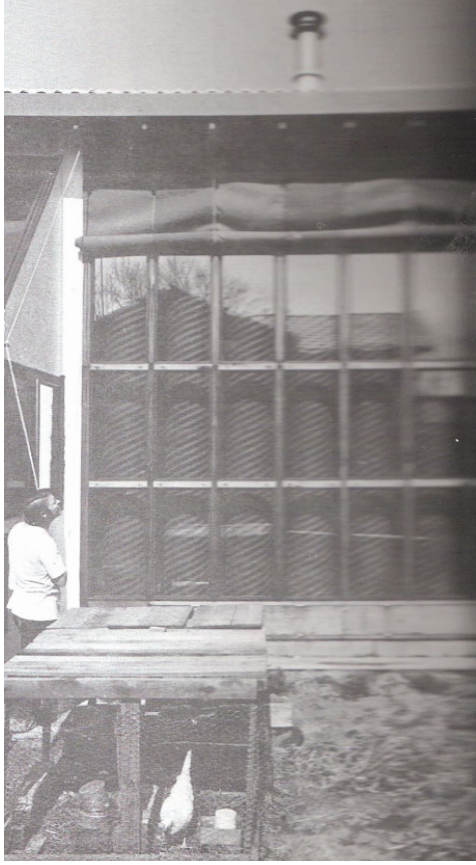
Şekil 2.36'da Şekil 2.40'a kadar su duvarı uygulama örneklerini görmekteyiz.



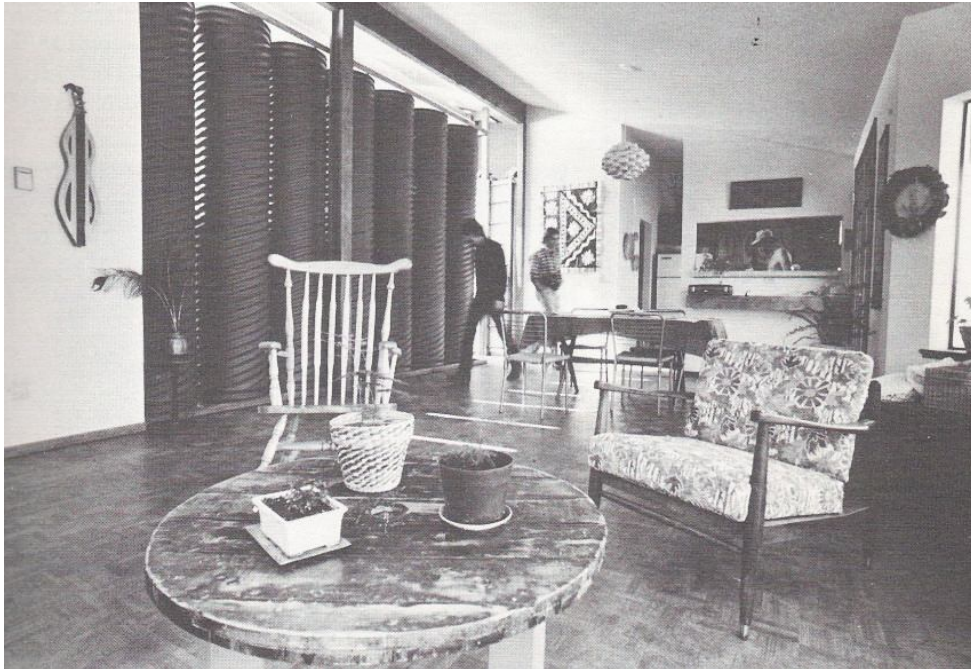
Şekil 2.36. : Su duvarı kullanımı SLOSG Mimari Ofis, Santa Margarita [16]



Şekil 2.37. : Su duvarı kullanımı [16]



Şekil 2.38.-2.39. : Su duvarı uygulanmış örneği [45]



Şekil 2.40. : Su duvarı uygulanmış örneği [45]

2. 5. 3 Trans duvarı

Bu çalışmada trans duvarı ile ilgili yeterli kaynağa ulaşılamamıştır. Bu yeterlilikte oluşturulacak bir çalışmada trans duvarı prensipleri ve detayları araştırılabilir. Bu bölümde trans duvarının genel özellikleri ve sistem prensipleri ile ilgili bilgi kısıtlı kaynaktan toplanmıştır.

2.5.3.1 Trans duvarının genel özellikleri

Enerji etkin duvar tasarım sistemlerinden bir diğeri de trans duvar sistemidir. Bu sistem su duvarı sistemine benzer yapıda çalışır. İki yüzeyi de cam, ortasında saydam bir tabaka ve saydam tabaka ile camlar arasında bulunan boşlukta su bulunan sistemlerdir. Bu sistemde de transparan cam yüzey güneş enerjisini suda depolamaya yardımcı olur ve akşam olduğunda, iç mekana depolanan ısı enerjisi iletilir[15, 32].

Bu sistem çok katmanlı olduğundan ısı depolama kapasitesi oldukça yüksektir.

Ayrıca, yüzey tamamen saydam tabakalardan oluştuğundan içeriye gün ışığının girmesi engellenmemiş olur. Bu da iç mekandaki ışık kontrolünü de sağlamaya ve denetlemeye yardımcı olur. Böylece güneş enerjisi ısı enerjisi olarak iç mekandaki ısı dengesini denetlemeye yararırken, gün ışığının da kontrollü bir şekilde iç mekana alınması, mekandaki parlamaları engeller.

2.5.3.2 Trans duvar sistemi

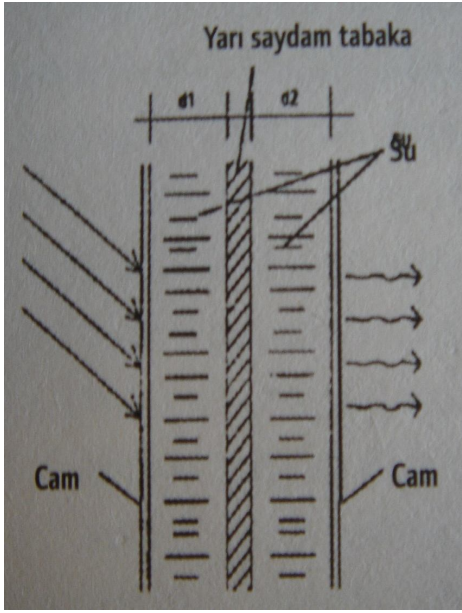
Trans duvar sisteminde diğer enerji etkin duvar sistemlerinde olduğu gibi ana hedefler sürdürülebilir yapılar oluşturmaya yardımcı yapı elemanları tasarlamak ve kullanıcı için minimum enerji harcayarak ideal konfor koşullarını sağlamaya yönelik uygulamalar oluşturmaktır. Tüm bunların yanında trans duvar sisteminin genel özelliklerinden bahsetmek gerekirse,

- kolay uygulanabilirliği
- enerji etkin olma özelliği
- iklimle dengeliliği
- ekonomik oluşu

gibi özellikleri pasif sitemlere dahil edilecek trans duvar sistemi için tercih edilebilir olması için etkili olan özellikleridir. Trans duvar su duvarı ile yaklaşık özellikler sergile de su duvarından daha fazla enerji verimliliği sağladığı halde uygulama aşamasında su duvarından daha fazla maliyet gerektirmektedir[15, 32].

Bunun yanında diğer enerji etkin duvar sistemlerinden uygulama aşamasında daha fazla maliyet gerektirir. Bunun sebebi ise çok katmanlı oluşunun getirdiği uygulama zorluklarıdır. Bunun yanında ise, bakım ve onarım güçlükleri de tercih edilebilirliğini düşürmektedir. Her ne kadar enerji etkinliği açısından fazla katmanlı olduğu için diğer sistemlere göre daha fazla enerji kazancı sağlaması gerektiği düşünülse de, bir çok dezavantaj sağlaması yapıda uygulama örneklerini azalmaktadır.

2.5.3.3 Trans duvarı çalışma prensibi



Şekil 2.41. : Trans Duvar detayı [10]

Yukarıdaki şekil 2.41'deki detay çözümünde görüldüğü gibi trans duvarı birden fazla katmandan oluşmaktadır. Su duvarında olduğu gibi trans duvar sisteminde de su öğesinden yararlanılarak pasif sistem çözümlmesine gidilmiş ve sürdürülebilir bir tasarım anlayışı ortaya konmuştur[32].

Cam bölmeler arası su ögesi ile doldurulmuş, doldurulan su ögesi de katmanlaştırılarak araya yarı saydam bir tabaka daha konularak katmanlaşma yaratılmıştır. Bu katmanlaşma sayesinde güney cephesine yerleştirilen trans duvarı, gün boyunca güneş ışınlarına maruz kalıp, depoladığı ısıyı bu katmanlar arasında tutmaktadır. Dolayısı ile yapıda güney cephesinde bulunan trans duvarı termal kütle görevi görmekte ve buradan oluşacak ısı kayıplarını maksimum düzeyde engellemiş olmaktadır. Tüm bunların yanında, gece olduğunda gün boyunca depolanan ısı sayesinde termal kütle görevi gören trans duvarı, iç mekandaki sıcaklığı sabit tutmak amacı ile depoladığı ısıyı iç mekana aktaracaktır.

NOT: Trans duvarı ile ilgili herhangi bir örneğe rastlanamamıştır.

2.5.4 Termosifon kollektörü (duvarı)

Bu bölümde termosifon duvar sisteminin genel özellikleri vurgulanmış, bunun yanında duvar sisteminin çalışma prensipleri ortaya konmuştur.

Termosifon sistemi için ortaya konulan veriler kısıtlı kaynaklardan derlenmiştir.

2.5.4.1 Termosifon kollektörü (duvarı)'nın genel özellikleri

Termosifon sistemi tıpkı diğer sistemler gibi yapıda enerji etkinliğini sağlamaya yönelik tasarlanmış bir yapı elemanı sistemidir. Güneş enerjisini kullanarak yapıda ısınmayı sağlamada kullanılmak üzere tasarlanmıştır. Dolayısı ile ısı kazanım sistemlerinden yalıtılmış kazanım sistemine ait olan termosifon kollektörleri yapıda güneşten maksimum enerji sağlayarak kullanıcıya konfor koşullarını oluşturur. Böylece yapıda enerji tasarrufu sağlanırken sağlıklı ve ideal yaşama koşulları kullanıcıya sunulmuş olur. Termosifon kollektörleri doğa ile uyumlu olduğundan yapıyı ekolojik ve sürdürülebilir kılar[39].

2.5.4.2 Termosifon kollektörü (duvarı) sistemi

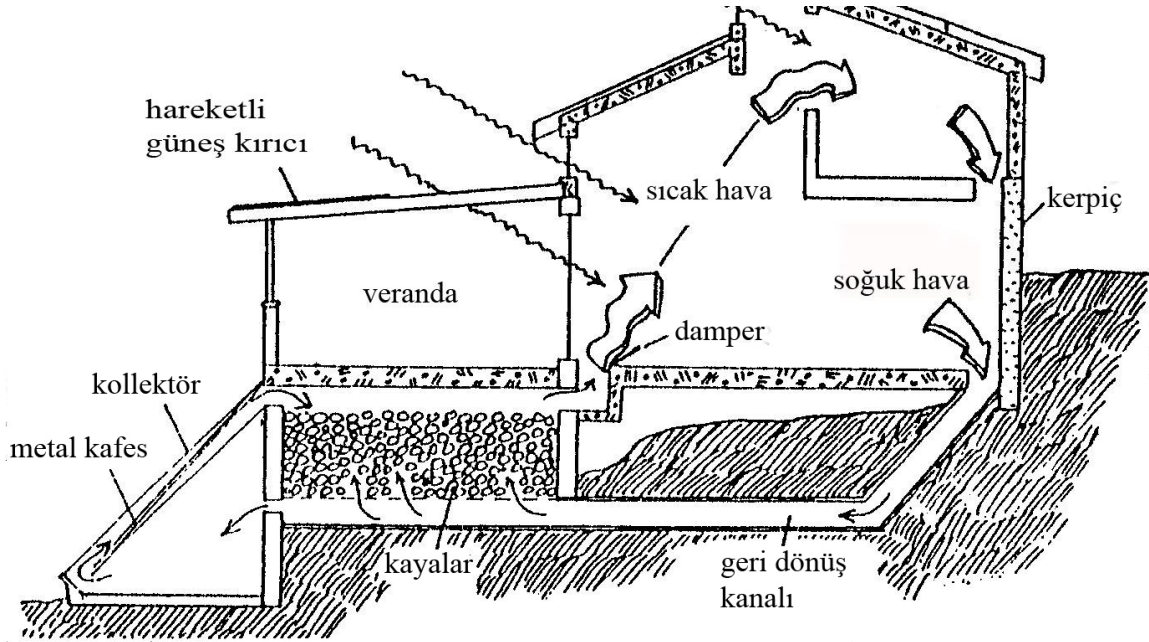
Termosifon kollektör sistemi diğer enerji etkin duvar sistemlerinin çoğunda olduğu gibi ısınan hava yükselir prensibi ile çalışmaktadır. Termosifon kollektörü toplayıcı ve depolayıcı ünitelerden oluşmaktadır. Bu üniteler evde ısıtılmak istenen odanın kodundan bir alt koda yerleştirilmelidir. En iyi verimi almak için sistem sırası ile şöyle dizilir[41]:

1. Toplayıcı ünite
2. Depolayıcı ünite
3. Oda

Bu sistem sayesinde gün boyunca gün ışınımına maruz kalan toplayıcı bölme burada güneş enerjisini toplar ve depolayıcı üniteye aktarır. Depolayıcı üniteye depolanan ısı, akşam ısıya ihtiyaç duyulan mekana verilir. Böylece mekanda ısı kayıpları önlenmiş olur. Şekil 2.42'de de görüldüğü gibi üniteler sırası ile yerleştirilmelidir.

Bunu yanında en iyi verimi ve güneş enerjisinden maksimum ısı kazancını sağlamak için toplayıcı üzerine mümkün olduğu kadar çok depolama alanı yerleştirilmeli, doğal konveksiyon yoluyla depolama malzemesi ısıtılmalı ve binayı ısıtması için ev

depolama ünitesinin üzerine yerleştirilmelidir. Termosifon sisteminin pozisyonu ve konstrüksiyonu çalışma performansını doğrudan etkileyen etmenlerdir. Doğru uygulandığında aktif sistemlere gereksinim duyulmadan güneş enerjisinden maksimum ısı kazancı sağlanır ve kullanıcı için ideal koşullar sunulur[41,s.87].



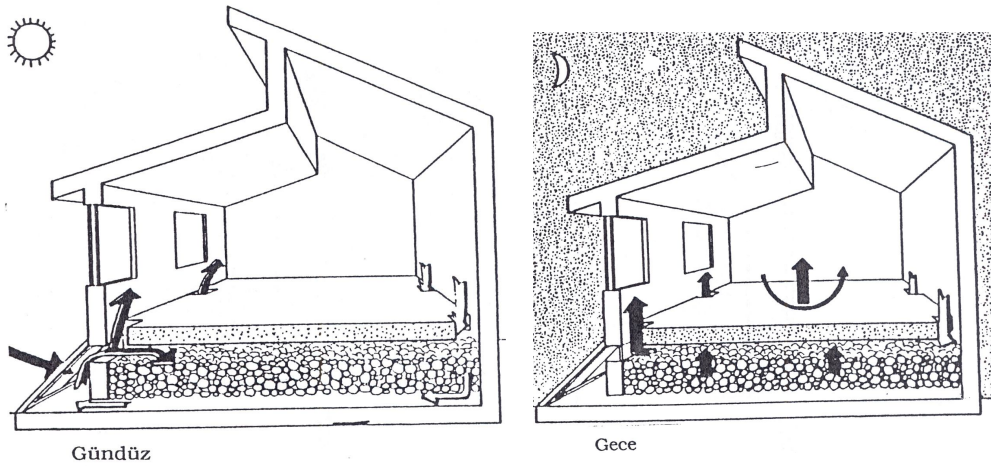
Şekil 2.42: Termosifon kolektörü [49]

2.5.4.3 Termosifon kollektörü (duvar) çalışma prensibi

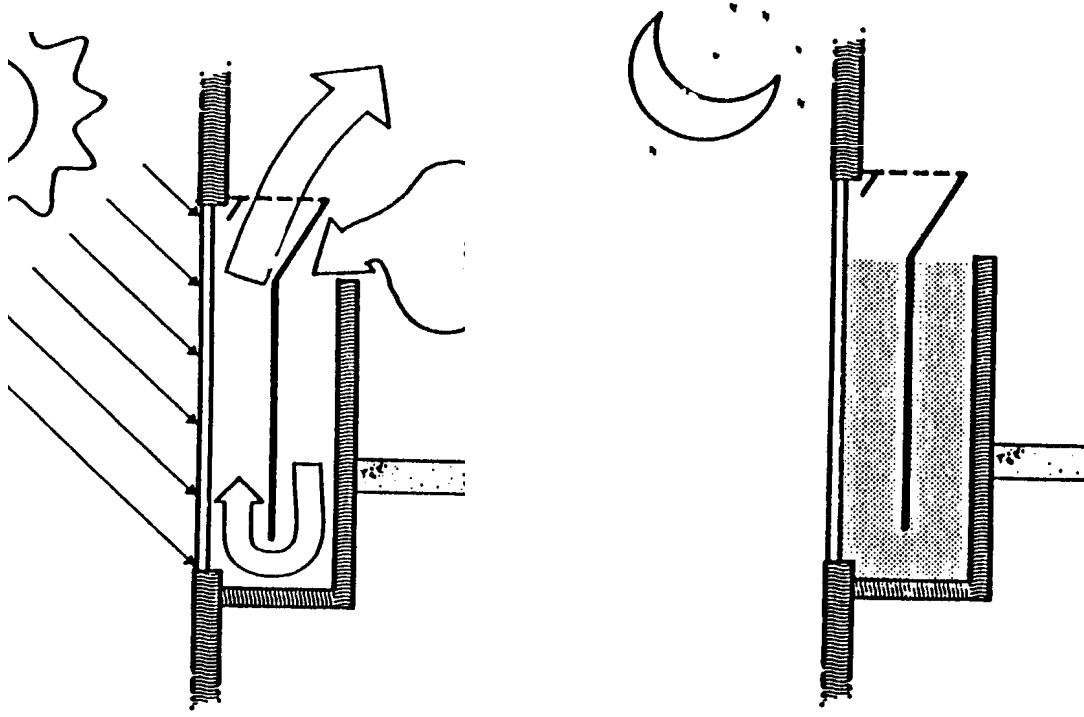
Termosifon kollektör sisteminde toplayıcı üniteye ısınan hava depolama ünitesine aktarılır. Burada bir kısmı depolanan sıcak havanın bir kısmı iç mekana aktarılır. Depolama bölümünün ısıyı iyi depolayabilmesi için genelde taşlarla doldurulmuş bir alan oluşturulur. Çünkü taş genel olarak iyi bir depolayıcı özelliğe sahip malzemedir. Bunun yanında taşların birbirleri aralarında bıraktıkları hava boşluğu tıpkı trombe duvar sistemindeki hava boşluğunun depolayıcı ve aktarıcı özelliğini sergiler. Bu mantık çerçevesinde kurulan depolama ünitesine gelen sıcak havanın bir kısmı iç mekana aktarıldığında iç mekanda bir hava sirkülasyonu yaratır. Döşemede yaratılan boşluklardan sıcak hava girişi ve soğuk hava çıkışı sağlanır böylece bu giriş çıkış bağlantıları termosifon kollektörü ile birleşir. Böylelikle, soğuk hava tekrar toplayıcı üniteye gelir. Bu sıcak hava ve soğuk hava sirkülasyonunun doğru ve sağlıklı çalışması için ünitelerin birbiri üstüne doğru bir sıra ile eklenmiş olması gerekmektedir. Öyle ki soğuk hava aşağı doğru hareket edeceğinden, en alttaki toplayıcı üniteye gelecektir, ve burada güneş ışınımına maruz kalıp ısınacaktır. Isınan hava tekrar

depolama ünitesine ve oradan da en üst katta olan mekana aktarılacak ve sirkulasyon kendini sürekli gün boyunca tekrar ederek mekandaki sıcaklığın sabit kalmasını sağlayacaktır. Gece olduğundan ise, depolayıcı üniteye depolanan ısı iç mekana aktarılırken döşeme üzerinde açık olan kapaklar kapatılarak sıcaklığın düşmesini önleyecektir[32,34,41].

Şekil 2.43 ve 2.44'te de gözlemlendiği üzere termosifon kollektör sistemleri çeşitlenebilmektedir. Şekil 2.44'te gözlemediğimiz termosifon kollektörü ise U-tüpüdür. U-tüpü sistem trombe duvar sistemi ile oldukça benzer çalışır. Döşemeye yakın uygulanan bu sistemde yine sıcak hava yükselerek iç mekana aktarılırken iç mekanda soğuyan hava U tüpün diğer ucundan termosifon kollektörüne aktarılır burada tekrar güneş ışınımına maruz kalarak ısınır ve hava devinimi sağlanırken iç mekanda ısının sabit kalması sağlanır. Gece olduğunda ise soğuk hava U tüpünün her iki kolunda da çökelmektedir ve ters termosifon hareketi yaratılarak odanın soğuması önlenmektedir[34,41].

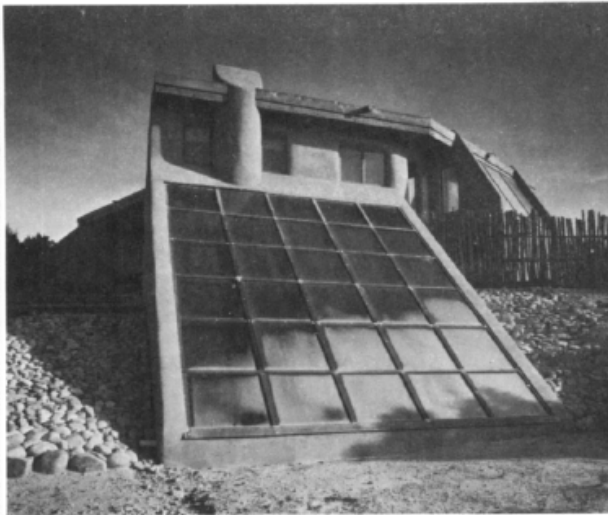


Şekil 2.43: Termosifon kollektörünün gündüz ve gece davranışı [41]



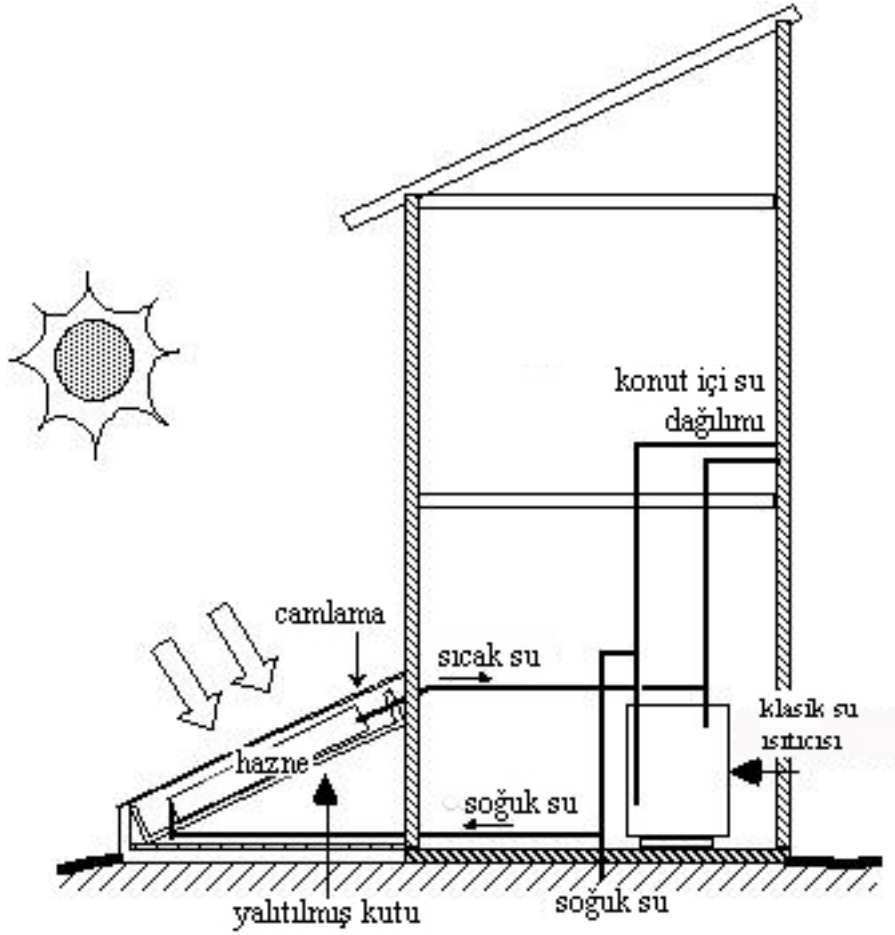
Şekil 2.44: U-tüpü termosifon kollektörünün gündüz ve gece davranışı [41]

Termosifon kollektörü yapının ayrı bir parçasıymış gibi görünse de tasarım ve çalışma prensibi olarak yapının bir parçasıdır. Özellikle eğimli arazilerde güney cephesinde güneş ışınımını maksimum yapıda değerlendirmek için termosifon duvarı uygulaması oldukça doğru bir tasarım çözümü olacaktır[Bknz. Şekil 2.45].



Şekil 2.45: Termosifon kollektörü uygulama örneği [45]

Termosifon kollektör sisteminde pasif sistemlerden yararlanılmakla birlikte aktif sistemlerle birleştirilerek de yeni sistemler oluşturulabilir. Bu da sistemin çeşitliliğe elverişli olduğunun bir göstergesidir. Öyle ki hava akışının sağlandığı yukarıda bahsedilen sistemlerin yanı sıra, sıvı (su) akışı kullanılarak oluşturulmuş termosifon sistemi mevcuttur. Bu sistemlerde sıvı, toplayıcı bölmede güneş ışınımına maruz kalır ve ısınır. Isınan su, su ısıtıcısına aktarılır ve buradaki aktif sistemler sayesinde eve dağıtılır. Aynı zamanda diğer soğuk su boruları ile toplanan soğuk su da tekrar toplayıcı ünitesine getirilerek burada ısınması sağlanır ve bu döngü gün boyu devam ederek tüm mekanlarda ısınmayı sağlamış olur. Şekil 2.46'da da görüldüğü gibi, sistem, tamamen güneş ışınımından ısı elde etmeye yönelik tasarlanmıştır[39, 55].



Şekil 2.46: Termosifon kollektörü sisteminde su kullanımı [Ur1-2]

BÖLÜM 3. YAPILARDA ENERJİ ETKİN DUVAR – CEPHE- ÖRNEKLERİ

Mevcut Enerji Etkin tasarımlardan yola çıkarak oluşturulan örnekler bütününden elde edilecek veriler bütünü ve karşılaştırmalar sonucunda tüm yapılarda ortak gözlemlenen noktalar doğrultusunda enerji etkinliğinde genel kriterlerin ortaya konması hedeflenmiştir. Bu amaçla, mevcut enerji etkin cephe sistemleri öncelikle incelenmiştir. Enerji etkin cephe sistemlerini örnek projeler üzerinden incelerken elde edilecek bir diğer kazanım da görsel ve yazılı olarak projeler hakkında fikir edinmek ve geleceğe dönük oluşturulacak enerji etkin duvar sistemlerinin yüksek yapılara uygulanabilirliğini araştırırken yol gösterici bir rota izlemektir.

Tüm bu hedefler doğrultusunda yüksek yapılarda enerji etkin duvar sistemlerinin uygulanabilirliğini araştırırken öncelikle mevcut uygulanmış ekolojik, sürdürülebilir ve enerji etkin cephe sistemine sahip örnekleri analiz etmek ve bu analiz doğrultusunda çıkan sonuçlara göre enerji etkin duvar sistemlerinin uygulanabilirliğini araştırmak doğru olacaktır. Bunun için mevcut sistemlere aşağıdaki bölümde uygulanmış örnek projeler ile analiz edilmiştir.

Uygulanmış örnekler, uygulanabilir örneklerin hafızada oluşmasına yardımcı olacaktır. Çalışmanın yöntemine göre yüksek katlı yapılardaki cephelerde kabul edilen enerji etkinliği örnekler üzerinden ortaya konmuş, bu doğrultuda enerji etkinliği nin sağlanması için gerekli kriterler ortaya çıkarılmıştır. Tüm örneklerde ortak özellikler karşılaştırılarak elde edilen bu kriterler ışığında enerji etkin duvar sistemlerinin çok katlı yapılara uygulanabilirliğinde beklenen özelliklere ulaşılabilir.

Aşağıdaki örnekler bölümünde görmekteyiz ki örnek olarak seçilen yapılar, ekolojik, sürdürülebilir yapılardır. Bir çok örnek arasından seçilmiş örnekler sırası ile irdelenmiştir. Tüm bunların yanında örnek tüm yapıların ortak özelliği enerji etkin cephe sistemleri ile yapıya ekonomiklik sağlamalarıdır.

Swiss Re Genel Merkezi

Proje Künyesi

Mimar: Norman Foster & Partners, Kullanım Amacı: Ofis

Yapı Sahibi: Swiss Re Insurance

Strüktür Mühendisi: Ove Arup & Partners

Mekanik Mühendisi: IC Ingenieur Consult

Yüklenici: Gardiner & Theobald Hilson Moran Partnership Ltd. BDSP,

Ove Arup & Partners RWG Associates

Sandy Brown Associates



Şekil 3.1 – 3.2 : Swiss Re Genel Merkezi [4]

Şekil 3.1 ve 3.2 de görülen proje, Londra'nın en yüksek binası olma özelliğinin yanında enerji etkin yapı örneklerinin en önemlilerinden birisidir. “Rüzgar basıncının azaltarak strüktürel sisteme daha az yük binmesini sağlayan form, aynı zamanda cephedeki ısı kayıplarını en aza indirmektedir. [4,p. 192]

CH2: Council House 2

Proje Künyesi

Mimar: Advanced Environmental Concepts, Lincolne Scott, Design Inc.

Yapı Sahibi: City of Melbourne

Yapı Mühendisi: Hansen Yuncken



Şekil 3.3 – 3.4 : CH2: Council House 2 [Url-4]

Şekil 3.3 ve 3.4'teki yapı, yüksek teknoloji yaratan enerji etkin yapılardan birisidir. Gerek malzemeleri gerek güneşten maksimum fayda sağlayarak oluşturulması yapının tüm özellikleriyle sürdürülebilir mimariye örnek teşkil ettiğini göstermektedir. Otomatik açılan ve güneşin geliş açısına hassas dış cephe kabuğu yapıda konfor koşullarını sağlamaya yönelik tasarlanmıştır.

City Gate, Dusseldorfer Stadttor, 1987 - 1998

Proje Künyesi:

Mimar: Overdiek, Petzinka & Partners

Yapı Sahibi: G. b. R. Dusseldorfer Stadttor mbH, Dusseldorf

Yapım: Ove Arup & Partner

Yalıtım Mühendisi ve Bina Fiziği Sorumlusu: Drees & Sommer AG, Stuttgart



Şekil 3.5 – 3.6 : City Gate, Dusseldorfer Stadttor [Url-4]

Çift cidarlı cephe sistemi uygulanan yapının cephesinde iki cidar arasındaki boşluk titiz çalışmalar sonucunda 1.4 metre olarak uygulanmıştır. Ayrıca cephede oluşturulan delikler sayesinde yapının enerji verimliliği %80 lere ulaşmıştır. Yapı yüksek teknoloji ile ve enerji etkinliği ile sürdürülebilir mimari için iyi bir örnek oluşturmaktadır.

Arab World Institute, Paris – Fransa, 1981 – 1987

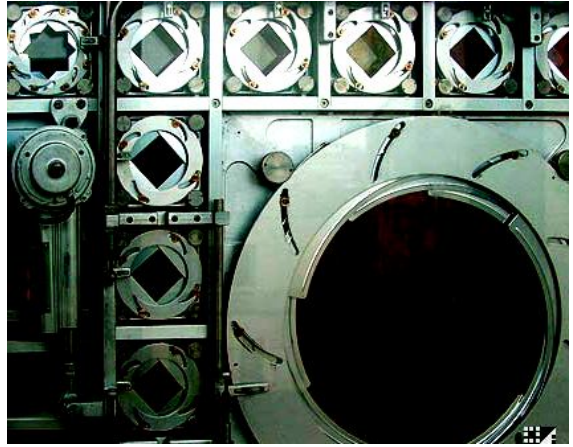
Proje Künyesi

Mimar: Jean Nouvel, Gilbert Lezenes, Pierre Soria

Yapı Sahibi: Institut du monde arabe, Scarif

Strüktür Mühendisi: Arcora

Aydınlatma: Licht Design



Şekil 3.7 – 3.8 : Arab World Institute, Paris – Fransa [Url-2]

Dünya Arap Enstitüsü mekanik cephesiyle yüksek teknoloji oluşturmaktadır. Öyle ki, cephe dizaynı doğu motiflerinden esinlenilmiş bir mekanik düzenek olarak işlemektedir. Yukarıda fotoğrafı görülen bu düzenek güneşe hassas olmakla birlikte gerekli zamanlarda açılıp gün ışığını iç mekana almaktadır. Dolayısı ile düzenek, hem görsel hem de termal konforu iç mekanda sağlamaktadır. Cephe, günışığından maksimum yararlanmaya yönelik tasarlanmıştır.

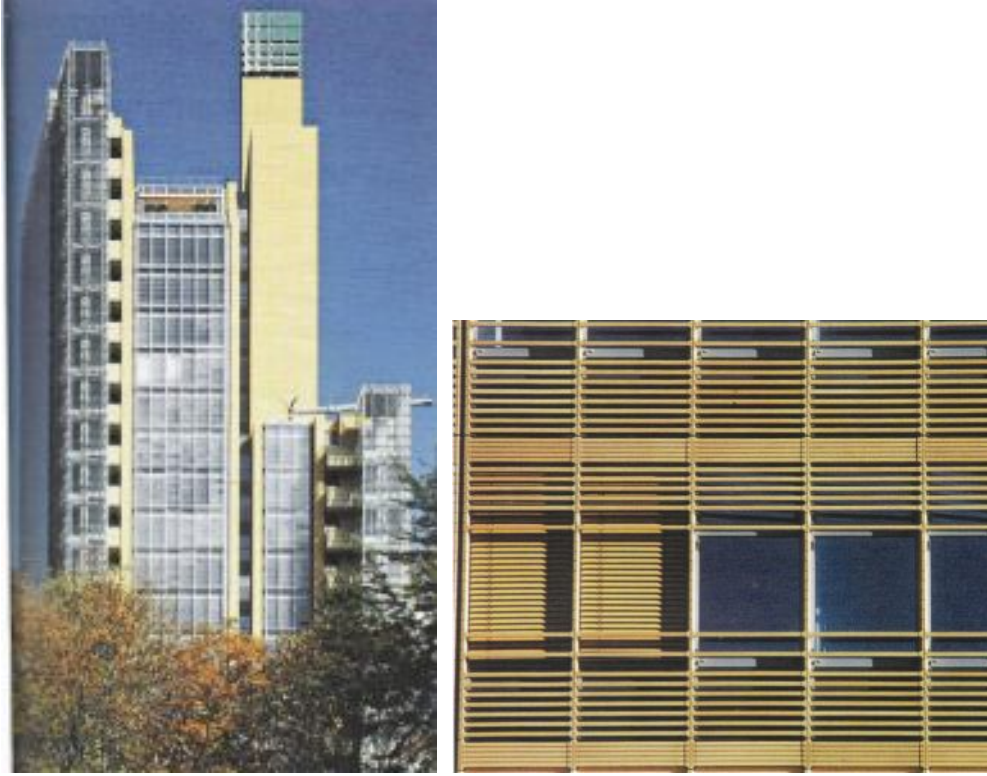
Debis Genel Merkezi, Berlin, Almanya, 1996

Proje Künyesi

Mimar: Renzo Piano Yapı alıştayı ve Christoph Kohlbeckerts

Yapı Sahibi: Daimler-Benz AG

Strüktür Mühendisi: Boll & Partners



Şekil 3.9 – 3.10 : Debit Genel Merkezi, Berlin, Almanya [Ur1-4]

Şekil 3.9 ve 3.10'daki bina cephesi güneş baz alınarak titizlikle ve her cephe ayrı ayrı düşünülerek tasarlanmıştır. Bu yüzden batı ve güney cephelerinde çift cidarlı cephe sistemi uygulanırken, kuzey ve güneyde pişmiş toprak malzemenen oluşturulan güneş koruyucu yapı elemanı ile güneş kontrolü sağlanmaktadır. Yukarıdaki fotoğrafta da görüldüğü üzere, yeryer sıklaştırılan paneller güneş geliş açıları dikkate alınarak hesaplanmış ve yerleştirilmiştir. Yapıda gerekli havalandırma sistemi ve cephenin enerji etkin çalışma özelliği ile yapı sürdürülebilir özelliğini almıştır.

Eco Tower/ Post Tower, Bonn, North-Rhine-Westfalia, Germany, 1997-2003

Proje Künyesi

Mimar: Heinle, Wischer und Partner
Murphy/Jahn

Yapı Sahibi: Deutsche Post AG

Aydınlatma: Michael F. Rohde



Şekil 3.11 – 3.12 : Eco Tower/ Post Tower, Bonn, North-Rhine-Westfalia, Germany[12]

Yapı tasarım düşüncesi olarak ekolojik bir yapı olmayı hedeflemiştir. Bunun için ön planda gözlemlenen çift cidarlı giydirme cephesidir. Cephe sistemi ile yapıda enerji verimliliği sağlanmıştır. Ayrıca betonun termal depolayıcılık özelliğinden yararlanılmış ve ısıtma soğutma sistemleri ile harcanan enerjiden de tasarruf edilmiştir. Yapı, mekansal, malzeme, fonksiyonel ve yapım önerileri ile modern mimarimari ile özdeşleşmiş, çevreye gerekli hassasiyet verilerek tasarlanmıştır. [12, p. 58]

The Nomadic Museum, Santa Monica, USA, 2005

Proje künyesi

Mimar: Shigeru Ban Architects

Yapı Sahibi: Gregory Colbert

Strüktür Mühendisi: Arup

Proje Organizatörü: John Picard



Şekil 3.13 – 3.14 : The Nomadic Museum, Santa Monica, USA [12]



Şekil 3.15 - 3.16 : The Nomadic Museum, Santa Monica, USA [12]

Yapı fonksiyonu bakımından ışık ihtiyacına ve görsel konfor koşullarının maksimum arandığı mekanlar barındırmaktadır. Bunun için yapının orta aksında oluşturulan çatı ile, hem doğal ışıktan yararlanılmış hem de kötü hava koşullarından korunulmuştur. Tüm bunların yanında yapı tamamen ekolojik özelliklere sahiptir. Yapı malzemesi olarak da geri dönüşebilir malzeme içeren konteynerlar kullanılmış bu da cephede hem değişik bir görsel yaratırken diğer yandan ekonomik bir yapı ortaya çıkmasını sağlamıştır. [12, Mayıs 2006, p. 48 by Michael Webb] [Bknz. Şekil 3.13 – 3.16]

The Ballard Library and Neighborhood Service Center, Seattle, USA, 2005

Proje Künyesi

Mimar: Bohlin Cywinski Jackson

Yapı Sahibi: The Seattle Public Library

Strüktür Mühendisi: Putnam Collins Scott Associates

İnşaat Mühendisi: Rosewater Engineers

Genel Müteahhid: PCL Construction Services, Inc

Diğer Danışman Firmalar: Affiliated Engineers (M/E/P); Greenbusch Group (Akustik); Candela (Aydınlatma); The Robinson Company (Maliyet); Sparling (Güvenlik); Don Fels (Sanatçı); Andrew Schloss (Sanatçı); Dale Stammen (Sanatçı)

İklim: Ilık, nemli, okyanus iklimi



Şekil 3.17 – 3.18 : The Ballard Library and Neighborhood Service Center[12]

Şekil 3.17 ve 3.18’de görülen yapı özellikle kabuğu ile ekolojik olmayı başarmıştır. Tasarım prensiplerinin başında çevreye duyarlı bir yapı tasarlama ama güden bu projede yapı kabuğu yukarıdaki şekillerden de görüldüğü üzere ahşap malzemedен oluşturulmuş ve enerji tasarrufunu sağlamak amacıyla güney cepesinde fotovoltaik cam paneller kullanılmıştır. Aydınlatma tasarımında ise doğal güneş ışığından maksimum yararlanma prensibi ön planda olmuştur. Bunun için yapıdaki ahşap kabuk tamamen şeffaf olan cephelerde güneş kırıcı özeliğine bürünmüştür. Böylece gün ışığından maksimum ve verimli ışık alışı sağlanmıştır. Dolayısı ile, kullanıcı için ideal koşullar sağlanmıştır. [12, Haziran 2006, p. 78 by Catherine Slessor]

Hollanda Büyükelçiliği, Addis Ababa, Etiyopya

Proje Künyesi

Mimar: Dick Van Gameran

Bjarne Mastenbroek, Amsterdam

Asistanlar: Remco van Buuren; Mike Davis; Matteo Fosso; Willmar Groenendijk;
Jack Hoozeboom; Lada Hrsak; Sebastiaan Kaal; Miguel Loos; Jeroen van Mechelen;
Holger Mührmann

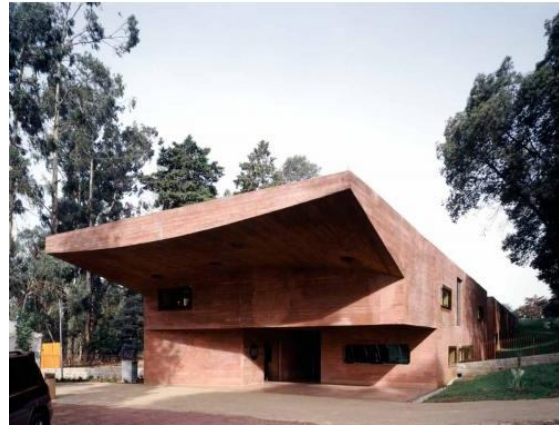
Strüktür Mühendisi: Ove Arup & Partners International Ltd, London, UK

Messele Haile Engineering Pvt. Ltd. Co, Addis Ababa,

Ethiopia

Müteahhid: Elmi Olindo Co. Plc

İklim: Tropikal



Şekil 3.19 – 3.20 : Hollanda Büyükelçiliği, Addis Ababa, Etiyopya [12]

Şekil 3.19 ve 3.20'deki yapı, yerel malzemeleriyle dikkat çekmektedir. Resimlerde görüldüğü gibi, beton ve camın uyumu çevre ile ilgili problemleri de ele alarak yapıda yerini almıştır. Betonun termal kütle özelliğinden yararlanan yapıda pasif ısıtma-soğutmaya daha az gerek duyulmaktadır. Bu da enerji tasarrufunu beraberinde getirmektedir. Dar koridorlar ile oluşturulan gölgeli mekanlar gün ışığından gerekli verimi sağlamakla kullanıcıya konfor koşullarını sunmaktadır. [12, Mayıs 2006, p. 52 by Catherine Slessor]

Bilgi Merkezi, Logos, Nijerya, 2002

Proje Künyesi

Mimar: Allies and Morrison

Yapı Sahibi: British Council

Strüktürel Mühendis: Ove Arup and Partners (Nigeria)

Servis Danışmanı: Kunle Ogunbayo & Associates

İklim: Sıcak ve Nemli



Şekil 3.21 – 3.22 : Bilgi Merkezi, Logos, Nijerya[12]

Yapı malzemeleri ve formu yerel özellikler düşünülerek tasarlanmış ve tercih edilmiştir. Yukarıdaki fotoğrafta da görüldüğü gibi sıcak ve nemli bir iklime sahip olan Logos'ta yapı cephesini koruma amaçlı ikinci bir dış cephe düşünülmüştür. Bu hem giriş için hazırlık mekanını oluşturmakta hem de yapıyı dış iklimik etkilerden korumaktadır. Malzemelerde de gözlemlediğimiz ahşabın önplanda olmasıdır. Bu da yapıyı sağlıklı kılar ve aynı zamanda cephede kullanılan bu malzeme gerekli gün ışığını da süzerek iç mekana aktarır. Böylece direk gün ışığıyla karşılaşmayan kullanıcı için konfor koşulları sağlanma çabasını açıkça gözlemleyebiliriz. Cephe tasarımı hem yapının dış görşelliği hem de yapının kullanıcılarının ideal koşullarda mekanları kullanması için çok önemlidir. Bunun için yapıda enerji etkinliği sağlarken görşelliği de bir arada bulunduran yapı örneklerinden birisi de Logos, Nijerya'da bulunan Bilgi Merkezi yapısıdır. [12, Ağustos 2006, p. 56 by Catherine Slessor]

Eso (European Southern Observatory) Hotel, Cerro Paranal, Atacama ölu, Şili

Proje Künyesi

Mimar: Auer + Weber + Architekten, Munich

Proje Takımı: Dominik Schenkirz, Philip Auer, Robert Giessl, Michael Krüger, Charles Martin

Yapı Sahibi: European Southern Observatory

Strüktür Mühendisi: Mayr + Ludescher

Servis ve Elektrik Mühendisi: HL- Technik

İklim: Sıcak ve Kurak



Şekil 3.23 – 3.24 : Eso Hotel, Cerro Paranal, Atacama ölu, Şili [12]

Şekil 3.23 ve 3.24'teki yapı sıcak çöl koŐullarına dayanıklı hale getirilmek için cephe tasarımında çift katman düşünölmüŐtür. İlk katman yapıyı dış mekanla buluşturan kısmi diğer katmanda kötü hava koşullarından korunma amaçlı tasarlanmıştır. Dolayısı ile kullanıcı için ideal koşulları yaratırken iki katman arasında kalan yarı açık bölme ile de alternatif mekanlar oluşturulmuŐtur. Cephede kullanılan elik, güneş ışınlarını yansıtıp aynı zamanda yapıyı korumaya yönelik seçilmiŐtir. [12,2003, p. 42-47, by Catherine Slesso]

Military Barracks (Lavarack Barracks), Townsville, Queensland, Avustralya

Proje Künyesi

Mimar: Bligh Voller Nield with Troppo Architects (QLD)

Proje Mimarı: Jon Florence, Andrew Bock

Proje Ekibi: Chris Bligh, Geoff Clark, Sonia Graham, Paul Barker, greg James, Michael O'Brien, James Russel, Rob Vider, Sacha Cochran, Prue Langer, James Peet, Carolyn Biasi

Proje Organizatörü: Philip Tait

Tasarım Organizatörü: Shane Thopson, Phil Harris

İklim: Sıcak ve nemli

Tasarım Ödülleri: 2002 RAlA National Robin Boyd Award for Residential Buildings,

2002 AISC Queensland Architectural Steel Design Award - High Commendation, 2002 Gold Medal - Green Buildings Awards, 2002 RAlA QLD Harry Marks Award for Sustainable Architecture, 2002 RAlA QLD Regional Commendation, 2002 RAlA QLD Residential Buildings-Multi-Residential Award, 2002 RAlA QLD Robin Dods Award for Residential Buildings, 2002 The Francis Greenway Society



Şekil 3.25 -3.26 : Military Barracks, Townsville, Queensland, Avustralya [12]

Şekil 3.25 ve 3.26'da görülen yapı, cephesi ve kullanımıyla güneşin gün içerisindeki açıları dikkate alınarak tasarlanmıştır. Malzeme olarak da geri dönüşebilir malzemeler tercih edilen bu yapı örneğinde kullanıcıların konfor koşulları doğal enerji kaynaklarından maksimum fayda prensibi ile sağlanmıştır. [12, p. 48-53]

Regional Hospital, Thunder Bay, Ontario, Canada, 2004

Proje Künyesi

Mimar: Salter Farrow Pilon Architecture Inc. , Farrow Partnership Architects Inc.

Proje Takımı: Tye Farrow, (partner-in-charge of design), George Farrow, Hong Kim, Doug McCann, John Kapov, Peter Correia, Veronica Rodriguez, June Geng, Jennifer Harris, Karen Holmberg, Carol Pardue, Beverly Johnstone Macaulay, Kwang Kim, Bessie Chan, Rudina Aleski, Chris Whelan, Harvey Wu, Rowan Caster, Kristi Judge, Henry Lowry, Cory Stechyshyn, Matthew Ellis, Scott Wiseman, Dan McKay, Emma Ludwell, Gerry Pilon, Leonard Gosse, Grant Wilder, Steve Cliche, Al Power, Marty Brooks

İç Mekan Tasarımı: Salter Farrow Pilon Architects Inc.

Strüktür Mühendisi: Mickelson/Cook joint venture

Mekanik ve Elektrik Mühendisi: H. H. Angus & Associates Ltd.

İnşaat Mühendisi: Wardrop Engineering

Akustik: Aercoustics Engineering Ltd.

İklim: Soğuk ve kurak



Şekil 3.27 – 3.28 – 3.29 : Regional Hospital, Thunder Bay, Ontario, Canada[12]

Yukarıdaki Şekil 3.27, 3.28 ve 3.29'da görülen yapının giriş mekanı, aslında hazırlık mekanı gibi değerlendirilmiş böylece çift katmanlı cephe gibi bir davranış sergilenmesi sağlanmıştır. Böylece yapının soğuk havadan etkilenmemesi sağlanmıştır. Yapı sürdürülebilir mimari için gerek ekolojik, yerel malzemeleri gerekse tasarım prensipleri olarak iyi bir örnek teşkil etmektedir. [12, Mayıs 2005]

Palmer House, Sonoran Desert near Tucson, USA, 1997-1998

Proje Künyesi

Mimar: Rick Joy Architects

Proje Takımı: Rick Joy, Andy Tinucci, Chelsea Grassinger, Holly Damerell, Franz Buhler

Strüktür Danışmanı: Southwest Structural Engineers

Yapı Sahibi: Dr. John Palmer

İklim: Sıcak ve kuru çöl iklimi



Şekil 3.30 – 3.31 : Palmer House, Sonoran Desert near Tucson, USA[12]

Şekil 3.30 ve 3.31’de görülen yapıda kullanılan malzemeler yerel malzemeler olur, doğal ahşap, taş gibi malzemeler ağırlık verilmiştir. Çatıda çelik, yapının strüktüründe ise betonarme kullanılmıştır. Ayrıca taş ve camın uyumu da bu yapıda görsel olarak bütünlüğü sağlamıştır. Tüm bunların yanında malzemelerin termal depolayıcılık özelliklerinden yararlanılmış, kalın duvarlar ile sıcak hava koşullarından maksimum sakınılmıştır ve kullanıcı için ideal mekanlar sunulmuştur. Yapı, tasarım kriterleri ile ileriye dönük bir proje olarak tasarlanmış ve yerel özelliklere önem verilerek uygulanmıştır. Minimum enerji harcayarak maksimum verim almayı hedefleyen yapı gün ışığından da gerekli açıklıkları ile faydalanmıştır. [12, p. 6 - 7]

Konut, Singapur

Proje Künyesi

Mimar: William Lim Associates, Singapur

Proje Takımı: Mok Wei Wel, Zhang Ying, Baet Yeok Hoon, Wee Hiang Khoon, Carol Cheng, Cheong Lip Khoon. Mohd Zamri Arip, Ng Weng Pan, Sanjay Lal Shrestha. Yau Yi Ting, Yeo Chian Ping, Stephanie Kuan, Olive Sick

Strüktür Mühendisi: SCE Consultants

Mekanik ve Elektrik Mühendisi: Beca Carter Hollings & Ferner

İklim: Tropikal iklim



Şekil 3.32 – 3.33 : Konut, Singapur [12]

Yukarıda görülen şekil 3.32 ve 3.33'teki yapıda yerel malzemeler tercih edilmiştir. Yeryer kullanılan doğal taş malzemesi hem görsel olarak hem de termal depolayıcılık özelliği ile yapıya verimlilik sağlamıştır. Diğer bir malzeme olarak da beton tercih edilmiştir. Yeryer bırakılan açıklıklar ve dar koridorlar sıcak havadan korunmak amaçlı tasarlanmıştır. Yapı çevreye duyarlı olup maksimum enerji tasarrufu yapmaya yönelik tasarlanmış ekonomik bir yapıdır. Yapıda ekolojik mimariye iyi örnek teşkil edecek pasif sistemlerden yararlanılmıştır. Opak yüzeylerde taş duvarların yapıyı dış hava koşullarından koruma amaçlı tasarlandığı düşünülmektedir. [12, Haziran 2003, p. 54 – 57, by Robert Powell]

BÖLÜM 4. ENERJİ ETKİN DUVAR –CEPHE- DEĞERLENDİRME KRİTERLERİ

Çalışmanın üçüncü bölümünde incelenen enerji etkin duvar-cephe- örneklerinin ortak noktalarından yola çıkarak enerji etkinliğini sağlamada gerekli olan kriterlere ulaşılabilir. Bu örneklerin incelenmesi sonucunda belirlenen kriterler aşağıda açıklanmıştır.

Bu bölümde amaçlanan, enerji etkin duvar-cephe- tasarım örneklerinden yola çıkarak belirlenen genel kriterler sonucunda bu sistemlerden beklenen özelliklerin ortaya konmasıdır.

4. 1. Yapıda Enerji Etkinliğini Sağlamada Gerekli Genel Kriterler

Çalışmanın ana hedefine uygun olarak mevcut enerji etkin cephelerin örnekler üzerinde değerlendirmesi yapılmıştır. Öngörülen gelecekte gelişen teknolojiler, artan nüfus ve talepler sonucu yapılaşma çok katlı mimariyi gerekli hale getirmektedir. Bunun içindir ki üretilmiş mevcut enerji etkin duvar sistemlerinin çok katlı yapılara da uygulanabilir hale gelmesi de geleceğe dönük projeler üretilmesi adına geçerli bir sebep oluşturmaktadır. Enerji etkinliğinin sağlanmasında gerekli genel kriterler belirlendiğinde oluşturulan sistemlerin enerji etkinliği irdelenebilir.

Duvar, yapılarda enerji etkinliğinde önemli rol üstlenmektedir. Duvar sistemleri ile yapılarda opak yüzeylerin ısı depolama özelliklerinden yararlanılarak iç mekanda ısı denge sağlanmaktadır. Bu durumda duvar sistemlerinin enerji etkinliğinin irdelenmesi öngörülmüştür.

Dolaylı kazanım sistemleri ile duvar tasarlanırken, duvar yüzeyinin termal kütle özelliğine bürünmesi beklenir. Beklenen özelliklerin hepsi enerji etkinliği çerçevesinde gerçekleştiği takdirde pasif sistem çalışır hal alacaktır. Öyleyse, öncelikle irdelenmesi gereken enerji etkinliğini sağlamada gerekli genel kriterlerin belirlenmesi ve irdelenmesidir[1,2].

Bölüm 3’te verilen örneklerin incelenmesi sonucunda tüm örneklerde ortak olarak gözlemlenen cephe tasarımında enerji etkinliği sağlamada gerekli genel kriterler aşağıdaki gibi belirlenmiştir;

- İklimle dengeli
- Konfor koşullarını sağlayabilen
- Yüksek teknoloji yaratan
- Sürdürülebilir
- Çevre dostu
- Az enerji ve maliyet gerektiren yapılar bu kriterde olmaktadır.

4. 1. 1. İklimle dengelik

Enerji etkinliğini sağlamanın önemli koşullarından birisi iklimle dengeli bir tasarım oluşturmaktır[25].

İklimsel dengelik için gerekli tasarım stratejileri izlenmelidir. Bunun için Çizelge 4.1’de bazı yüzde değerleri verilmiştir:

İKLİMSEL TASARIM STRATEJİLERİ	YÜZDE DEĞERLERİ(%)
Gerekli duyulan toplam ısınma	64. 2
Gerekli duyulan toplam soğuma	17. 9
Toplam konfor	18. 0
Gerekli duyulan toplam nem giderme	06. 3
Gerekli duyulan nemlendirme	00. 6
Solar kazanç	64. 2
Solar kazanç kısıtlamak	35. 9
Havalandırma	14. 1
Buharlaşmalı soğutma	08. 1
Mekanik soğutma kullanımı	00. 0
Mekanik nem giderme kullanma	01. 9

Çizelge 4.1: İklimsel tasarım stratejileri yüzde değerleri[25]

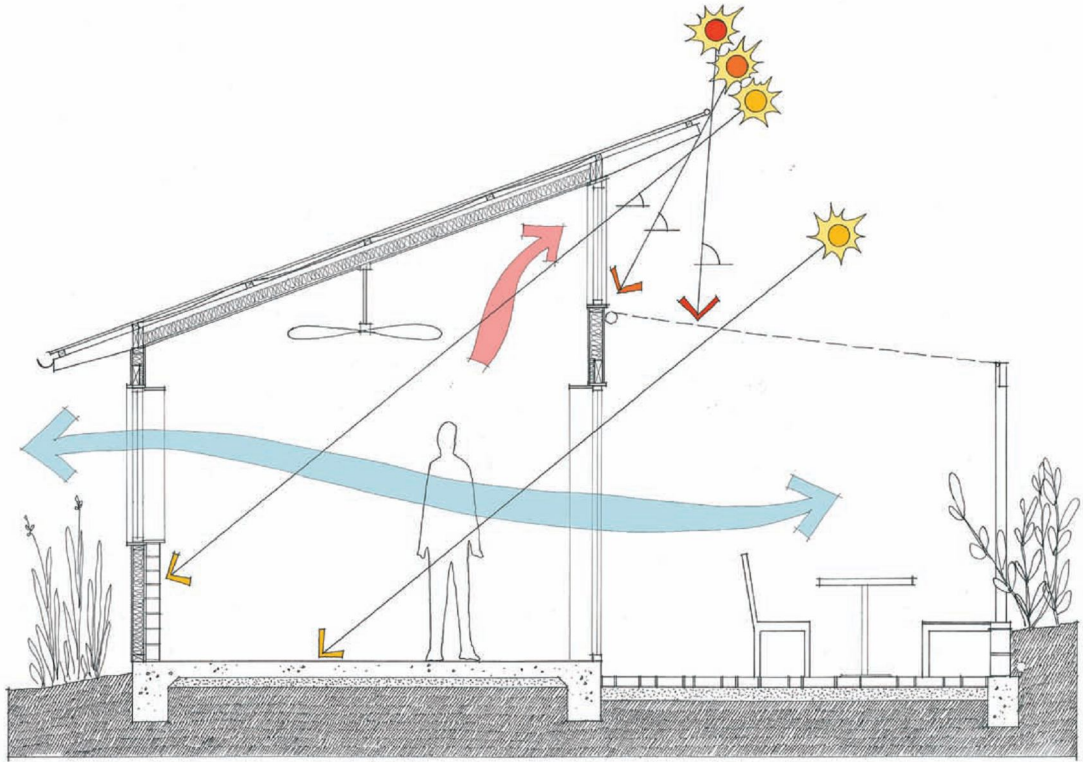
Yapıların enerji etkinliğinin sağlanmasında duvar elemanının etkisi çok büyüktür.

Çok genel olarak, yapılar enerji etkin olmalıdır ki;

- Tasarımın bulunduğu topoğrafyaya ait olması
- Tasarımın orjinal olması

- Tasarımın enerji etkinliğinin sağlanması
- Tasarımın sürdürülebilir olması
- Tasarımda kullanıcı için gerekli konfor koşullarının sağlanması

gibi kriterleri sağlayabilsin. Bu kriterlerin tümü iklimle dengeli tasarım ile gerçekleşecektir. Bu yüzden mimarların tasarım sürecinde öncelik vereceği kriterlerden birisi iklimle dengeliliktir. Bu genel olarak yapıyı temsil eden kriterler olmasına rağmen duvar elemanı için de geçerlidir. Duvar elemanını enerji etkin kılmak, yapıyı da enerji etkin kılacaktır.



Şekil 4.1 : İklimle dengeli yapı tasarımı

Şekil 4.1’de görüldüğü gibi yapılarda iklimle dengelilik açısından irdelendiğinde güneş ışınımı, yapının konumu, kullanıcı konforu, mekandaki hava sirkülasyonu, mekandaki ısı dengesi gibi faktörler ön plana çıkmaktadır. Bu da iklimsel verilere göre değişim göstermektedir. Dolayısı ile iklimle dengeliliği sağlamak için yapının bulunduğu iklim koşulları göz önüne alınarak uygun tasarım parametreleri değerlendirmeye alınmalıdır.



Şekil 4.2 : Menara Mesiniaga/IBM Tower, Kuala Lumpur (1992) . [Url-10]

Duvar –cephe- tasarımı, yapının enerji etkinliği açısından değerlendirildiğinde yapının dikkatle ele alınacak en önemli elemanından birisidir. Çünkü cephe, yapıyı iklimsel koşullara karşı dengede tutan elemandır. Dolayısı ile yapıda ısıl dengeyi sağlamak adına cephe tasarımının enerji etkin davranış sergilemesi yapının enerji kazancı için önemlidir[29].

Güneş ışınımı ve hava sıcaklığı gibi dış iklimsel koşullara bağlı iç hacim termal konfor koşullarını sağlamada, bu iklimsel elemanların etkisini minimuma indirecek ve bu iklimsel elemanlardan yapı hacimleri için yarar sağlayacak olan, pasif sistemlerle üretilmiş duvarlardır. Dolayısı ile bu sistemleri yapıda kullanarak hedeflenen amaç, ısıtma süresinin kısaltılmasını sağlayarak yapıdaki enerji harcamalarını minimize etmektir[29,s. 17].

Görülmektedir ki iklimsel veriler tasarım parametresi olarak karşımıza çıkmaktadır. Gerek yapının malzemesi, formu ve hatta yapı eleman sistemlerine kadar iklimsel koşullara göre bu sistemlerin her biri ayrı özellik kazanmaktadır.

Şekil 4.3'ten 4.6'ya kadar olan örneklerde de görüldüğü üzere enerji etkinliği bir yapının cephesi ile doğrudan ilişkilidir. Enerji etkinliğini sağlamak için uygun duvar -cephe- sistemi yapıya uygulanmalıdır. Uygun cephe sisteminin belirleyicisi ise, iklimsel koşullardır. Böylece iklimle dengeli tasarımlar oluşturulur ve enerji etkinliği sağlanır. Bu da ekolojik ve sürdürülebilir yapı üretimini sağlar.



Şekil 4.3 : Karadeniz köy evi

Yukarıdaki Şekil 4.3'te tip örneğini gördüğümüz Karadeniz evleri dağlık olduğu için yamaçlara kurulur. Genelde ahşap ve doğal taşın hakim olduğu evler kışın sıcak, yazın ise soğuk olacak şekilde de tasarlanır. Yapıda duvar elemanı cephede oldukça önemlidir. Çünkü duvar elemanı sayesinde iklimle dengelilik sağlanır. Bu da kullanıcı konforu açısından uygunluk anlamına gelir.



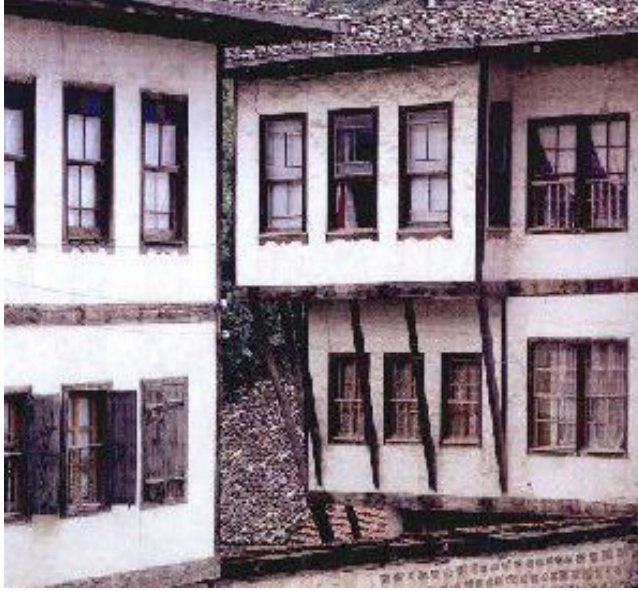
Şekil 4.4 : Sıcak Kuru iklim evleri

Şekil 4.4'te örneğini gördüğümüz Sıcak kuru iklim bölgelerindeki evler, aşırı ısınmaya karşı birbirine sık ve kalın taş duvar ile uygulanıp yazın sıcaktan korunma sağlanır.



Şekil 4.5 : Ilıman iklim evi

Ilıman iklim evlerinde şekil 4.5’deki gibi geniş açıklı pencereler güneş ışınımından maksimum fayda sağlar. Dış hava sıcaklık değişimleri ani olmaz, böylece kullanıcı konforu açısından iç mekandaki ısıyı korumak kolaylaşır.



Şekil 4.6 : Sıcak nemli bölge evi

Sıcak nemli bölgelerden bahsettiğimizde Türkiye’de güney ve güneybatıdan bahsetmiş oluruz. Buralarda evler, kullanıcı konforunu sağlamak için aşırı sıcaktan ve nemlilikten korunmaya yönelik tasarlanmıştır. Burada da yine cephedeki duvar elemanı enerji etkinliği sağlamada önemli rol üstlenmektedir[Bknz. Şekil 4.6].

4. 1. 2. Konfor koşullarını sağlayabilme

Kullanıcı açısından üretilen sistemlerin sağlıklı mekanlar oluşturması çok önemlidir. Bu yüzden, doğru tasarımın ana hedefi kullanıcı için uygun konfor koşullarını sağlamaktır.

Kullanıcı için, iç mekan hava sıcaklığı ve iç mekan yüzey sıcaklıkları konfor koşullarını etkileyen önemli etmenlerdir. Öyle ki çevre yüzeylerin sıcaklığı ile iç mekandaki hava sıcaklığının arasındaki fark belirli bir dereceyi aştığında kullanıcı termal konfor koşulları sağlanmamış olur. Bu yüzden belirli hesaplarla değerlendirilen kabuk iç yüzeyinin iklimsel konfor açısından sınır değeri; **(4.1)**

$$t_{iyo} = t_i \pm e \quad (4.1)$$

ile hesaplanır. [30]

t_{iyo} : Kabuk elemanı iç yüzey sıcaklığı günlük ortalamasının iklimsel konfor açısından izin verilebilir sınır değeri

t_i : İç hava sıcaklığının (kuru termometre sıcaklığı) konfor değeri, °C

e : +/- 3 °C

Isıtmanın istendiği dönemde ise, ısı akışı bina kabuğu iç yüzeyinden bina dış yüzeyine doğru olduğundan kabuk elemanının iç yüzey sıcaklığının termal konfor açısından sınır değeri; **(4.2)**

$$t_{iyo} = t_i - e \quad (4.2)$$

ile hesaplanır [30].

Isı geçişinin zamana bağlı incelendiği durumlarda, gerçek atmosfer koşulları için, ısıtmanın istendiği dönemde kullanıcı konfor koşulları göz önünde tutularak kabuk elemanının birim alanından kaybedilen günlük ortalama saatlik ısı miktarı ise; **(4.3)**

$$i - q = a_i (t_{oi} - t_i) + a_i (t_{ci} - t_i) \quad (4.3)$$

Bağıntısı ile hesaplanır[30].

q : Kabuk elemanının birim alanından kaybedilen saatlik ısı miktarı, W/m²

a_i : İç yüzeysel iletim katsayısı, W/m² °C

t_i : İç hava sıcaklığı konfor değeri, °C

t_{oi} : Ele alınan saatte opak bileşenin iç yüzey sıcaklığı, °C

t_{ci} : Saydam bileşenin sıcaklığı, °C

Dış iklimsel koşulların, bölgelere ve zamana göre değişkenlik gösteren aşırı değerleri nedeniyle, yılın belirli devrelerinde yapma iklimlendirme ve özellikle yapma ısıtma gerekli olmaktadır. “Dolayısı ile yapılarda enerji harcamalarının önemli bir bölümünün, yapıların işletme(kullanım) aşamasında yapma olarak ısıtılması ve iklimlendirilmesi amacına yönelik olacaktır. Nüfus artışı ve günümüzde kullanıcının iklimsel konfor durumunda bulundurulmasının kullanıcı performansı ve iş verimi açılarından öneminin anlaşılması nedenleriyle ısıtma ve iklimlendirme enerjisi gereksinmesine görülen artışa karşın yapma ısıtma ve iklimlendirme kullanan enerji kaynaklarının(kömür, petrol, ...) azalması ve dolayısıyla bu tür kaynakların maliyetinin artması yapma ısıtma ve iklimlendirme süreci sonunda, dış havaya atılan kirleticilerin insan sağlığını bozan düzeye ulaşması ve hava kirliliğini azaltıcı önlemlerin yükleyeceği maliyet yapma ısıtma ve iklimlendirme enerjisi harcamalarının minimum düzeye indirgenmesini zorunlu kılmaktadır.” [33,s. 1-2]

Görüldüğü gibi yapı cephesinden bahsettiğimizde ısısal konforun enerji etkinliği açısından zorunlu olduğunu gözlemleyebiliriz. Böylelikle, pasif sistemlerle üretilen duvar tasarımlarına yönelim oldukça önemlidir.

Sonuç olarak, konfor koşullarını sağlayabilme, bir duvar sisteminin enerji etkinliğini sağlaması için gerekli kriterlerden biridir. Isısal konforu kullanıcıya sunma duvar elemanının önemli bir görevi olup, kullanıcıya konfor koşullarını sağlamada etkilidir. Çizelge 4.2’de çeşitli duvar tiplerinin nitelik ve ısısal konfor değerleri verilmiştir.

GEREÇ	NİTELİK	ISISAL KONFOR(IK)
Taş Duvar	Yoğun taş-sıvasız-50cm	Yok
Taş Duvar	Gözenekli taş-sıvalı-55cm	Yok
Kerpiç duvar	Saman katkılı-sıvalı-55cm	Var
Tuğla Duvar	Delikli tuğla-sıvalı-34cm	Var
Tuğla Duvar	Delikli tuğla-sıvalı-24cm	Yok
Tuğla Duvar	Dolu tuğla-sıvalı-24cm	Yok
Briket Duvar	Boşluklu beton briket-sıvalı-24cm	Yok
Ytong Duvar	Harçlı blok- sıvalı-25cm	Var
Brüt Beton Duvar	Sıvasız-20cm	Yok
Betonarme Perde Duvar	Sıvalı-20cm	Yok
Delikli Tuğla Duvar	Isı yalıtımlı-29cm	Tüm DS için var
Ytong Duvar	Isı yalıtımlı-30cm	Tüm DS için var
Betonarme Perde Duvar	Isı yalıtımlı-30cm	-12°C DS'ye kadar IK var
Çift Duvar	Delikli tuğla-sıvalı-31cm	-3°C DS'ye kadar IK var
Çift Duvar	Isı yalıtımlı-34cm	Tüm DS için IK var
Çift Duvar	Sert tuğla- Ytong-30cm	-9°C DS'ye kadar IK var
Çift	Sert tuğla-ısı yalıtımı-ytong-33cm	Tüm DS için IK var

Çizelge 4.2: Çeşitli duvar tiplerinin nitelik ve ısısal konfor değerleri[31]

4. 1. 3 İleri teknoloji yaratan

Gelişen teknoloji ile çok katlı yapılarda da teknolojinin son ürünleri kullanılmaya başlandı. Özellikle son yıllarda teknolojide dünya çapında çok hızlı bir ilerleme gözlemlenmektedir. Hızla ilerleyen teknolojinin getirdiği avantajların yanında dezavantajları da olmuştur. Yapıda konfor koşullarını sağlamak için teknolojiden faydalanmak adına enerji kaynaklarının tüketilmesi, dolayısı ile dünya enerji kaynaklarının tehdit altında olması bu dezavantajlardan birisidir.

Dolayısı ile, çok katlı yapıların gün geçtikçe teknolojiye ayak uydurduğunu da gözlemleyebiliriz. Oluşturulan enerji etkin duvar sistemlerinin de çok katlı yapıya uygulanabilirliğini araştırırken sistemin ileri teknolojiye uyum sağlayabilecek olması önem kazanmaktadır.

Sonuç olarak, pasif sistemlerle üretilen bir duvar sisteminin güneş enerjisinden maksimum fayda ile yapıda konfor koşullarının büyük bir kısmını karşılayabilmesi, sistemi ileri teknoloji yaratan bir elemana dönüştürür.

4.1.4 Sürdürülebilirlik

Bölüm üçte incelenen yapı örneklerinin incelenmesi sonucunda enerji etkinliğini sağlamada gerekli kriterlerden bir diğeri sürdürülebilirlik olarak belirlenmiştir. Sürdürülebilirlik, enerji etkin yapıların ortak özelliğidir. Bu kavram çerçevesinde doğa enerji kaynaklarına yönelim gerçekleştirilmiş, böylece dünya kaynaklarını tasarruflu harcama teşvik edilmiştir.

Sürdürülebilir tasarım, geleceğe yönelik yapıların oluşumunu desteklemektedir. Öyle ki uzun vadede yapıların ekolojik dengeye zarar vermeyen, doğal malzemelerle gerçekleşen dolayısı ile sağlıklı birimler oluşmasını sağlar.

Sonuç olarak enerji etkinliği sağlamada sürdürülebilirlik önemi bir kriterdir.

4.1.5 Çevre dostu

Yapının enerji etkinliğini değerlendirirken çevreye duyarlılığının da dikkate alınması gerekmektedir. Çevre dostu olan bir sistem, sürdürülebilir mimari açısından oldukça önemli yer tutar. Gerek malzemeleri, gerek sistemin çalışma prensibiyle araştırılması gereken enerji etkin bir sistemin çevre dostu oluşudur.

Tasarlanan sistem, çevre dostu olup, geleceğe dönük tasarlandığı sürece onun enerji etkinliğinden söz edebiliriz. Çevre dostu olan bir sistemin tercih edilebilirliği elbette ki çok fazladır. Günümüz mimarisinin de çevre dostu sistemlere ve yapılara ihtiyacı vardır. Doğa ile iç içe tasarlanan sistemlerle oluşmuş yapılarla çevrelenmiş bir kentte ancak gelecekte söz edebiliriz. Sonuç olarak, tasarlanan her sistemin enerji etkinliğini değerlendirirken çevre dostu olması kriterine uygunluğu değerlendirilmelidir.

4.1.6 Az enerji ve maliyet gerektiren

Yapı kullanıcısı ve yüklenici için maliyet oldukça önemlidir.

Yapıların enerji etkinliğini sağlamak için az enerji ve maliyet gerektiren sistemlerden oluşmasını sağlamak önemli bir kriterdir.

Tüm bunlar doğrultusunda günümüz artan nüfusu, gelişen teknoloji ve bunlarla doğru orantılı yükselen yapıları göz önünde bulundurursak, enerji etkinliği günümüz mimarisinde en ön plana oturmaktadır. Bunun için çok katlı yapılarda enerji etkin duvar tasarımlarının uygulanabilirliğinin araştırmasını yaparken başvuracağımız kriterler cephe tasarımında enerji etkinliğini sağlayan kriterler olmalıdır.

4.2. Enerji Etkin Duvar – Cephe – Sistemi Özelliklerinin Genel Kriterler Çerçevesinde Değerlendirilmesi

Cephede enerji etkinliğinden bahsettiğimizde doğada var olan ve sınırsız kullanımı olan güneş enerjisini maksimum değerlendirme ve bunu oluştururken sistemlerin;

- Isı toplama, dağıtma, depolama
- İzolasyon görevi görme
- Hava sirkülasyonunu destekleme
- Temiz ve ideal koşulları kullanıcıya sunma gibi özelliklerinden yararlanılmaktadır.

Dolayısı ile yukarıda bahsedilen özellikleri sağlayan bir sistemin yapıya uygulandığında enerji etkinliğinden söz edebiliriz. Tüm bunlar doğrultusunda sürdürülebilir mimari çerçevesinde enerji etkin yapıların ön plana çıkması ile birlikte duvar sistemlerinin de çok katlı yapılarda uygulanabilmesi, ekolojik mimari için önemlidir. Günümüz enerji sorununa mimari hassasiyetle yaklaştığımızda görülmektedir ki enerji kayıplarının büyük çoğunluğu çok katlı yapılardan kaynaklanmakta ve bu kayıpların da büyük çoğunluğu cephelerden olmaktadır. Enerji etkin duvar sistemleri bu noktada çok katlı yapıların cephe sistemlerinde alternatif bir çözüm olarak mimaride değerlendirilebilecektir.

4.2.1 Isı toplama, depolama dağıtma

Pasif sistemlerle üretilen duvar sistemleri ısı toplama, dağıtma ve depolama özelliklerini sistem olarak içinde barındırmaktadır. Sistemin ana prensip özelliği güneş ışığını cephedeki duvar elemanında toplamak, depolamak ve gerektiğinde iç mekana dağıtmaktır. Bu özellik sayesinde yüksek yapı cephelerinde uygulandığı takdirde termal kütle etkisi yaratacak, bu da iç mekanda ideal konfor koşullarını sağlamaya yönelik bir etki oluşturacaktır. Uygulaması kolay bu sistemler, çok katlı yapılarda cephe uygulamalarında oldukça kolaylık sağlayacaktır.

Pasif sistemlerle oluşturulan duvar sistemleri yüksek yapılar için ısı toplama, dağıtma, depolama özelliği ile alternatif bir ekolojik çözüm oluşturacaktır.

4.2.2 İzolasyon görevi görme

Yapıda duvar elemanı ısı kayıplarının en fazla olduğu bölümdür. Bunun yanında, duvar elemanı yapıyı dış mekanla buluşturan, bir diğer deyişle iç mekan ve dış mekanı birbirinden ayıran elemandır. Bu yüzden yapıda çok önemli bir yere sahiptir. İç mekan ile dış mekan arasındaki sıcaklık farkları yapının bulunduğu iklime göre değişse de bu fark iklime bağlı olarak artmaktadır. İç mekandaki termal konforu sağlamak için duvar elemanı izolasyon görevi görür. Yani dış mekandaki soğuk havayı ya da yaz aylarında oluşan sıcak havayı iç mekandan ayırtmaktadır.

Sonuç olarak, dolaylı kazanım sistemleri ile oluşturulan tasarımlar doğrultusunda oluşturulan enerji etkin duvar sistemleri bir yandan iç mekandaki sıcaklığı sabit tutma görevi üstlenirken diğer bir taraftan kullanıcı için sağlıklı bir atmosfer oluşturmaktadır. Bu yüzden enerji etkin duvar sistemlerinin izolasyon görevi gördükleri söylenebilir.

4.2.3 Hava sirkülasyonunu destekleme

Çok katlı yapılarda enerji etkin duvar sistemlerinin uygulama olanaklarının araştırılmasında hava sirkülasyonunu destekleme özelliği bir diğer aranan kriterdir.

Kullanıcı açısından iç mekandaki havanın taze olması, iç mekandaki aktivitelerin verimli hale gelmesi ve mekanın fonksiyonunun en iyi biçimde değerlendirilmesi açısından oldukça önemlidir. Bu yüzden yapıların cephelerinin hava sirkülasyonunu

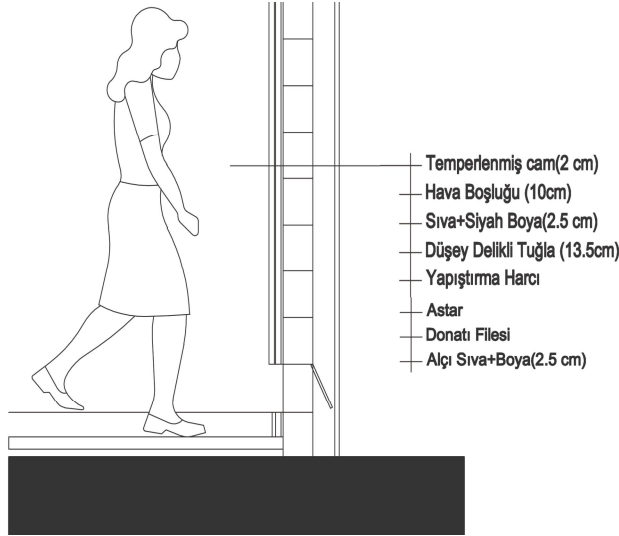
BÖLÜM 5. ENERJİ ETKİN DUVAR SİSTEMLERİNİN MALZEME AÇISINDAN İRDELENMESİ

Bu bölümde, pasif sistemlerle üretilmiş enerji etki duvar sistemleri malzeme açısından irdelenmiştir. Bu irdeleme sonucunda ulaşılabilecek çeşitlilik çalışma kapsamı içerisinde enerji etkin duvar sistemlerinin çok katlı yapılara uygulanabilirliğinin irdelenmesinde bir ön çalışma sağlayacaktır.

5. 1 Trombe Duvarını Alternatif Malzeme Açısından İrdeleme

Trombe duvarını malzeme alternatifleri ile ele almak uygulamada çeşitlilik sağlayacaktır. Çeşitli malzeme uygulanmasının, kolay uygulanabilirlik, kolay ulaşılabilebilirlik ve çevreye uyumlu olması açısından da önemli olduğu görülmektedir.

Malzeme 1: Düşey Delikli Tuğla



Şekil 5.1 : Trombe duvarı düşey delikli tuğla kullanım detayı

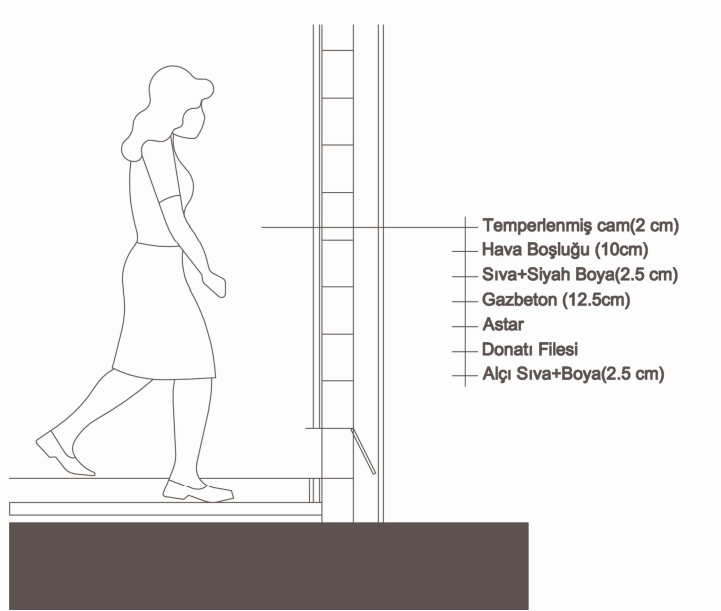
Düşey delikli tuğla için λ (ısı iletim katsayısı) değeri 0. 39 Kg/mh°C'dir[11]. Dolayısı ile ısı iletim katsayısı ne kadar küçük olursa malzemenin ısı iletkenliği o kadar düşük olacağından iç mekandaki ısının dışarı aktarımı da o kadar güç olacaktır. Böylelikle iç mekandaki sıcaklığın sabitliği korunurken şekil 5.1'de oluşturulan detayda görülen cam yüzey ile düşey delikli tuğla yüzey arasında ısınan

hava malzeme tarafından depolanacak ve termal kütle görevi görmesini sağlayacaktır. Çıkan sonuç, trombe duvarının kullanımında düşey delikli tuğla kullanımının uygunluğudur..

Görülmektedir ki Türkiye’de yapı malzemesi olarak en çok tercih edilen malzeme olan düşey delikli tuğla, trombe duvarı gibi enerji etkin duvar sisteminde kullanıldığında mekandaki sıcaklığın sabit tutulması açısından verimli bir sistem elde edilecektir. Bu da yapıların ısıtma enerjisi korunumu sağlamala birlikte, yapılarda ekonomiklik sağlanacaktır.

Trombe duvarı kendi başına enerji etkin bir duvar sistemidir, bunun için, malzemeye göre sistem kendi detayını biçimlendirecektir. Trombe duvar sisteminde düşey delikli tuğla kullanılması halinde duvar detayında bırakılacak hava boşluğu önem kazanmaktadır. Bu durumda opak duvar ile cam arasında bırakılan hava boşluğu ne kadar artarsa havanın depolama özelliği ile bu boşlukta oluşan atmosfer o derecede ısınacaktır. Düşey delikli tuğlada olmayan depolayıcılık özelliğini bu sistemde hava boşluğu üstlenecektir.

Malzeme 2: Gazbeton



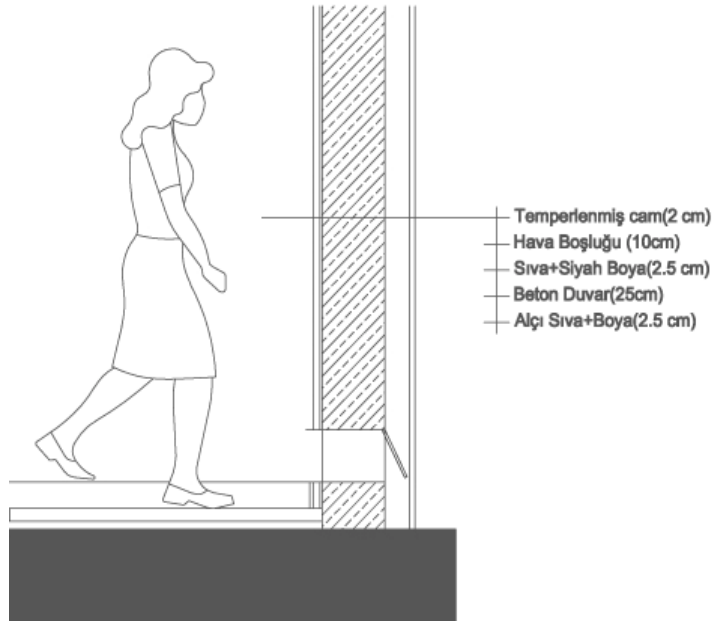
Şekil 5.2 : Trombe duvarı gazbeton kullanım detayı

Gazbeton için λ (ısı iletkenlik hesap değeri) değeri 0. 21 Kg/mh°C’dir[11]. Dolayısı ile görmekteyiz ki boşluklu yapısı ile gazbeton, ısı izolasyonunda oldukça etkili ve her iklim bölgesi için uygun bir malzemedir. “Yüksek termal kapasiteye sahip

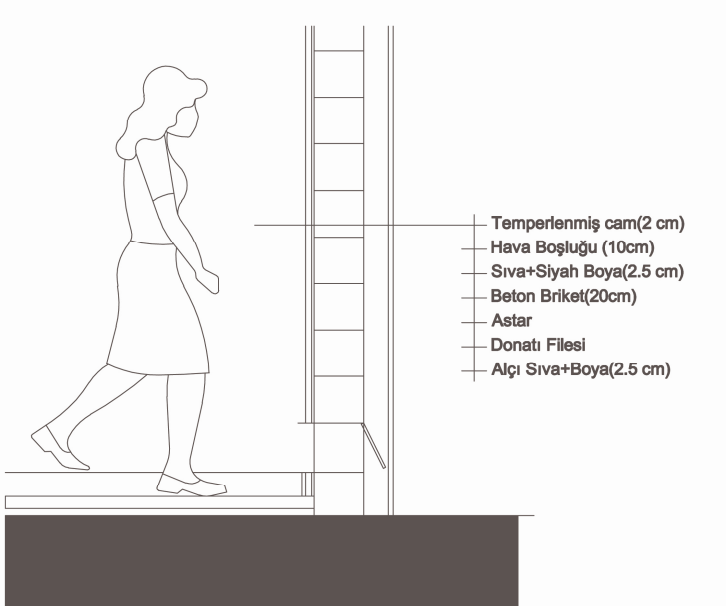
malzemeler özellikle ısı depolayarak yapıların enerji etkinliğini arttırlar.” [4,p. 69] Bunun için, gazbeton diğer duvar malzemelerine oranla ısı yalıtımında daha avantajlıdır. Bunun yanında trombe duvar uygulamasında malzemenin ısı depolama özelliği önem kazandığından gazbeton malzeme trombe duvarı için uygun bir malzemedir.

Enerji etkinliği açısından oldukça önemli bir malzeme olan gazbeton, mimari çözüm olarak trombe duvar sisteminde daha ince duvar detayları oluşturulmasında önemli rol üstlenmektedir. Öyle ki, malzeme içerisindeki hava boşlukları malzemeyi hafif tutmakta ve depolayıcılık özelliğini arttırmaktadır. Şekil 5.2 de trombe duvar sistemi içerisine uygulanmış gazbeton, trombe duvar sisteminde önemli rol oynayan opak duvar ile cam bölme arasındaki hava boşluğunun azalmasına olanak sağlamaktadır. Böylelikle, havanın depolayıcılık özelliğini gazbeton devralıp açılan boşluk minimum ölçülerde tutularak sistem oluşturulabilir. Bu da, dış duvar(trombe duvarı) kalınlığının azalmasıyla sonuçlanacaktır.

Malzeme 3: Beton



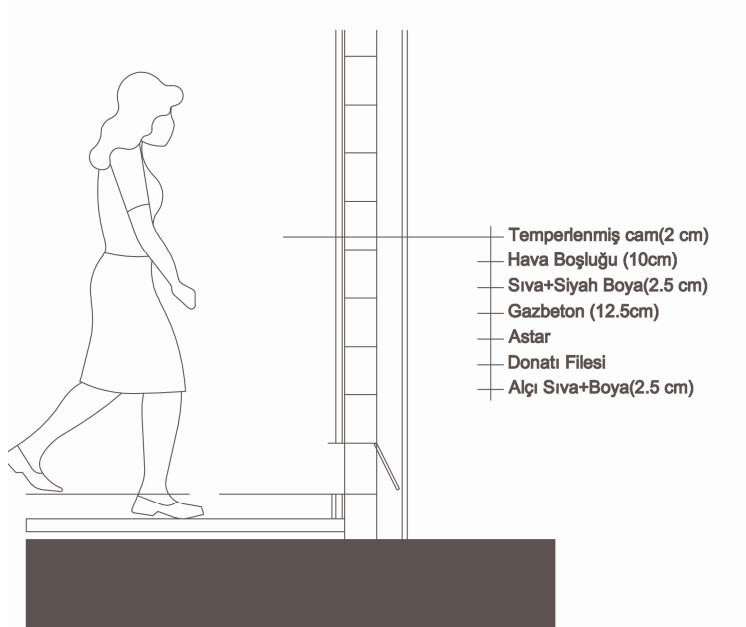
Şekil 5.3 : Trombe duvarı beton kullanım detayı



Şekil 5.4 : Trombe duvarı beton kullanım detayı

Beton için λ (ısı iletkenlik hesap değeri) değeri 1. 80 Kg/mh°C'dir[11]. Şekil 5.3 ve 5.4'te oluşturulmuş trombe duvarı uygulamasının detayını görebildiğimiz beton malzeme, trombe duvarında kullanmak iç mekandaki ısının sabit tutulması açısından zayıf bir malzeme olacaktır.

Malzeme 4: Dolu Tuğla



Şekil 5.5 : Trombe duvarı dolu tuğla uygulama detayı

Dolu Tuğla, malzeme olarak yoğunluğu yüksek, depolama özelliği kuvvetli olan bir malzemedir. Dolu tuğlanın ısı iletkenlik katsayısı 0. 790 W/m°K'dir [11]. Dolu tuğla

da malzeme olarak ülkemizde sıkça kullanımını gözlemlediğimiz bir duvar malzemesidir.

Dolu tuğla, ısı tutuculuğu ile yapıdaki ısı kayıplarını engellemede ve ısı depolayıcı özelliği ile yapı mekanına depoladığı ısıyı aktarmakta ve yapıda enerji tasarrufunu desteklemektedir. Ayrıca tüm bunların yanında dolu tuğla malzemesi, enerji etkin yapılar için ve enerji etkin duvar sistemleri için uygun bir malzemedir[Bknz. Şekil 5.5].

Malzeme 5: Kagir Malzemeler

Kagir malzemeler, çok eski zamandan beri mimarların sıklıkla kullandığı bir malzemedir. Kagir malzeme, doğal olmasından dolayı ekolojik bir malzeme olup, yoğun dokusu ile ısı depolayıcılığı çok yüksek ve termal özellikte bir malzemedir. Bunun içindir ki kagir malzeme enerji etkin yapılarda tercih edilmektedir.

Trombe duvarında kagir malzemenin kullanımı ise yine bu malzemenin ısı depolayıcılığı ile bağlantılıdır. Bilindiği gibi trombe duvarının çalışma prensibinde opak olan yüzeyin ısı depolayıcılık özelliği sistemin çalışması açısından oldukça önemlidir. Bu yüzden, kagir malzemeler doğal, ve geri dönüşebilir özellikleri ile enerji etkin yapılarda kullanılır.

Tüm bunların yanında kagir malzemeler, işlemeciliği zor ve ağır malzemeler olduğundan yapıya uygulaması oldukça zor olan ve uygularken fazla enerji gerektiren malzemelerdir. Bunun için de, günümüzde gelişen teknoloji ile doğal taş malzemeler yerini taş kırığı, cam vb. agregalardan elde edilen suni taşlar ve pişmiş toprak malzemeler almıştır[4, p. 73].

Malzeme 6: Ahşap

Ahşap, doğal bir malzeme olup çok uzun yıllardır mimaride yerini almaktadır. Fakat günümüz ekolojik koşullarını göz önünde bulundurduğumuzda ahşap kullanımı gerektiği yerde kullanılmadığında ekolojik denge açısından tehlike oluşturmaktadır. Dolayısı ile ısı depolayıcılığı olmayan ahşap malzemeler trombe duvar sistemi için uygun malzemeler değildir.

SONUÇ ANALİZ ÇİZELGESİ

<i>Malzeme</i>	<i>Trombe Duvar Sistemine Uygulanabilirliği</i>	<i>Sonuç</i>
Düşey delikli tuğla	<i>Uygulanabilir</i>	Düşey delikli tuğla kullanımı trombe duvar uygulamalarında ısı iletimi düşük bir malzeme olduğundan uygundur. Böylelikle transparan yüzey ile duvar arasındaki ısıyı kullanarak termal kütle görevi görür.
Gazbeton	<i>Uygulanabilir</i>	Isı depolama özelliği kuvvetli olan gazbeton trombe duvar sistemi için uygun bir malzemedir. Gazbeton uygulamalarında trombe duvar sisteminde bırakılan hava boşluğu daralacak ve duvar kalınlığı azalacaktır.
Beton	<i>Uygulanamaz</i>	Isı iletimi oldukça güçlü olan beton malzeme iç mekandaki ısı kaybını kolay bir şekilde dış mekana iletilmesini sağlayacak dolayısı ile trombe duvarda cam yüzey ile opak yüzey arasındaki ısınan havanın da soğumasını sağlayacaktır. Bu da sistemin çalışması açısından uygunluk oluşturmaz.
Dolu Tuğla	<i>Uygulanabilir</i>	Dolu tuğla trombe duvar sistemi için oldukça elverişli bir malzemedir. Yoğun yapısı ile trombe duvar sisteminde duvar genişliğinin azalmasını sağlayacaktır.
Ahşap	<i>Uygulanamaz</i>	Ahşap malzemenin ısı depolayıcılık özelliği olmaması trombe duvarı uygulamalarında uygunluk oluşturmayacaktır.
Kagir Malzeme	<i>Uygulanabilir</i>	Kagir malzeme kendi başına enerji etkin bir malzeme olduğundan gelende tek başına uygulanır.

Çizelge 5.1: Trombe duvarında alternatif malzeme kullanımının değerlendirilmesi

5. 2. Su Duvarını Alternatif Malzeme Açısından İrdeleme

Kullanılacak malzeme açısından bir duvar sisteminin değerlendirilmesi o duvar sisteminin alternatiflerini de beraberinde sunmaktadır. Dolayısı ile su duvarı sisteminin alternatif malzemeler açısından değerlendirilmesi bu duvar sisteminin çeşitliliğini değerlendirmede yardımcı olur. Dolayısı ile farklı malzemelerle sistem, farklı davranış sunar. Bu özellikten yola çıkarak kullanılabilir malzeme açısından su duvarının değerlendirilmesi bu sistemin daha iyi anlaşılması ve çeşitliliğinin irdelenmesi açısından yardımcı olur.

Malzeme 1: Plastik

Plastik malzeme su duvarı sisteminde var olan tüplerde kullanılan malzemedir. Plastik tüpler içerisine doldurulan su, güney cephesine yerleştirilen tüplerde gün boyunca güneş ışınımına maruz kalır. Dolayısı ile suyun depolama özelliğinden yararlanan sistem, gün boyunca maruz kaldığı güneş enerjisini depolar. Bunun sonucunda, tüpler güney cephesinde duvar yüzeyi oluşturarak termal kütle görevi görür. Plastik malzeme burada konfor açısından ve kullanım kolaylığı açısından tercih edilen bir malzemedir. İç mekanda termal konforun sağlanmasının yanında görsel konforun da sağlanması kullanıcı açısından oldukça önemlidir. İç mekandaki aydınlık seviyesinin de optimum düzeyde olması kullanıcı açısından tercih sebebi olacaktır. Dolayısı ile, plastik malzeme ile üretilmiş bir su duvarı sisteminin yüzeyine gelen güneş ışını plastik malzemenin yapısından kaynaklı sebepler ile kırılmaya uğramaz. Dolayısı ile iç mekanda aydınlık seviyesi de sağlanmış olur. Yalnız, plastik malzemenin renk seçimi bu noktada önemlidir. Siyaha boyanmış bir plastik malzeme güneş ışınımını daha çok çekecektir. Bu sebeple siyaha boyanmış bir plastik malzeme ile oluşturulmuş bir su duvarı sistemi ile uygulanmış yapı örneğini ele alacak olursak, bu yapıdaki güney cephesindeki mekanlarda doğal aydınlatma beklememiz gereksiz olur. Böyle bir durumda mekanlarda yapay aydınlatmaya ihtiyaç duyulabilir.

Form olarak genelde dairesel tüpler tercih edilir. Şekil 5.6'da örnek kullanımını görebildiğimiz plastik malzeme, yapısı gereği elastik bir malzeme olduğundan prizmatik formlar tercih edilmez. Dairesel tüpler içerisine doldurulan su ile oluşturulmuş sistem güney cephesine yerleştirilir ve termal kütle görevi görür.



Şekil 5.6 : Su duvarı plastik malzeme uygulama detayı[16]

Malzeme 2 : Cam Yünü

Cam malzeme, su duvarı sisteminde oldukça önemli bir yer almaktadır. Bilindiği üzere su duvarı sistemi tüpler içerisine doldurulmuş su ile oluşturulmaktadır. Dolayısı ile, cam yünü malzemesi ile oluşturulan sistem, güneş ışınımını direkt su ögesine aktaracaktır. Su duvarı sisteminin ana özelliği de suyun depolama özelliğinden maksimum yararlanmak olduğu için cam yünü ile üretilmiş tüplerden oluşturulmuş su duvarı sistemi oldukça verimli olacaktır.

Tüm bunların yanında güney cephesinde konumlanan su duvarı, ışık geçirgenliği açısından oldukça önemlidir. Güney cephesinden iç mekana giren doğal güneş ışığı kullanıcının görsel verimliliği açısından oldukça verimli olmakla birlikte kullanıcının gerçekleştirdiği aktivitelerde de verimliliği arttırmaktadır. Şekil 5.7'de de görülebildiği gibi cam yünü ile oluşturulan su duvarının güney cephesine yerleştirilmesi durumunda bu cephede yarı saydam bir yüzey oluşturacak ve iç mekana güneş ışığı kontrollü ulaşacaktır. Bu da kullanıcı açısından önemli bir tercih sebebi oluşturmaktadır.



Şekil 5.7 : Su duvarı uygulaması [16]

Malzeme 3: Metal

Metal malzeme iletkenliği ve kullanışlılığı açısından su duvarı sisteminde tercih edilir bir malzemedir. Suyun muhafaza ediliminden malzemenin kullanılabilirliğindeki kolaylıklara metal malzeme su duvarı için oldukça uygun bir malzemedir. Özellikle siyah gibi koyu renklerle boyandığı takdirde güneş ışınımı çok daha hızlı ve kolay toplaması malzemeyi su duvarı sistemi için uygun kılmaktadır. Metal malzeme iletkenliği kuvvetli bir malzeme olduğu için sistemde güneş ışınımını toplayıp suya aktarması kolay bir malzemedir. Suya aktarılan ısı, suyun depolama özelliğinden yararlanılarak bu bölümde muhafaza edilir. Bunun yanında iç mekandaki ısı değişimleri gözlemlendiğinde özellikle gece ısı düşmeleri olduğunda su duvarı sistemi devreye girerek depoladığı ısıyı iç mekana aktarır. Böylelikle yapıda enerji etkinliği sağlanmış olur.

Bunların yanı sıra, metal malzeme elastik bir malzeme olduğundan birçok form için de elverişli bir malzemedir. O yüzden sadece silindirik tüpler değil prizmatik formda oluşturulan tüplerle de su duvarı sistem uygulamaları mümkündür.

Şekil 5.8 ve 5.9’da gördüğümüz metal uygulamalı su duvarı örneklerinde gözlemlendiği üzere bir çok elverişli form özelliği ile genelde uygulamalarda metal malzeme tercih edilmektedir.



Sekil 5.8-5.9: Su duvarı uygulaması [16]

SONUÇ ANALİZ ÇİZELGESİ

MALZEME	SU DUVARININ UYGULANABİLİRLİĞİ	SONUÇ
PLASTİK	<i>Uygulanabilir</i>	Plastik, elastik bir malzeme olmasından dolayı kullanım kolaylığı sağlayacaktır. Fakat bunun yanında yıpranma süresi diğer malzemelerden daha kısa olduğunu varsayıp tercih edilirken dikkat edilmelidir. Fazla form seçeneğine elverişli değildir. Genellikle silindirik tüpler ile su duvarı sistemi plastik malzeme ile oluşturulur. İletkenlik katsayısı düşük olduğundan ısıyı iç mekana aktarırken zayıf bir malzemedir. dolayısı ile plastik malzeme ile istenilen tam verim alınamayabilir.
CAM YÜNÜ	<i>Uygulanabilir</i>	Cam yünü mekanda görsel estetiğin oluşması açısından su duvarı kullanımında tercih edilen bir malzemedir. Termal kütle görevi görmesinin yanı sıra yarı saydam bir yüzey oluşturup güneş ışınlarının süzülerek kontrollü bir şekilde iç mekana aktarılması sağlanır..
METAL	<i>Uygulanabilir</i>	Metal malzeme ısı iletkenliği yüksek olduğundan su duvarı sistemi için en uygun malzemedir. Metal malzeme ile güneş ışığının iç mekana aktarılması engellenmiş olup metal malzeme kullanılan su duvarı sistemlerinde yapay aydınlatmaya gerek duyulabilir.

Çizelge 5. 2 Trans Duvarını Alternatif Malzeme Açısından İrdeleme

5. 3. Trans Duvarını Alternatif Malzeme Açısından İrdeleme

Trans duvar sistemi ile ilgili yeteli literatüre ulaşamadığından, bu bölümde trans duvarı ile ilgili kapsam kısıtlandırılmıştır.

Trans duvar sistemi katmanlı bir sistem olduğundan ve katmanlarını su öğesinin oluşturduğu bir sistem olduğundan çok fazla malzeme alternatifi bulunmamaktadır. Malzeme alternatifi az olan bu duvar sistemi opak olmayan yüzeylerde bu sebepten tercih edilebilir. Bunun yanında, trans duvarı katmalı olmasından dolayı diğer duvar sistemlerine göre daha verimli bir sistem olmasının yanında şeffaf cam yüzeyler arasına doldurulan su ve yarı saydam bir malzeme ile suyu ayırıp duvarın katmanlaşmasını sağlamak, iç mekan ile dış mekan arasında yarı şeffaf bir yüzey oluşturacaktır. Bu yarı şeffaf yüzey iç mekanın dış mekan sıcaklığından etkilenmemesini ve iç mekanda sıcaklığın sabit tutulmasını sağlar.

Görsel olarak bu yarı şeffaf duvar elemanı bir çok fonksiyon için uygun bir yapı elemanı niteliği olacaktır.

Malzeme 1: Cam

Cam malzeme trans duvar sisteminde kullanılacak bir malzemedir. Bu yapı malzemesi ile trans duvarı mekanda güneş ışınımının süzülerek içeri alınmasını sağlarken gün boyunca üzerine düşen ısıyı su öğesine aktarır ve ısı burada depolanır. Yarı saydam bir malzeme ile katmanlara ayrılmış su ögesi içinde bu ısı depolanır ve iç mekanda sıcaklık düşmeye başladığında iç mekana verilir. Trans duvarı, yapıda termal kütle görevi görür.

5. 4. Termosifon Duvarını Alternatif Malzeme Açısından İrdeleme

Termosifon duvar kollektörleri hava akışı veya su akışı ile çalışan sistemlerdir. Bu yüzden çok fazla malzeme alternatifi olmamakla birlikte iletken, ısıyı aktarabilen malzemeler tercih edilmelidir.

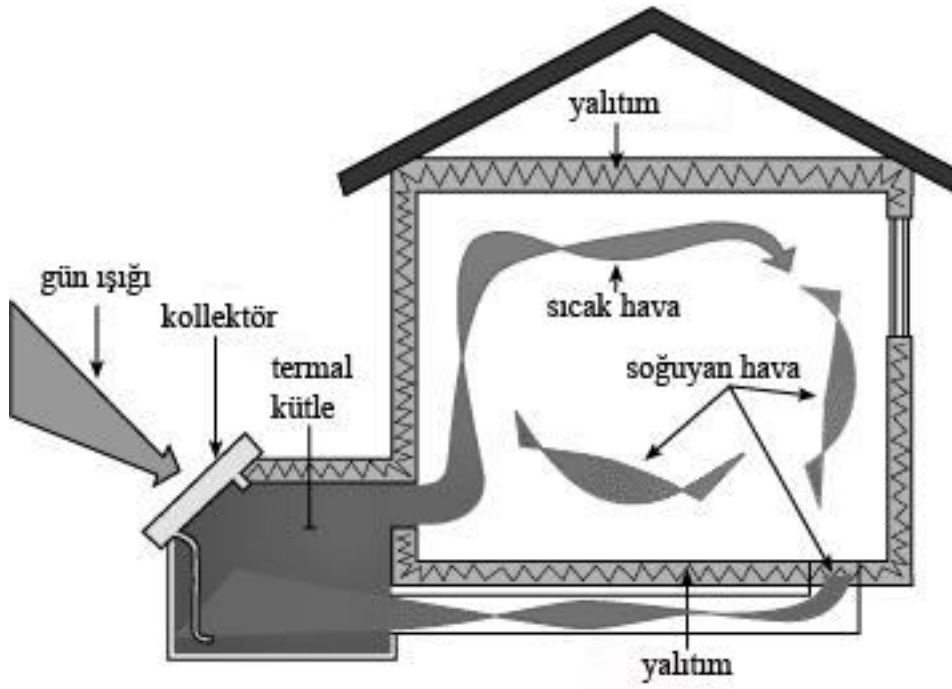
Malzeme 1: Cam

Cam yüzey kullanılması güneş ışınlarını doğrudan aktarması için ve sistemin bu sayede çalışması için uygun bir malzeme seçeneği olacaktır. Termosifon duvar sisteminde cam malzeme kullanılması, güneş ışınımına maruz kalan duvar elemanını toplayıcı bir ünite halinde çalışan ve mekana ısı aktarımını sağlayan bir eleman

halinde işlemini sağlayacaktır. Dolayısı ile cam malzeme kullanımı termosifon kollektör sistemi uygulamalarında oldukça sık karşılaşılan bir kullanımdır.

Malzeme 2: Metal

Şekil 5.10'da görüldüğü gibi metal kullanımı ısı iletkenliği açısından kuvvetli bir malzeme olmasından dolayı tercih edilmektedir. Termosifon kollektör sisteminde metal malzeme kullanımı ile güneş toplayıcı ünite üzerine düşen güneş ışınımından elde edilen ısı kazancı kolaylıkla diğer ünitelere dağıtılacaktır. Bu nedenle metal malzeme termosifon kollektör sisteminde tercih edilmektedir.[57]



Şekil 5.10: Termosifon kollektör sisteminde metal malzeme kullanımı [54]

BÖLÜM 6. YAPILARDA ENERJİ ETKİN DUVAR SİSTEMLERİNİN ÇOK KATLI YAPILARA UYGULANABİLİRLİĞİNİN İRDELENMESİ ve SİSTEM KESİTİ ÖNERİLERİ

Çalışmanın bu bölümünde vurgulanmak istenen, pasif sistemlerle üretilmiş enerji etkin duvar sistemlerinin çok katlı yapılara uygulanması halinde elde edilecek kazanımların önemini vurgulamaktır. Elde edilen tüm literatür araştırma ve irdellemeler sonucunda pasif sistemlerle üretilmiş duvar sistemlerinin enerji etkinliği sağlaması, beklenen özellikler göstermesi ve bunlar sonucunda çok katlı yapılara uygulanabilirliği irdelenmiştir. Ulaşılan sonuçlar doğrultusunda dört ayrı enerji etkin duvar sistem önerisi verilmiştir.

6.1. Duvar Sistemlerinin Çok Katlı Yapılara Uygulanabilirliğinin İrdelenmesi

Enerji etkin duvar sistemlerinin çok katlı yapılara uygulanabilirliğini araştırırken öncelikle bazı kriterler doğrultusunda bir irdeme yöntemine gidilmiştir. Sürdürülebilir bir sistem tasarısı için gerekli kriterlere uygunluk bu duvar sistemlerinin çok katlı yapılara uygulanması halinde enerji kazancı sağlayacaktır. Dolayısıyla ile, bu sistemlerin genel olarak çok katlı yapılara uygulanabilirliğinin, dünya geleceği açısından önemli bir yer tutan enerji sorununa ne kadar cevap sunabileceği irdelenmiştir.

6.1.1. Enerji etkinliği sağlaması

Günümüzde yapısal sistemler dünya enerji kaynaklarının çok büyük bir kısmını tüketmektedir. Dolayısıyla ile tükenen enerji kaynakları sonunda sistemleri kullanılamaz hale getirecektir. Oysa ki enerji etkin sistemler doğal enerji kaynaklarını kullanarak çalışan sistemlerdir. Buradan yola çıkarak varılacak sonuç şudur ki, enerji etkin duvar sistemleri enerji etkinliği sağlayan sistemlerdir ve bu sistemlerin çok katlı yapılara uygulanması halinde enerji etkin yapılar üretilmesini sağlayacaktır.

Hızla ilerleyen yapılaşma hızlı bir enerji tüketimini beraberinde getirmektedir. Yapılaşmanın dikey doğrultuda gelişmesi, artan nüfus ve diğer birçok faktör çok katlı bir yapılaşma sisteminin geleceğin mimari zorunluluklarından biri olduğunun göstergesidir. Enerji etkin duvar sistemleri, yapılarda ısıtma enerjisinden tasarruf sağlayan eleman olarak çok katlı yapılara uygulandığında günümüz ve geleceğin sorunu olan cephe kaynaklı enerji harcama sorununa çözüm sunacaktır. Çözüm ise sistemlerin oldukça basit ve doğal enerji kaynaklarına yönelim ile çalışması ve güneş gibi tükenmeyecek doğal enerji kaynağından maksimum verim sağlayarak yapılarda enerji etkinliği sağlamasıdır.

Sonuç olarak, enerji etkin duvar sistemlerinin çok katlı yapılara uygulandığında, yapıda enerji tasarrufu ve ekonomiklik getirecektir. O halde, özellikle ülkemizde enerji tüketim birimleri haline dönüşmekte olan ve sayısı gün be gün artan çok katlı yapılarda enerji etkin duvar sistemlerinin kullanımı sağlanmalıdır. Bu sayede sistemlerin avantajlarından maksimum yararlanmak mümkün olacaktır.

6.1.2. Çevre dostu yapılaşmanın desteklenmesi

Enerji tüketimi ülkenin gelişmişlik düzeyinin göstergesi halindedir. Bu da demek oluyor ki fosil kaynaklı enerji kullanımının artışı ülkelerin gelişmesinde engel niteliği taşımaktadır. Tüketilen enerjinin büyük çoğunluğunun yapı kaynaklı olduğu gözlemlendiğinde yapıların sürdürülebilir anlayış çerçevesinde tasarlanması neredeyse zorunlu bir hal almaktadır. Yapılarda ısıtma enerjisinde kullanılan fosil yakıtlar enerji tüketimini hızlandırmakta bu da ülkemiz ve dünya enerji kaynakları için bir tehdit niteliği taşımaktadır.

Enerji etkin duvar sistemleri ile tasarlanan yapılar ısıtma enerjisi için doğal enerji kaynağı olan güneş enerjisini kullanmaktadır. Güneş enerjisinden maksimum faydalanma prensibi ile çalışan bu sistemler dünyada en önemli sıraya oturan enerji sorununa çözüm geliştirebilecek nitelik taşırlar. Dolayısı ile fosil kaynaklı yakıtlar ile oluşacak çevre sorunlarına da çözüm üretebilecek bu duvar sistemleri çevre dostu yapı üretilmesini destekleyecektir.

Enerji tüketiminin ve çevreye verilen zararın büyük çoğunluğunun yüksek yapılaşma olduğu göz önünde tutulduğunda enerji etkin duvar sistemlerinin çok katlı yapılara uygulanması halinde çevre dostu yapılaşmanın desteklenmesi gerçekleşecek ve aynı

zamanda geleceğin önemli problemlerinden birine çözüm niteliği taşıyacak sistemlerin oluşturulmasında ve bunların geliştirilmesinde bir ön tasarım aşaması gerçekleşmiş olacaktır.

6.1.3. Temiz ve ideal koşulları kullanıcıya sunma

Enerji etkin duvar sistemlerinin çalışma prensipleri tamamen doğal enerji kaynaklarına yönelimli çalışması ve kullanıcı konfor koşullarının esas alınmasıdır. Tüm bu sistemlerin çalışması iç mekana ideal sıcaklığın sağlanmasına yöneliktir. Böylece ısıtma enerjisinden tasarruf sağlanırken kullanıcı için ideal ortamın sağlanmasının göz ardı edilmemesi öncelikli tasarım koşuludur. Ancak bu koşulların sağlandığı durumlarda enerji etkin duvar sistemlerinden verim alınabildiği söylenebilir.

Enerji etkin duvar sistemlerinin tasarımı ve uygulaması mekanda ideal sıcaklığı minimum enerji harcamasıyla elde etmeye dayalıdır. Mekanda uygun sıcaklık kullanıcı için ideal koşulların sağlanmasında ideal koşullardan birisidir. Mevsimlere ve iklime göre dengelilik göserebilen enerji etkin duvar sistemleri iç mekanda sıcaklık değişimlerini minimuma indirerek kullanıcı için ideal koşulların oluşmasını destekler niteliktedir.

Tüm bunların yanında, kullanılan bu sistemlerle mekanda hava sirkülasyonu desteklenir ve kullanıcı devamlı aynı havayı teneffüs etmektense sürekli değişen temiz havayı teneffüs eder. İç mekanda sağlıklı bir hava oluşması böylece sağlanmış olur.

6.1.4. İleri teknoloji yaratma

İleri teknoloji yaratan enerji etkin sistemler üretmek geleceğe dönük, ekolojik ve sürdürülebilir yapıların çoğalması ve üretimi açısından oldukça önemlidir. Bu yüzden, tasarlanan duvar sisteminin de teknolojiyle ne kadar uyumlu olduğu çok katlı yapılara uygulanabilirliği açısından ele alınacak kriterlerden birisidir. Güneş enerjisinden maksimum fayda sağlayan enerji etkin duvar sistemi, çok katlı yapıya uygulandığında aktif sistemlere minimum ihtiyaç duyarak ileri teknoloji yaratan bir sistem oluşturmaktadır.

İleri teknoloji yaratmak, günümüz gelişen gereksinimlerini maksimum düzeyde karşılamakla birebir örtüşmektedir. Isınma gereksinimi kullanıcı açısından en önemli

koşullardan birisidir. Bu yüzden yükselen yapılarda bu gereksinimi karşılamak için aktif sistemlerden faydalanılmaktadır.

Aktif sistemler her ne kadar kullanıcı için ideal ortam sıcaklığını sağlamada çok etkili olsa da, enerji tüketimi açısından yapıda dezavantaj sağlamaktadır. Gelişen teknoloji ile bir çok verimli aktif sistemin oluşturulması sağlandığı halde doğal enerji kaynakları ile ısıtma enerjisinden tasarruf sağlayarak kullanıcı için ideal koşulları sunma yapının sağlıklı oluşunu ve kullanıcı açısından tercih edilebilirliğini arttırmaktadır.

Dolayısı ile ileri teknoloji yaratan sistemler olarak doğal enerji kaynakları ile çalışan ve aktif sistemlerin yanında yapılarda enerji etkinliği sağlayarak avantaj sağlayacak enerji etkin duvar sistemlerinin çok katlı yapılara uygulanması halinde yapılarda ileri teknoloji yaratan sistemlerin oluşturulmasını sağlamış olacaktır.

6.1.5. Sürdürülebilir yapılaşmayı destekleme

Sürdürülebilir mimari, geleceğin problemlerine de değinecek yapıların üretilmesi için önemli bir mimari anlayıştır. Bu yaklaşım ile tasarlanan yapılar uzun ömürlü ve dünya için sağlıklı yapı birimlerinin oluşturulmasını ve üretimini destekler.

Sürdürülebilir mimari anlayış çerçevesinde enerji etkin birimlerin desteklemesi ve bu birimlerin üretiminin gerçekleşmesi dünya geleceği için gerekliliktir.

Enerji etkin duvar sistemlerinin yapılarda uygulanması özellikle geleceğin yapıları olarak öngörülen çok katlı yapılarda uygulanması ve bu uygulamaların teşvik edilmesi halinde sürdürülebilir yapılaşmanın da desteklenmesi sağlanmış olacaktır.

Enerji etkin duvar sistemleri, sürdürülebilir anlayış çerçevesinde tasarlanmış ve uygulandıkları yapıda uzun ömürlü kullanım sağlayacak sistemlerdir.

6.2. Enerji Etkin Duvar Sistem Kesiti Önerileri

Çalışmada incelenen enerji etkin duvar sistemlerinin az katlı yapılara uygulandığı gözlemlenmiştir. Günümüz mimarisi ise yükselen yapılardan oluşmaktadır, bu durum aslında çağımızın gereksinimlerini karşılamak için sık kullanılan bir çözüm türüdür. Az katlı yapılarda uygulanan ve ülkemizde yok denecek kadar az örneğine rastlanan enerji etkin duvar sistemleri çok katlı yapılara uygulaması için çalışmanın gerekli sistem kesiti önerileri üretilmiştir.

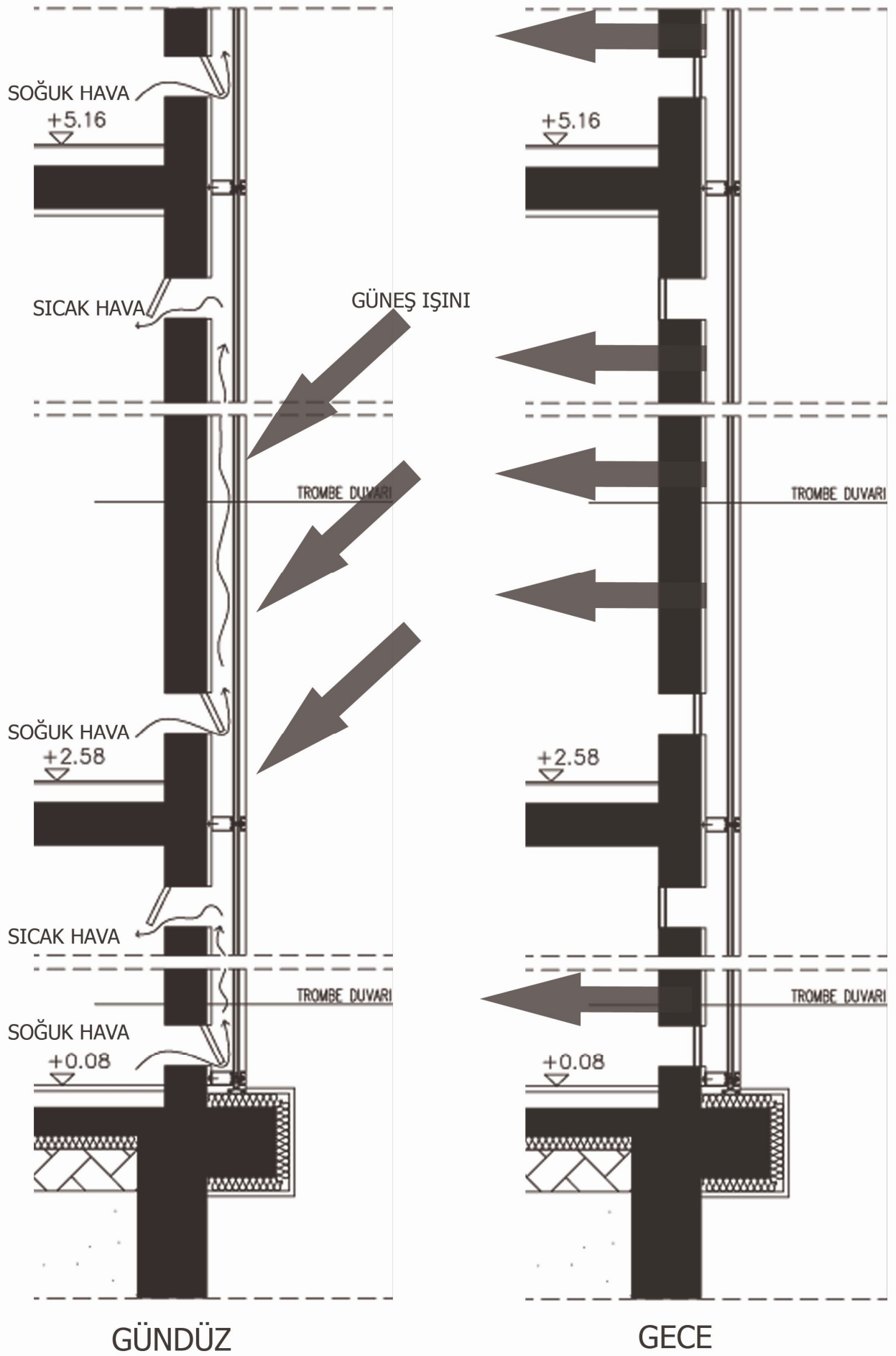
6.2.1. Çok katlı yapılarda trombe duvarı uygulama önerisi

Yüksek katlı yapılarda opak bir duvar yüzeyi önüne boşluk bırakılarak yerleştirilen cam yüzey ve katlar arası opak yüzeyde açılacak menfezler sayesinde duvardan trombe duvar davranışı beklememiz mümkündür. Buradan yola çıkarak enerji etkinliğini sağlamak adına yapılarda iyileştirme önerisi olarak trombe duvar uygulaması sağlanabilir. Şekil 6.1’de de gözlemlendiği üzere, trombe duvarının çok katlı yapılara uygulanabilirliğinde giydirme cephenin önüne uygulanan opak yüzeyler sayesinde cepheden enerji etkiliği sağlanması beklenebilir. O halde, çok katlı yapılarda trombe duvarı uygulamaları ve/ veya iyileştirmeleri yapılarak yapıları enerji etkin kılmak mümkündür.

Gün boyunca giydirme cephe olan cam yüzeye gelen güneş ışınları opak yüzey ile ca arasında oluşturulan boşluk ile duvara aktarılır. Burada depolanan ısının bir kısmı ise opak yüzeyde açılan menfezler sayesinde iç mekana aktarılır. İç mekandaki soğuk hava alçalarak alt menfezden boşluğa aktarılır iken ısınan hava yükselerek üst menfezden içeri verilir. Böylece, bu cepheden ısı kazanımı sağlanması beklenmelidir. Çünkü cephe, trombe duvar sistemine dönüştürülmüş dolayısı ile termal küle görevi görmüş olur.

Gece olduğunda, menfezler kapatılır ve opak yüzeyde depolanan ısının iç mekana verilmesi sağlanır. Böylece, yapıda ısıtma enerjisinden tasarruf sağlanır ve yapıyı ekonomik kılar.

Şekil 6.1’de trombe duvarının çok katlı yapılara uygulama önerisi için detay çözümü, gece ve gündüz davranışları açıklanarak verilmiştir.



Şekil 6.1 : Trombe duvarının çok katlı yapılara uygulama önerisi için detay çözümü

6.2.2. Çok katlı yapılarda su duvarı uygulama önerisi

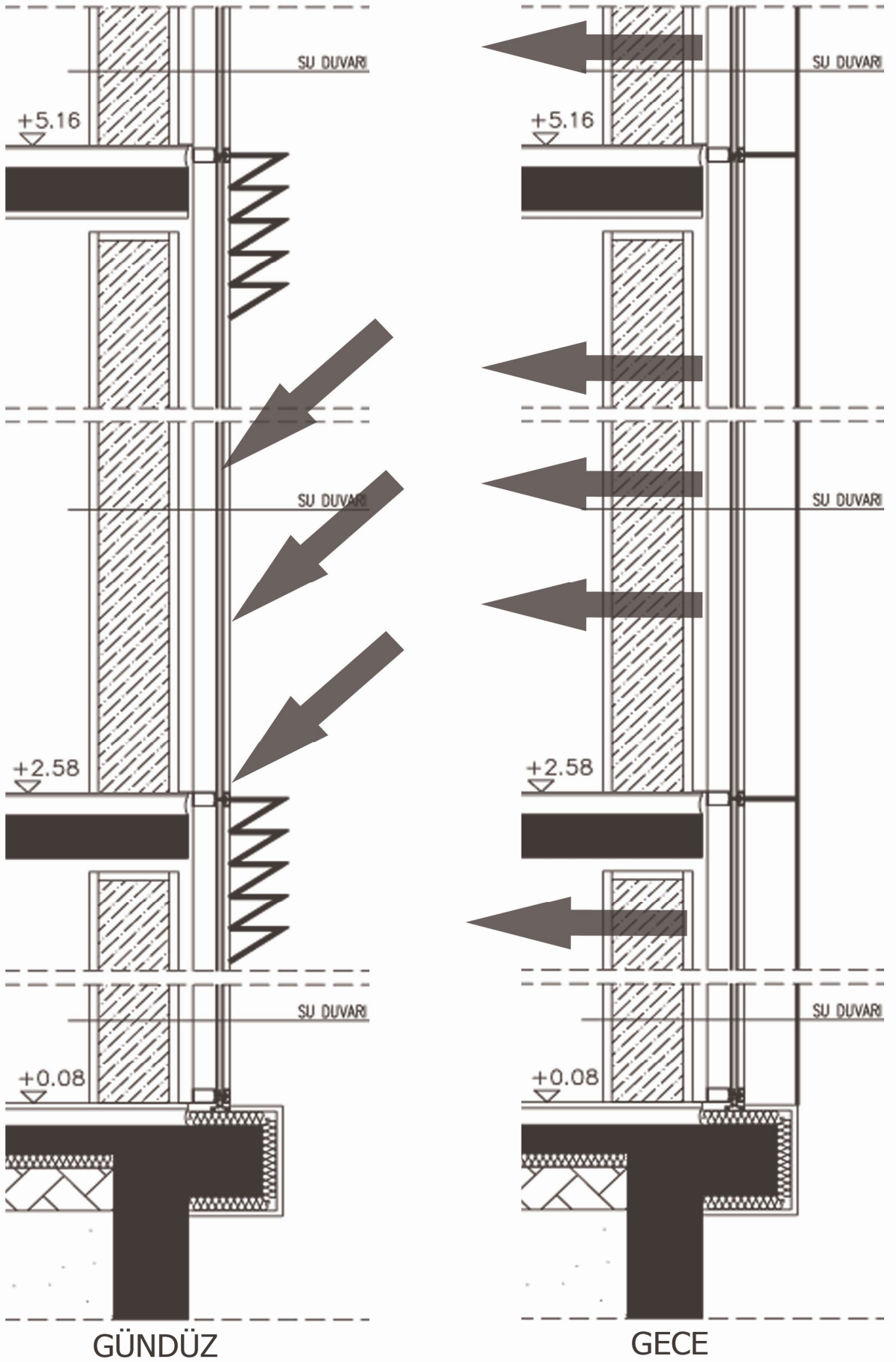
Geniş bir cam yüzeye sahip yüksek yapıda katlar boyunca cam yüzeyin arkasına yerleştirilecek içi su dolu tüpler sayesinde o yüzeyin su duvarı davranışı sergilemesi beklenir. Dolayısı ile yapı güneş enerjisinden faydalanır bir hal alır. Bu durumda yapının ısıtma maliyetinde düşme gözlemlenmelidir. Yapı daha ekonomik ve enerji etkin bir hal alır. [Bknz. Şekil 6.2]

Gün boyunca cam yüzeye gelen güneş ışınları bu yüzeyin arkasına yerleştirilen su tüplerine iletilir. Burada, su ögesinin depolayıcılık özelliği ile ısı depolanır. Bir kısmı ise iç mekana dağıtılır. Yüzeyden su duvarı davranışı sergilemesi beklenir.

Gece olduğunda ise su tüplerinde depolanan ısının iç mekana iletilmesini sağlamak amacı ile cephede uygulanan ve gün içerisinde açık tutulan güneş kırıcılar kapatılır ve cephe ile dış mekan ilişkisi kesilmiş olur. Böylece, gün boyunca depolanan ısı iç mekana aktarılır ve iç mekandaki ısının sabitliğinin korunması beklenir.

Su duvarı ile cephelerde yapılan iyileştirmeler sayesinde yapıda enerji tasarrufu sağlanır ve bu durum ile yapının ısıtma ekonomisine katkıda bulunur. Su duvarı güneş enerjisinden maksim fayda sağlar ve yapıyı enerji etkin kılması beklenebilir.

Şekil 6.2'de su duvarının çok katlı yapılara uygulama önerisi için detay çözümü, gece ve gündüz davranışları açıklanarak verilmiştir.



Şekil 6.2 : Çok katlı yapılarda su duvarı uygulama önerisi için detay çözümü

6.2.3. Çok katlı yapılarda trans duvar uygulama önerisi

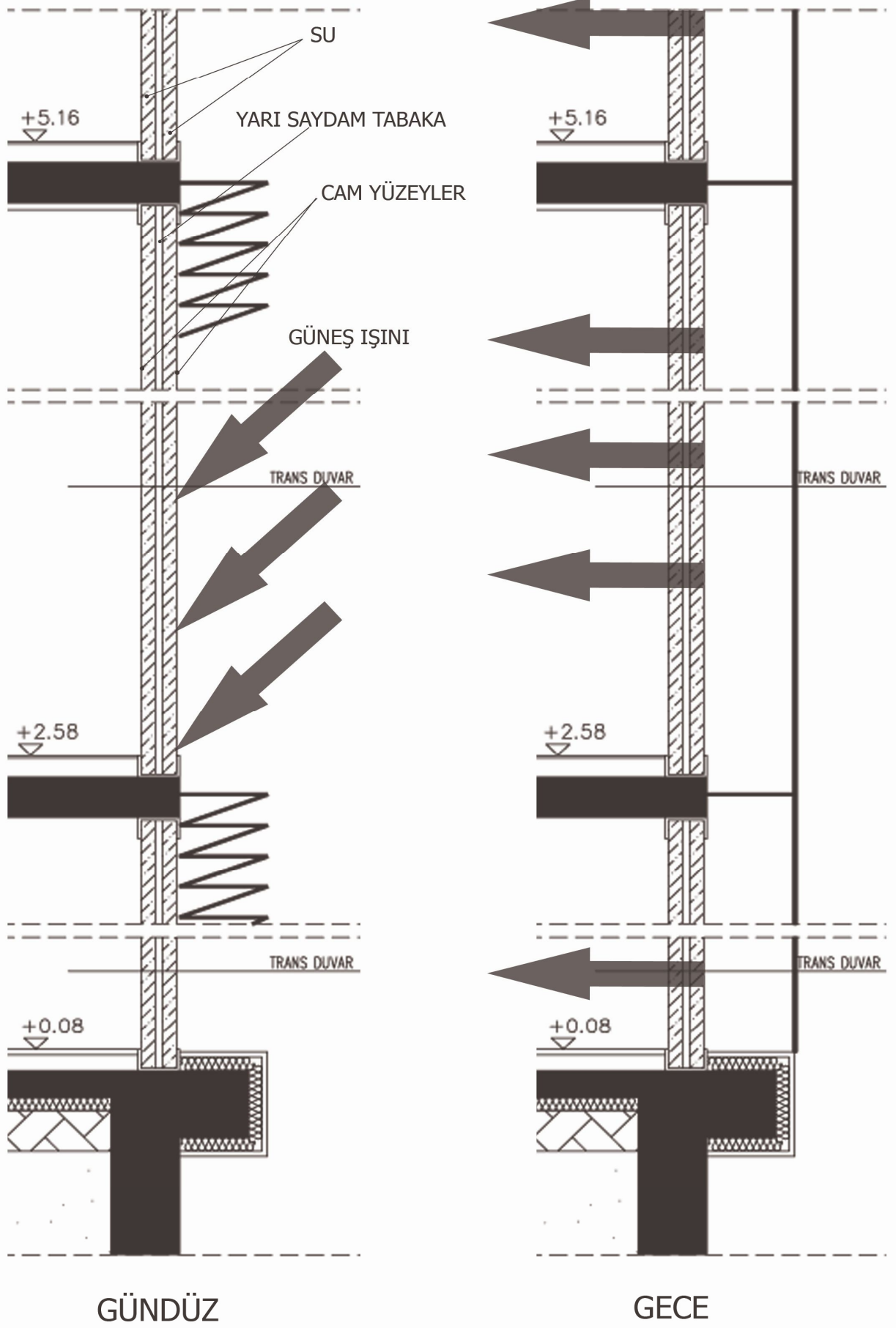
Trans duvar sisteminin çok katlı yapılara uygulanabilirliğinde beklenen, yüksek katlı yapılarda cam yüzeyin tamamen trans duvar olarak tasarlanıp uygulanması ve böylece bu yüzeyin termal kütle etkisi göstermesidir. Yapı güneş enerjisinden faydalanır, böylece enerji harcama maliyetlerinde düşme gözlemlenmesi kaçınılmazdır.

Trans duvar sisteminin çok katlı yapılara uygulanması durumunda gün boyunca güneş ışınlarını toplayan cam yüzeyler ısı enerjisinin bir kısmını iç mekana aktarırken bir kısmını ise katmanlar arasında depolar. Bu depolama işlemi sayesinde yüzeyin termal kütle görevi görmesi beklenir.

Gece olduğunda ise, Güneş kırıcı görevi gören dış panjur kapatılarak yüzeyin dış mekan ile ilişkisinin kesilmesi sağlanır. Dış mekan ile ilişkisi kesilen yüzey gün boyunca katmanlar arasında depoladığı ısıyı iç mekana vermesi beklenir. Dolayısı ile iç mekanda ısıtma enerjisinden tasarruf sağlanır.

Trans duvarın çok katlı yapılara uygulanması yapılarda enerji etkinliğini sağlaması beklenir. Dolayısı ile yapıda ekonomiklik de beraberinde sağlanmış olmalıdır.

Şekil 6.3'de trans duvarın çok katlı yapılara uygulama önerisi için detay çözümü, gece ve gündüz davranışları açıklanarak verilmiştir.



Şekil 6.3 : Çok katlı yapılarda trans duvarın uygulama önerisi için detay çözümü

6.2.4. Çok katlı yapılarda termosifon duvarı uygulama önerisi

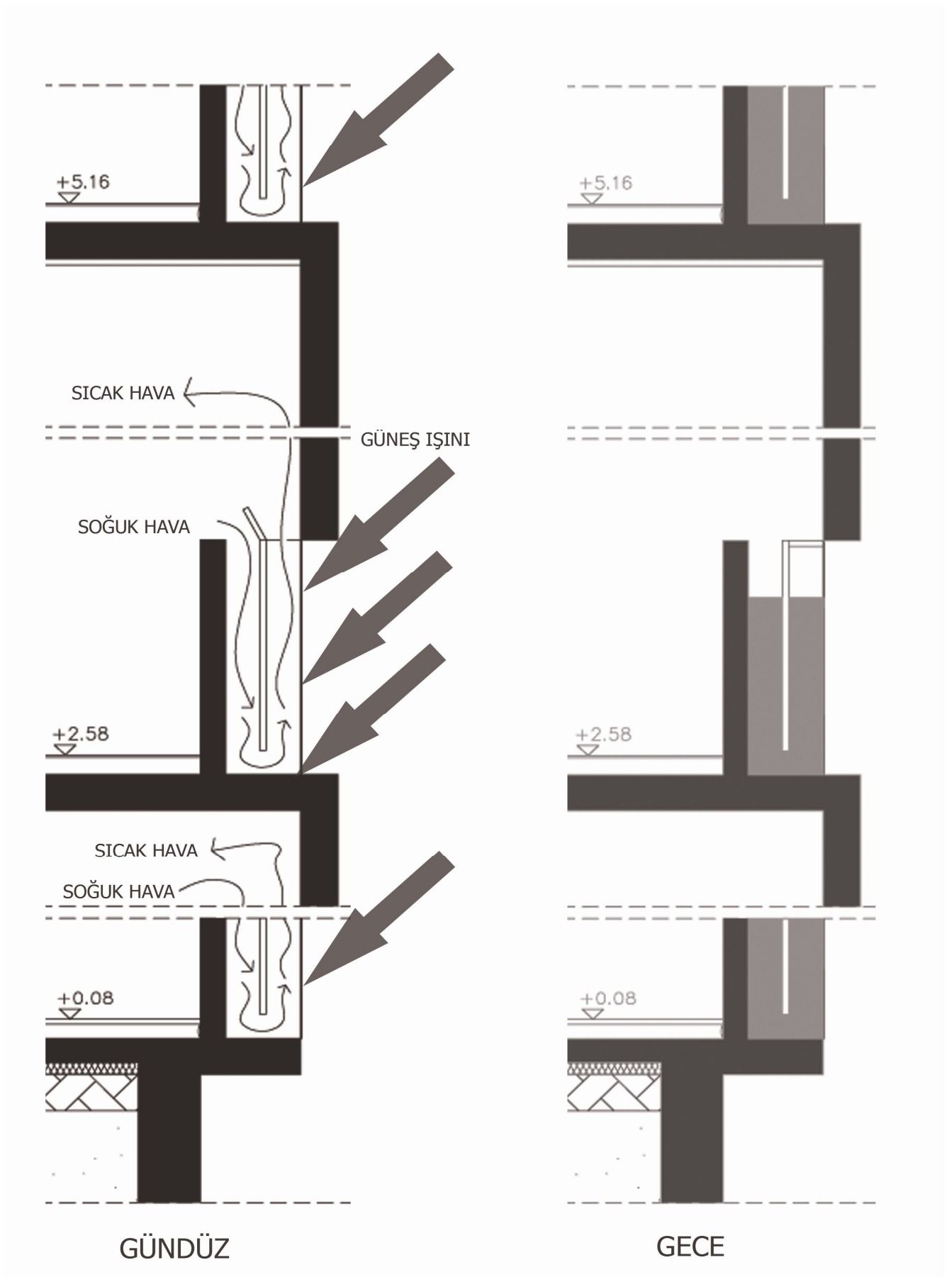
Termosifon duvarının çok katlı yapılara uygulanabilirliğinde, cam yüzeylere uygulanan U tüpü kolektör sistemi sayesinde duvar, güneş enerjisinden yararlanarak ısıtmayı sağlar duruma gelir. Bu durumda yapıda enerji etkinliğinden söz edebiliriz.

Termosifon duvarı uygulamasının gerçekleştirilebilmesi durumunda, cephede oluşan duvar yüzeyi gün boyunca güneş ışınımına maruz kalır. Termosifon kolektörünün olduğu bölge cephede güneş ışınlarını toplar ve sistem içerisinde ısınan hava yükselerek iç mekana verilirken iç mekandaki soğuk hava çökerek ısınması için hazneye alınır. Bu sirkülasyonun gün boyunca devam etmesi beklenir.

Gece olduğunda ise termosifon duvarının haznelerini iç mekan ile buluşturan kapak kapatılır ve tüp içerisinde soğuk havanın çökmesi sağlanır. Böylece sıcak havanın iç mekanda kalması ve mekandaki ısıtma enerjisinden tasarruf elde edilmesi beklenir.

Termosifon sistemin çok katlı yapılara uygulanması halinde yapay ısıtmaya gereksinim azalması böylece sistem doğal enerji kaynağından ısı kazanımı sağladığı için yapıyı ekonomik kılmaması beklenir.

Şekil 6.4'te termosifon duvarının çok katlı yapılara uygulama önerisi için detay çözümü, gece ve gündüz davranışları açıklanarak verilmiştir.



Şekil 6.4: Çok katlı yapılarda termosifon duvarı uygulama önerisi için detay çözümü

BÖLÜM 7. SONUÇ VE ÖNERİLER

Ülkemizde enerji sorunu gittikçe daha da ciddi bir boyut kazanırken yapılaşma da artmakta ve yüksek yapı uygulaması hızlanmaktadır. Dolayısı ile, enerji problemi dikkate alınmadan tasarlanan yapılar nedeni ile ülkemiz enerji kaynakları da benzer nedenlerle tüketilmektedir. Oysa yapısal çözümler, doğal enerji kaynaklarına yönelim ile çözüme kavuşturulabilirken Türkiye’de hala enerji etkin yapı örneklerine çok az rastlanabilmektedir.

Yapıda duvar, yapı için çok önemli bir elemandır. Yapı cephesinde ise duvar, sadece iç mekan ile dış mekanı ayırıcı bölme olarak değil, çok çeşitli görevler üstlenmektedir. Özellikle ülkemizde çoğu yapı uygulamasında duvar elemanı gerekli önemi görmemektedir. Bundan dolayı yapı mekanlarındaki ısı kayıpların büyük bir kısmı cephedeki duvar elemanlarından oluşmaktadır. Dünya enerji kaynaklarının gitgide azaldığı ve günümüz koşullarında mimari sorumluluk ile yapı cephesindeki duvar elemanından kaynaklı enerji kayıplarını önleme de öncelikle yol, doğal enerji kaynaklarına yönelmekle başlayacaktır. Duvar, yapıyı güneş ile buluşturan önemli bir elemandır. Öyle ki, güneş enerjisinden maksimum fayda sağlamanın yolları yine güneş enerjisinden elde edilen ısı kazanım sistemleri ile sağlanacaktır. Duvar elemanı dolaylı ısı kazanım sistemleri ile oluşturulduğunda yapıda güneş enerjisinden maksimum fayda sağlayabilen bir eleman olup yapıdaki enerji tasarrufunu önemli ölçüde destekleyebilir.

Günümüz mimari gereksinimleri doğrultusunda şehirler kalabalıklaşmakta, yapılar çoğalmakta ve daha fazla yükselmektedir. Bu gereksinimlerin sonucunda enerji harcamaları çoğalmış ve enerji problemi kaçınılmaz hal almıştır. Soruna çözüm arayışları içinde, pasif sistem uygulamalarının çok katlı yapılara uygulanabilirliği irdelenmiş, ve güneş ışınımından maksimum fayda sağlayan cephe elemanı olan duvar elemanı, dolaylı sistemlerle tasarlandığında yüksek yapılarda da enerji tasarrufunu sağlayabileceği gözlemlenmiştir.

Yüksek yapılarda enerji tasarrufu sağlayabilecek duvar, tasarım sürecinde ele alınmalıdır. Yapıdaki mekan fonksiyonları, iklim, yönelim ve diğer etmenler değerlendirilerek uygun enerji etkin duvar sistemi seçilerek, enerji etkinliği sağlamada destek oluşturacak ve sürdürülebilir cevaplar sunacak nitelikte yapılar oluşturulabilir.

Ülkemizdeki ekonomik kalkınma açısından da pasif sistemlerin özellikle çok katlı yapılara uygulanması oldukça önem taşımaktadır. Enerji etkin duvar sistemleri çok katlı yapılara uygulandığı takdirde elde edilecek ısı kazanımları enerji tasarrufu oluşturarak ülke ekonomisine katkı sağlayacaktır.

Günümüz teknolojisi ve zamanın gereksinimleri ile yeni tasarım stratejilerinin geliştirilmesi, kullanılır hale getirilip yaygınlaştırılması; yapıları enerji etkin kılmaya yönelik olduğu ölçüde ülkemizdeki mimari kaynaklı pek çok sorun da dolaylı olarak azacak, belki de tamamen ortadan kalkabilecektir.

Günümüz teknolojisi ve zamanın gereksinimleri ile yeni tasarım stratejileri geliştirilmelidir. Bu stratejiler yapıları enerji etkin kılmaya yönelik olmalıdır. Aksi takdirde enerji problemi ülkeyi tehdit edecek dereceye gelecektir. Bu tasarım stratejisinin yaygınlaşması durumunda ülkedeki mimari kaynaklı birçok sorun ortadan kalkacaktır.

Çalışmada incelenen enerji etkin duvar sistemlerinin çok katlı yapılara uygulama olanakları irdelenebilir. Bu duvar sistemlerinin maksimum kaç kata kadar uygulanabileceği atmosfer koşulları dikkate alınarak incelenmelidir.

Çalışmada geliştirilmiş enerji etkin duvar sistem detaylarının laboratuvar ortamında modelleri yapılarak elde edilecek kazanımların sayısal sonuçlarına ulaşılmalıdır.

Enerji duvar sistemlerinin yüksek katlı yapılarda rüzgar emme kuvveti ve rüzgar etkisi cephenin yön durumuna göre hesaplanmalıdır.

Çalışmada enerji etkin duvar sistemlerinin maliyet hesapları yapılmamıştır. Bu düzeyde yeni bir çalışmada sistemlerin maliyet hesapları yapılmalıdır.

Çalışmanın beşinci bölümünde, incelenen duvar sistemleri kullanılacak malzemeler açısından irdelenmiştir. Bu düzeyde gerçekleştirilecek yeni bir çalışmada duvar sistemleri malzeme açısından çeşitlendirilmelidir. Ayrıca sistemlere iklim durumuna göre hangi malzemenin uygun olduğu belirlenmelidir.

KAYNAKLAR

- [1] **Çetiner, İkbal**, Şubat 2002: Çift Kabuk Cephelerin Enerji ve Ekonomik Etkinliğinin Değerlendirilmesinde Kullanılabilecek Bir Yaklaşım, Mimarlık Ana Bilim Dalı Yapı Bilgisi Yüksek Lisans Programı, Doktora Tezi
- [2] **Lang, Werner and Hezog, Thomas**, 2000: Using Multiple Glass Skins to Clad Buildings, Architectural Record
- [3] **Foster, Norman**, Mimarlık ve Sürdürülebilirlik, Yapıda ekoloji, Yapı Dergisi, Kasım 2007
- [4] **Sev, Aysın**, 2009: Sürdürülebilir Mimarlık, Yapı Endüstri Merkezi, YEM Yayın-155
- [5] **Eryıldız, Demet**, 2007: Güneşle Tasarımın ilkeleri, Yapı Dergisi
- [6] **TÜBİTAK**, 2003: Enerji ve Dogal Kaynaklar Paneli, Ön Rapor, Ankara
- [7] **Göksal, Türkan**, 1998: Mimaride Güneş Enerjisi, Anadolu Üniversitesi Yayınları NO.1041, Eskişehir, Türkiye
- [8] **Koca, Özlem**, 2006: Sıcak kuru ve sıcak nemli iklim bölgelerinde enerji etkin yerleşme ve bina tasarım ilkelerinin belirlenmesine yönelik yaklaşım, İstanbul Teknik Üniversitesi, Mimarlık Anabilim Dalı, Fiziksel Çevre Kontrolü programı Yüksek Lisans Tezi, İstanbul
- [9] **Zeiher, L., C.**, 2000: The Ecology of Architecture, Watson – Guptill Publications, Newyork, s.81
- [10] **Kutlutan, Rıdvan, Aziz**, Ocak- 2003: Küresel Mimarlık, s.45
- [11] **Volkan, Onur**, 1994: Sıcak İklim Bölgeleri için Enerji Etkin Kabuk Elemanı Dizaynında Kullanılabilecek Bir Yaklaşım, İstanbul Teknik Üniversitesi, Mimarlık Ana Bilim Dalı, Yapı Bilgisi Programı Yüksek Lisans Tezi
- [12] **Nebel, Sick, Uhl, Dieter**, 2003: Evolution and Function of Leaf Venation Architecture, Architectural Review
- [13] **Balcomb, J., D.**, 1992: Passive Solar Buildings, The MIT Press, Massachusetts
- [14] **Sezer, Filiz Şenkal**, 2005: Türkiye’de Isı Yalıtımın Tanımı ve Konutlarda Uygulanan Dış Duvar Isı Yalıtım Sistemleri, Uludağ Üniversitesi Mühendislik-Mimarlık Fakültesi Dergisi, Cilt 10, Sayı 2
- [15] **Moore, Fuller**, 1993: Environmental Control Systems, McGraw – Hill Inc.
- [16] **Brainbridge, David A.**, 1981-2005: A Water Wall Solar Design Manual: For environmentally responsive buildings that increase comfort, save money, and protect the environment, USA

- [17] **Erengözgin, Çelik**, Mayıs 2001: Enerji Mimarlığı, Yapı Dergisi, Sayı 234
- [18] **Brock, Linda**, 2005: Designing the Exterior Wall: An Architectural Guide to the Vertical Envelope, John Wiley&Sons, Inc.
- [19] **Esin, Tülay**, 2000: Yapılarda Pasif Tasarım Yöntemleriyle Yenilenebilir Enerji Kullanımı, Gebze Yüksek Teknoloji Enstitüsü, Mimarlık Bölümü
- [20] **Michael M. Sizemore, AIA, Henry O.Clark, AIA, William S.Ostrander, PE**, 1979: Energy For Buildings, Tje American Institute of Architects, USA
- [21] **Dorota, A. Chwieduk**, 12 May 2008: Some Aspects of Modelling the Energy Balance of a Room in Regard to the Impact of Solar Energy, Associate Editor Matheos Santamouris
- [22] **Manioğlu, G., Yılmaz, Z.**, 7 November 2007: Energy Efficient Design Strategies in the Hot Dry Area of Turkey, Istanbul Technical University, Faculty of Architecture, 34437 Taşkışla, İstanbul
- [23] **Fernandez, John E.**, 2007: Materials For Aesthetic, Energy Efficient and Self Diagnostic Buildings, Department of Architecture, MIT Building Technology Program, Massachusetts Institute of Technology, Cambridge, MA 02139, USA.
- [24] **Husain H. Alzoubi; Abdulsalam A. Alshboul**, 2009: Low Energy Architecture and Solar Rights: Restructuring Urban Regulations, Department of Arhitecture, University of Science and Tehcnology, Irbid, Jordan; University of Jordan, 11942 Amman, Jordan
- [25] **Watson, Donald, FAIA, Kenneth Labs**, 1983: Climatic Design, Energy Efficient Building Principles and Practices, McGraw-Hill Book Campany
- [26] **Badescu, Viorel; Dan Staicovici, Mihail**, 2005: Renewable Energy for Passive House Heating Model of the Active Solat Heating System, Bucharest, Romania
- [27] **Kontoleon, K.K.; Bikas, D.K.**, 2006: The Effect of South Wall's Outdoor Absorption Coefficient on Time Lag, Decrement Factor and Temperature Variations, Department of Civil Engineering, Laboratory of Building Construction & Physics, Aristotle University of Thessaloniki (A.U.Th.), Thessaloniki, Greece
- [28] **Koçu, Nazım, Dereli, Mustafa**, 2007: Yapılarda Güneş Enerjisi Kullanımı ve Önemi, Selçuk Üniversitesi, Mühendislik-Mimarlık Fakültesi Mimarlık Bölümü, Kampüs, Konya
- [29] **Koçlar, Gül, Akşit, Filiz**, 2001: TS 825 Isı Yalıtım Yönetmeliği'nin Konutlarda Isı Korunumu Açısından Değerlendirilmesi, Makine Mühendisleri Odası, İstanbul
- [30] **Manioğlu, Gülten**, 2005: Isıtma Sisteminin İşletme Biçiminin Bina Kabağuna Bağlı Olarak Isıtma Enerjisi Ekonomisi Açısından Belirlenmesi, Tesisat Mühendisliği Dergisi, Sayı 85, s. 7-16

- [31] **Şerefhanoglu Sözen, Müjgan**, 2001: Yapı Kabuğunda Isı ve Ses Yönünen Denetim – Konfor İlişkisi, YTÜ Mimarlık Fakültesi, Yapı Fiziği Anabilimdalı, Tesisat Mühendisliği Dergisi, s. 34-35
- [32] **M.S. Sodha, N.K Bansal, P.K Bansal, A. Kumar, M.A.S Malik**, 1986: Solar Passive Building, Science & Design, Pergamon Press, International Series on Building Environmental Engineering, Volume 2, Series editor: D. Croome, University of Bath, England
- [33] **Berköz, Eşher**, 1983: Güneş Işınımı ve Yapı Dizaynı, İ.T.Ü Mimarlık Fakültesi Baskı Atölyesi, İstanbul
- [34] **Miller, Mark R.; Miller, Rex; Baker, Glenn E.**, 2004: Carpentry & Construction, McGraw Hill
- [35] **Wachberger, Michael**, 1988: Güneş ve Konut, Yaprak Kitapevi, Ankara
- [36] **Fisk, Marian Jacobs; Anderson, H.C.W**, 1982: Introduction to Solar Technology
- [37] **Hestnesi, Anne Grete**, 1999: Building Integration of Solar Energy Systems, Faculty of Architecture, Planning, and Fine Arts, Norwegian University of Science and Technology, Norway
- [38] **Raman, P.; Manda, Sanjay; Kishore, V.V.N.**, 1998: A passive Solar System for Thermal Comfort Conditioning of Buildings in Composite Climates, Tata Energy Research Institute, India
- [39] **Wagner, Willis H.; Smith, Howard Bug**, 2000: Modern Carpentry: Building Construction Details in Easy to Understand Form, USA
- [40] **Therelkeld, J.L.**, 1970: Thermal Environmental Engineering, New Jersey: Prentice-Hall, Inc.
- [41] **Özgen, N. Nazım**, 1990: Güneş Enerjisinden Isıtmada Yararlanma, İstanbul Teknik Üniversitesi, Mimarlık Anabilim Dalı, Yapı Bilgisi Programı, Yüksek Lisans Tezi, İstanbul
- [42] **Özdemir, Banu Bahar**, 2005: Sürdürülebilir Çevre için Binaların Enerji Etkin Pasif Sistem Olarak Tasarlanması, Mimarlık Anabilim Dalı, Çevre Kontrolü ve Yapı Teknolojisi Yüksek Lisans Programı, İstanbul
- [43] **Baykal, Necip**, 1983: Güneş Enerjisi, M.S.B Arge
- [44] **Onbaşıoğlu, Hüseyin**, 1993: Pasif Sistemlerde Masif Duvarın Isıl Analizi, Makina Mühendisliği Anabilim Dalı, Enerji Programı Yüksek Lisans Tezi, İstanbul
- [45] **Mazria, Edward**, 1979: The Passive Solar Energy Book, Emmaus, Pennsylvania: Rodale Press.
- [46] **Ak, Filiz**, Şubat 1993: Enerji Etkin Konut ve Yerleşim Birimi Dizaynında Uygulanabilecek bir Yaklaşım, Mimarlık Anabilimdalı, Yapı Bilgisi Programı Yüksek Lisans Tezi, İstanbul
- [47] **Akgöz, Evren**, Mayıs 2004: Enerji Etkin Bina Tasarım Parametreleri için Uygun Değerlerin Belirlenmesi: İstanbul Örneği, Mimarlık Anabilim Dalı, Yapı Bilgisi Programı Yüksek Lisans Tezi, İstanbul

- [48] **Berköz, E., Küçüköğlü, M., Yılmaz, Z., Kocaaslan, G.**, 2001: Enerji Etkin Konut ve Yerleşme Tasarımı, Tübitak-İntag 201, Araştırma Raporu, İstanbul
- [49] **Majjad, Z.Majdi**, 2007: Using of Passive Solar Energy Systems in Buildings, Engineer Association
- [50] **Alparslan, Bengü; Gültekin, Arzuhan Burcu; Dikmen, Çiğden Belgin**, Mayıs 2009: Ekolojik Yapı Tasarım Ölçütlerinin Türkiye'deki Güneş Evleri Kapsamında İncelenmesi,5. Uluslararası İleri Teknolojiler Sempozyumu(IASTS'09), Karabük, Türkiye
- [51] **Yılmaz, Zerrin**, 2006: Akıllı Binalar ve Yenilenebilir Enerji, İstanbul, Türkiye
- [52] **Kundakçı, Başak**, Ocak 2004: Mevcut Bina Kabuğunun Dolaylı Kazanım Güneş Enerjisi Sistemi ile İyileştirmesi İçin Bir Yaklaşım Önerisi, İstanbul Teknik Üniversitesi, Mimarlık Anabilimdalı, Çevre Kontrolü ve Yapı Teknolojisi Yüksek Lisans Programı Yüksek Lisans Tezi, İstanbul
- [53] **Anonim**, Türk Standartları 825, 1989: Türk Standartları Enstitüsü, Ankara
- Url-1**
<http://www.knowledgepublications.com/heat/images/Solar_Air_Tilted_Thermosiphoning_System.gif>, alındığı tarih 03.10.2009.
- Url-2**<<http://images.greenbuilder.com/sourcebook/images/heatcoolsolar5.gif>>, alındığı tarih 03.10.2009.
- Url-3**
<<http://www.consumerenergycenter.org/home/construction/solardesign/indirect.html>>, alındığı tarih 03.10.2009.
- Url-4** < <http://www.builditsolar.com/>>, alındığı tarih 14.08.2009.
- Url-5**<<http://www.eie.gov.tr/turkce/YEK/gunes/tgunes.html>>, alındığı tarih 14.08.2009.
- Url-6**<<http://iec.cankaya.edu.tr/evrak/proje/Trombe%20Duvar.doc>>, alındığı tarih 14.08.2009.
- Url-7**<<http://iec.cankaya.edu.tr/evrak/proje/Trombe%20Duvar.doc>>, alındığı tarih 14.08.2009.
- Url-8**<<http://iec.cankaya.edu.tr/evrak/proje/Trombe%20Duvar.doc>>, alındığı tarih 18.08.2009.
- Url-9**<<http://www.ulugengin.com/bengu/ekomimari/trombe.html>>, alındığı tarih 18.08.2009.
- Url-10**<images.businessweek.com/.../source/3.htm>, alındığı tarih 18.08.2009.

ÖZGEÇMİŞ

İrem Onar 1984'te Bergama'da doğdu. İlk ve Orta öğrenimini Bergama Akif Ersezgin Anadolu Lisesi'nde 2002 yılında tamamladıktan sonra aynı yıl İzmir Yüksek Teknoloji Enstitüsü Mimarlık Bölümüne girdi. Mimarlık Bölümünü 2007 yılında bitirdi. Çeşitli ofislerde yurtiçi ve yurtdışı projelerde bulundu.