

**T.C.  
MİMAR SİNAN GÜZEL SANATLAR ÜNİVERSİTESİ  
FEN BİLİMLERİ ENSTİTÜSÜ**

**BİNALARDA CEPHE YENİLEME GEREKSİNİMLERİ VE ÇÖZÜM  
TEKNİKLERİ**

**YÜKSEK LİSANS TEZİ**

**Mimar Bahar BAŞARIR**

**Anabilim Dalı: Mimarlık**

**Programı: Yapı Bilgisi**

**Tez Danışmanı: Yrd. Doç. Dr. Berrin Şahin Diri**

**EYLÜL 2013**

Bahar BAŞARIR tarafından hazırlanan BİNALARDA CEPHE YENİLEME GEREKSİNİMLERİ VE ÇÖZÜM TEKNİKLERİ adlı bu tezin yüksek lisans tezi olarak uygun olduğunu onaylarım.

Yrd. Doç. Dr. Berrin Şahin Diri

Tez Yöneticisi

Bu çalışma, jürimiz tarafından Mimarlık Anabilim Dalında Yüksek Lisans tezi olarak kabul edilmiştir.

Başkan: : Yrd. Doç. Dr. Berrin Şahin Diri

Üye : Doç. Dr. Ayşin Sev

Üye : Yrd. Doç. Dr. Erkan Avlar

Üye : Yrd. Doç. Dr. A. Cüneyt Diri

Üye : Yrd. Doç. Dr. M. Cem Altun

Bu tez, Mimar Sinan Güzel Sanatlar Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü tez yazım kurallarına uygundur.

## ÖNSÖZ

Çalışmalarım süresince bana yol gösteren, desteğini, sabrını ve mesleki birikimleriyle yardımlarını esirgemeyen değerli hocam ve tez danışmanım Sayın Yrd. Doç. Dr. Berrin Şahin Diri'ye, bugüne kadarki eğitimimde payı olan tüm hocalarıma ve varlıklarıyla bana güç veren tüm sevdiklerime teşekkürlerimi sunarım.

Eylül 2013

Bahar Başarır

# İÇİNDEKİLER

<b>ÖNSÖZ</b>	<b>i</b>
<b>İÇİNDEKİLER</b>	<b>ii</b>
<b>ŞEKİL LİSTESİ</b>	<b>v</b>
<b>TABLO LİSTESİ</b>	<b>x</b>
<b>SEMBOL LİSTESİ</b>	<b>xi</b>
<b>KISALTMALAR LİSTESİ</b>	<b>xiii</b>
<b>ÖZET</b>	<b>xv</b>
<b>ABSTRACT</b>	<b>xvii</b>
<b>1. GİRİŞ</b>	<b>1</b>
1.1 Amaç	3
1.2 Kapsam	3
1.3 Yöntem	4
<b>2. TEMEL KAVRAMLAR</b>	<b>7</b>
2.1 Binalarda Cephe Sistemleri	7
2.1.1 Cephe Sistemlerinin Fonksiyonları	8
2.1.2 Cephe Sistemlerinin Sınıflandırılması	9
2.1.2.1 Taşıyıcı Sistem Parçası Olarak Cepheler	10
2.1.2.2 Katmanlaşma Yapısına Göre Cephe Oluşumu	11
2.1.2.3 Kabuk Yapısına Göre Cephe Oluşumu	13
2.1.2.4 Havalandırılma Özelliğine Göre Cephe Oluşumu	15
2.1.2.5 Ön Üretim Düzeyine Göre Cephe Oluşumu	16
2.2 Binalarda Yenileme	17
2.2.1 Müdahale Düzeylerine Göre Yenileme Tanımları	18
2.2.2 Cephelerde Yenileme	23
<b>3. CEPHELERDE YENİLEME TEKNİĞİ BELİRLENİRKEN DİKKAT EDİLMESİ GEREKEN HUSUSLAR</b>	<b>25</b>
3.1 Cephe Yenilemelerinde Yönlendirici Ölçütler	26
3.1.1 Mevcut Strüktürün Durumu	26
3.1.2 Binanın Amaçlanan Kullanımı	26
3.1.3 Binanın Yeri	28
3.1.4 Binanın Yönlendiriliş Durumu	28
3.1.5 Binanın Boyutları Ve Biçim Faktörü	29
3.1.6 Binanın Diğer Binalara Göre Konumu	30
3.1.7 Cephe Sisteminin Optik Ve Termofiziksel Özellikleri	31
3.2 Cephelerde Yenileme Gereksinimi	33
3.2.1 Yenileme İhtiyacını Doğuran Faktörler	33



3.2.1.1	Cephelerde Görülen Bozulmalar	33
3.2.1.2	Yeni Binalarla Entegrasyon	36
3.2.1.3	Binada İşlev Değişikliği	37
3.2.1.4	Binanın Enerji Verimliliğini Arttırmak	38
3.2.1.5	Yasal Yönetmeliklere Uymak	39
3.2.1.6	Gönüllülük Esasına Dayanan Sertifikalara Uymak	41
3.2.2	Cephelerde Yenileme Nedenleri	44
3.2.2.1	Isıl Performansı Arttırmak	45
3.2.2.2	Su ve Nem Etkisinden Korunmak	46
3.2.2.3	Akustik Performansı Arttırmak	47
3.2.2.4	Gün ışığı Kontrolünü Sağlamak	49
3.2.2.5	Yangın Güvenliğini Arttırmak	51
3.2.2.6	Estetik Performansı Arttırmak	54
3.2.2.7	Yenilenebilir Enerji Kaynaklarından Faydalanmak	57
<b>4.</b>	<b>CEPHELERİN YENİLENMESİNDE KULLANILAN TEKNİKLER</b>	<b>59</b>
4.1	Isıl Performansı Arttırmak İçin Kullanılan Teknikler	59
4.1.1	Duvarlarda Kullanılan Teknikler	61
4.1.2	Pencerelerde Kullanılan Teknikler	71
4.1.2.1	Cam Ünitelerinde Kullanılan Teknikler	71
4.1.2.2	Çerçevelerde Kullanılan Teknikler	78
4.2	Su Ve Nem Etkisinden Korunmak İçin Kullanılan Teknikler	80
4.2.1	Duvarlarda Kullanılan Teknikler	82
4.2.2	Pencerelerde Kullanılan Teknikler	86
4.3	Akustik Performansı Arttırmak İçin Kullanılan Teknikler	88
4.3.1	Duvarlarda Kullanılan Teknikler	91
4.3.2	Pencerelerde Kullanılan Teknikler	95
4.3.2.1	Cam Ünitelerinde Kullanılan Teknikler	95
4.3.2.2	Çerçevelerde Kullanılan Teknikler	100
4.4	Gün Işığı Kontrolünü Sağlamak İçin Kullanılan Teknikler	101
4.4.1	Duvarlarda Kullanılan Teknikler	106
4.4.2	Pencerelerde Kullanılan Teknikler	110
4.4.2.1	Cam Ünitelerinde Kullanılan Teknikler	111
4.4.2.2	Çerçevelerde Kullanılan Teknikler	119
4.5	Yangın Güvenliğini Arttırmak İçin Kullanılan Teknikler	121
4.5.1	Duvarlarda Kullanılan Teknikler	125
4.5.2	Pencerelerde Kullanılan Teknikler	132
4.5.2.1	Cam Ünitelerinde Kullanılan Teknikler	133
4.5.2.2	Çerçevelerde Kullanılan Teknikler	135
4.6	Estetik Performansı Arttırmak İçin Kullanılan Teknikler	138
4.6.1	Duvarlarda Kullanılan Teknikler	139
4.6.2	Pencerelerde Kullanılan Teknikler	152
4.6.2.1	Cam Ünitelerinde Kullanılan Teknikler	152
4.6.2.2	Çerçevelerde Kullanılan Teknikler	154
4.7	Yenilenebilir Enerji Kaynaklarından Faydalanmak İçin Kullanılan Teknikler	156
4.7.1	Duvarlarda Kullanılan Teknikler	157
4.7.2	Pencerelerde Kullanılan Teknikler	164

<b>5. ÖRNEKLER</b>	<b>167</b>
5.1 Apartman Blokları Yenileme Projesi, Linz, Avusturya	167
5.1.1 Binanın Yenilenmeden Önceki Durumu Ve Yenileme Gereksinimi	168
5.1.2 Yenileme Projesinde Kullanılan Teknikler	169
5.1.3 Yenileme Projesinin Değerlendirmesi	171
5.2 Albatros Konut Binası Yenileme Projesi, Den Helder, Hollanda	172
5.2.1 Binanın Yenilenmeden Önceki Durumu Ve Yenileme Gereksinimi	172
5.2.2 Yenileme Projesinde Kullanılan Teknikler	173
5.2.3 Yenileme Projesinin Değerlendirmesi	176
5.3 Apartman Bloğu Yenileme Projesi, Whitby, Kanada	178
5.3.1 Binanın Yenilenmeden Önceki Durumu Ve Yenileme Gereksinimi	178
5.3.2 Yenileme Projesinde Kullanılan Teknikler	179
5.3.3 Yenileme Projesinin Değerlendirmesi	183
5.4 Basf Türk Dilovası Yönetim Binası Yenileme Projesi, Kocaeli, Türkiye	184
5.4.1 Binanın Yenilenmeden Önceki Durumu Ve Yenileme Gereksinimi	185
5.4.2 Yenileme Projesinde Kullanılan Teknikler	185
5.4.3 Yenileme Projesinin Değerlendirmesi	187
5.5 KfW Yönetim Binası Yenileme Projesi, Frankfurt, Almanya	188
5.5.1 Binanın Yenilenmeden Önceki Durumu Ve Yenileme Gereksinimi	189
5.5.2 Yenileme Projesinde Kullanılan Teknikler	190
5.5.3 Yenileme Projesinin Değerlendirmesi	193
<b>6. DEĞERLENDİRME VE SONUÇ</b>	<b>194</b>
6.1 Değerlendirme	194
6.2 Sonuç	199
<b>EKLER</b>	<b>202</b>
<b>KAYNAKLAR</b>	<b>205</b>

## ŞEKİL LİSTESİ

### Sayfa No

Şekil 2.1 Tek katmanlı olarak düzenlenmiş Tekfur Sarayı dış duvarları, Ayvansaray, İstanbul (URL-4).....	11
Şekil 2.2 Örnek bir dış duvar kesiti üzerinden duvarların katmanlaşma yapısının gösterimi. ....	13
Şekil 2.3 Cepheelerde temel durum, çift kabuklu cephe ve hava akış pencereci cephe (Örkmez, 2012).....	14
Şekil 2.4 İzoduo yalıtımlı duvar bloğu örme uygulaması (URL-5).....	16
Şekil 2.5 Huntington kütüphanesi yapımında kullanılan prekast cephe panelleri (URL-6).....	17
Şekil 2.6 Mevcut yapılar yapılabilecek müdahalelerin çeşitleri (Douglas, 2006)....	18
Şekil 2.7 Bir yapının yaşam döngüsü (Riley ve Cotgrave, 2004).....	19
Şekil 3.1 Bina yenilemelerini etkileyen temel öğeler (Ma ve diğ., 2012). ....	25
Şekil 3.2 355 11. Sokak Matarozzi/Pelsinger çok amaçlı binası, Kaliforniya. Üstte yenileme projesi ön cephe görünüşü. Altta binanın yenileme geçirmeden önceki hali (URL-7). ....	27
Şekil 3.3 355 11. Sokak Matarozzi/Pelsinger çok amaçlı binası, Kaliforniya. Yenilemeden sonra binanın ön cephe görünüşü (URL-7). ....	28
Şekil 3.4 Binalarda güneş etkisinin binanın yönlendiriliş durumuna göre değişimi (Yener, 2005).....	29
Şekil 3.5 Yoğun kent dokusu, Levent, İstanbul. (URL-8).....	30
Şekil 3.6 Seyrek yapılaşma, Elbasan Köyü, Çatalca, İstanbul (URL-8).....	31
Şekil 3.7 Boyut kararlılığı olmayan malzemelerin cephe kaplama malzemesi olarak seçilmesi (yanlış ürün seçimi) (Güzelçoban, 2007).....	34
Şekil 3.8 Isı yalıtımı uygulamasında dübel yerleşimi için gereğinden fazla açılmış boşluk (Güzelçoban, 2007). ....	35
Şekil 3.9 Örnek Enerji Kimlik Belgesi (URL-9).....	40
Şekil 3.10 Dış cephede su etkisiyle oluşan deformasyonlar (kabarma, çiçeklenme ve küf ) (URL-12).....	47
Şekil 3.11 İnsanlarda gürültüye tepki süreci (Grimwood, 1993).....	48
Şekil 3.12 Bir pencere yüzeyinden iç mekana alınan ısı ve ışığın gösterimi (İkinci şekilde kırmızıdan maviye doğru gidildikçe sıcaklık, üçüncü şekilde beyazdan siyaha doğru aydınlık azalmaktadır.) (Aksamija, 2013).....	49
Şekil 3.13 Polat Tower yangını (URL-16).....	52
Şekil 3.14 Bina cephesinde biyolojik büyüme nedeniyle oluşan kirlenme (URL-17)55	
Şekil 3.15 Vandalizm nedeniyle kirlenmiş cephe (URL-18).....	56
Şekil 3.16 Grafitiyle yapılmış sokak sanatı örneği, Londra (URL-19).....	56

Şekil 4.1 Sıcaklıkları farklı iki malzeme arasındaki ısı enerjisi geçiş yolları. Kırmızı çizgi sıcak malzemeyi, mavi çizgi soğuk malzemeyi ifade etmektedir (URL-20). .....	60
Şekil 4.2 Dış duvar yüzeyine ısı yalıtımı uygulanmış 2 katlı bir binanın yenileme çalışmasından önceki ve sonraki termografi görüntüleri. (Duvar tarafından salınan ışının miktarı azaldıkça renk kırmızıdan maviye dönmektedir.) (URL-21).....	62
Şekil 4.3 Duvarının dış yüzeyinden yapılan ısı yalıtımı uygulamasının aşamaları (Güzelçoban, 2007).....	64
Şekil 4.4 Duvarın dış yüzeyine uygulanan ısı yalıtımı ve bitiş elemanı olarak kullanılan prese tuğla kaplamanın uygulama aşamaları ve kesitte katmanların düzenlenişi (Güzelçoban, 2007). .....	66
Şekil 4.5 Duvarın iç yüzeyinden uygulanan ısı yalıtımı detayı .....	67
Şekil 4.6 Çift duvar sisteminde, kurguyu oluşturan dış duvarın dış yüzeyinin betonarme elemanlarla aynı hizada olması durumunda, duvarlar arasında ısı yalıtımı uygulaması.....	68
Şekil 4.7 Çift duvar sisteminde, kurguyu oluşturan iç duvarın dış yüzeyinin betonarme elemanlarla aynı hizada olması durumunda, duvarlar arasında ısı yalıtımı uygulaması.....	68
Şekil 4.8 Giydirme cephelerde ısı yalıtımı detayı.....	69
Şekil 4.9 Graeme Stewart ve Michael McClelland tarafından geliştirilmiş ikincil cephe sistemi (Alter, 2009). .....	71
Şekil 4.10 Low-e kaplamalı yalıtım camı ünitesi (Pilkington, 2010) .....	74
Şekil 4.11 Solar low-e kaplamalı yalıtım camı ünitesi (URL-23) .....	74
Şekil 4.12 Güneş kontrolü sağlayan cam ünitesi (Pilkington, 2010) .....	75
Şekil 4.13 Film tabakalı ısı yalıtım camı ünitesi (İlhan ve Aygün, 2005). .....	76
Şekil 4.14 a) İzolasyonsuz alüminyum çerçeve b) İzolasyonlu alüminyum çerçeve (URL-24).....	78
Şekil 4.15 a) İzolasyonsuz ahşap çerçeve b) PU izolasyonlu ahşap çerçeve (URL-25)79	
Şekil 4.16 a) 3 odacıklı vinil çerçeve b) 5 odacıklı vinil çerçeve c) Yalıtılmış vinil çerçeve (URL-25). .....	79
Şekil 4.17 Dıştan ısı yalıtımlı dış duvarda buhar kesici uygulaması (Trechsel ve Bomberg, 2009). .....	84
Şekil 4.18 Havalandırma boşluklu iskelet dış duvar kuruluşu a) Buhar kesici olmayan detay b) Buhar kesicili detay (Trechsel ve Bomberg, 2009). .....	85
Şekil 4.19 Duvar yüzeyi buhar geçirimsiz malzeme ile kaplandığında oluşan tahribat85	
Şekil 4.20 Pencere kuruluşlarında cam özelliğine bağlı yoğuşma dereceleri (URL-26)87	
Şekil 4.21 Çeşitli pencere yalıtım sistemlerinin ısı yalıtımı ve yoğuşma direncinin değerlendirilmesi (Craven ve Garber-Slaght, 2011).....	87
Şekil 4.22 Pencere-denizlik birleşimlerinde su yalıtımı açısından yanlış ve doğru detaylandırma örneği (Koçu ve Dereli, 2008). .....	88
Şekil 4.23 Hava sesi ve darbe sesi iletimi (Gorse ve Highfield, 2009).....	88
Şekil 4.24 Duvarların ses geçiş direnci değerine etki eden nitelikler (Şentop ve diğ., 2004) .....	92
Şekil 4.25 Farklı duvar ve katmanlaşma tiplerinin STC değerleri (Şentop ve diğ., 2004). .....	94

Şekil 4.26 Cam kalınlığına ve plakalar arası mesafeye bağlı ses geçirim sınıfı (Quir, 1988) .....	97
Şekil 4.27 Akustik olarak doğru yapılandırılmış bir cam ünitesi (URL-27).....	99
Şekil 4.28 Ses yalıtımını arttırmak için kullanılan akrilik esaslı ek kanat (Super Soundproofing Company, 2010).....	99
Şekil 4.29 Farklı gün ışığı faktörü miktarlarının aynı oda şartlarında bilgisayar modellemesi ile gösterilmesi (Okutan, 2008). .....	102
Şekil 4.30 Azimut ve altitüd açıları (Kazanasmaz, 2009).....	103
Şekil 4.31 Güneş ışınlarının yeryüzüne geliş açıları (Okutan, 2012) .....	104
Şekil 4.32 Çevre binaların yüksekliği ve yoğunluğunun binaların gökyüzü görme bölgesi (gün ışığı alımı) üzerindeki sınırlandırıcı etkisi (Okutan, 2012)...	105
Şekil 4.33 Optimum gölgeleme elemanı tasarımının şematik gösterimi (URL-28). 107	
Şekil 4.34 Yatay, düşey ve karma gölgeleme elemanlarının şematik gösterimi (Pelsmakers, 2012).....	108
Şekil 4.35 Prizmatik panelin ışığı yönlendirışı (Okutan, 2008).....	114
Şekil 4.36 Lazer kesim panellerin çalışma prensibi (Manav ve diğ., 2009). .....	115
Şekil 4.37 Anidolik petek sisteminin yapısı (Okutan, 2008) .....	117
Şekil 4.38 Işık rafı sistemi içeren pencere modülü (URL-30) .....	119
Şekil 4.39 Bir pencere sisteminde yaklaşık gün ışığı yayılımı (Robertson, 2002) ..	120
Şekil 4.40 Işık rafı kullanılarak sağlanan gün ışığı yayılımı (Robertson, 2002).....	120
Şekil 4.41 Yangın anında alevlerin pencere boşluklarından yükselerek üst katlara yayılması (Özgünler, 2013). .....	123
Şekil 4.42 Bir fabrika binasında taşınım yolu ile alevlerin yayılması (Özgünler, 2013)123	
Şekil 4.43 Yangının ışınım yolu ile yayılması (Özgünler, 2013) .....	123
Şekil 4.44 Cephe kaplamasının yanıcılığı ve cephenin geometrik yapısı nedeniyle oluşan baca etkisinin yangını destekleyerek üst katlara yayması sonucu oluşan tahribat, Knowsley Heights, Liverpool, 1991, (Arpacıoğlu, 2004).126	
Şekil 4.45 Kapalı hücreli poliüretan köpük uygulaması (URL-31) .....	129
Şekil 4.46 Taşyünü yalıtım malzemesi uygulaması (URL-32).....	129
Şekil 4.47 Giydirme cephe ile duvar arasında yatayda ve düşeyde düzenlenmiş yangın bariyerleri (URL-33) .....	130
Şekil 4.48 Pencereden cephe yüzeyine ateş ve ısı yayılımı (İplikçi, 2006) .....	131
Şekil 4.49 Düşey ve yatay engellerin ısı ve alev yayılımına etkileri a) Düşey koruyucu eleman b) Yatay koruyucu eleman (İplikçi, 2006) .....	132
Şekil 4.50 Yapısal boşlukları yangına dayanımlı dolgu malzemeleriyle doldurulmuş alüminyum çerçeve (URL-35). .....	136
Şekil 4.51 Çift cidarlı duvarda çerçeve ve havalandırma boşluğu arasında yangın bariyeri uygulaması (URL-37).....	137
Şekil 4.52 Cam mozaik renk kartelası (URL-38).....	142
Şekil 4.53 Çeşitli plaket kaplama malzemeleri ve harçla tespit edilen bir plaket kaplama uygulaması (URL-39).....	143
Şekil 4.54 Prese tuğla kaplanarak yenilenmiş bir binanın yenileme çalışmasından önceki ve sonraki hali (URL-40) .....	144
Şekil 4.55 Konstrüksiyon üzerine plaket kaplama tespitinin uygulama aşamaları (URL-41).....	145
Şekil 4.56 Konstrüksiyon sistemiyle tespit edilen porselen seramik kaplamalar (URL-42).....	145

Şekil 4.57 Yatay ahşap cephe kaplamalarında detaylandırma çeşitleri (URL-43) ..	146
Şekil 4.58 Plywood pano kaplaması düşey derz detayı ve görünüşü (Hislop, 2007)	147
Şekil 4.59 Bakır cephe kaplaması detayı ve görünüşü, Novotel Paddington (URL-44)	148
Şekil 4.60 Alüminyum duvar kaplaması detayı (URL-45) .....	148
Şekil 4.61 Ahşap görünümlü çimento yonga levha uygulaması (URL-46).....	150
Şekil 4.62 Medya cephe, Ziggo Dom, Amsterdam (URL-47).....	151
Şekil 4.63 Led cephe kaplaması, Ziggo Dom, Amsterdam (URL-48) .....	151
Şekil 4.64 Palais Des Congres, Montreal, 2003 (URL-50).....	153
Şekil 4.65 Seramik kaplama yöntemiyle elde edilmiş cam ünitesi, Atelier Ruche, Tokyo, 2002 (URL-51). .....	154
Şekil 4.66 İç mekanda dikroik kaplamalı camların oluşturduğu etki, Christian İlahiyat Okulu, Sweeny Şapeli, Indianapolis, ABD (Sev ve diğ., 2004)...	154
Şekil 4.67 PVC çerçeve için bir üreticinin sunduğu renk ve doku seçenekleri (URL- 52) .....	155
Şekil 4.68 Alüminyum çerçeve görünüşü verilmiş bir PVC çerçeve (URL-52).....	156
Şekil 4.69 Binanın en çok rüzgar ve güneş alan cephesine bir sarmaşık yığını gibi kaplanmış, hem güneş hem de rüzgar enerjisi kullanarak enerji üreten fotovoltaik yapraklar (URL-53).....	159
Şekil 4.70 Fotovoltaik güneş kırıcılar kullanılan bir bina, Avignon, Fransa (URL-55).	160
Şekil 4.71 Giydirme cephede fotovoltaik panel kullanımı (URL-55).....	160
Şekil 4.72 Güneş duvarı çalışma prensibi (Tunçalp ve diğ., 2002) .....	161
Şekil 4.73 Saydam yalıtım malzemesi uygulanmış bir dış duvarın katmanlaşma yapısı (Yeşildal ve Oral, 2004) .....	163
Şekil 4.74 T ve O tipi saydam yalıtım uygulamalarının çalışma prensiplerinin şematik gösterimi (Hastings ve Wall, 2007).....	164
Şekil 4.75 Saydam fotovoltaik cam ünitesinin görünümü (URL-57). .....	165
Şekil 4.76 Mimarlık Bilim ve Ekoloji Merkezi (The Center For Architecture Science And Ecology) tarafından geliştirilmiş, yoğunlaştırılmış entegre güneş sistemi (Wang, 2010) .....	166
Şekil 5.1 Solda proje künyesi; sağ üstte apartman bloklarının yenileme geçirmeden önceki görünüşü, sağ altta apartman bloklarının yenilemeden sonraki görünüşü (Kopeinig, 2012) .....	167
Şekil 5.2 Yenileme projesinde ele alınan apartman bloklarının vaziyet planı, Makartstraße, Linz, Avusturya (Domenig, 2012).....	168
Şekil 5.3. Apartman bloklarının planı ve kesitinde yenileme yüzeylerinin gösterimi (Grüneward ve Rottensteiner, 2010).....	169
Şekil 5.4 Monte edilmiş prefabrike cephe panelleri.....	170
Şekil 5.5 Prefabrike cephe paneli monte edilmiş mevcut beton duvarın en kesiti (Grüneward ve Rottensteiner, 2010) .....	170
Şekil 5.6 Solda proje künyesi; sağ üstte binanın yenileme geçirmeden önceki görünüşü; sağ altta binanın yenilemeden sonraki görünüşü (URL-58) .....	172
Şekil 5.7 Solda, ikinci kabuk, havalandırma boşluğu ve mevcut kabuk ilişkisini gösteren kesit; sağda, uygulamadan sonra ikinci kabuk ile mevcut kabuk arasındaki havalandırma boşluğundan görünüm (Baker, 2009). .....	175
Şekil 5.8 Kullanıcı anketi değerlendirme sonuçları (Baker, 2009).....	177
Şekil 5.9 Solda proje künyesi; sağda binanın ön görünüşü (URL-59).....	178
Şekil 5.10 Duvarın iç yüzeyinde küf oluşumu (URL-59) .....	180

Şekil 5.11 Küf oluşumu tespit edilmiş duvara şelak bazlı astar uygulaması (URL-59)	180
Şekil 5.12 Üstte pencere tavan döşemesi kesit detayı; altta pencere duvar birleşimi kesit detayı (URL-59).	182
Şekil 5.13 Pencere duvar birleşimi plan detayı (URL-59).	183
Şekil 5.14 Solda proje künyesi; sağ üstte binanın yenileme geçirmeden önceki görünüşü; sağ altta binanın yenilemeden sonraki görünüşü (URL-60) .....	184
Şekil 5.15 BASF Türk Dilovası yönetim binası cephesine spreyci poliüretan köpük ısı yalıtımı ve dış cephe kaplaması uygulanması (URL-63).	186
Şekil 5.16 LEED Yeni İnşaat ve Renovasyon sınıfı değerlendirme kategorilerine göre BASF Türk Dilovası Yönetim Binası'nın aldığı puanlar (URL-64).	188
Şekil 5.17 Solda proje künyesi; sağ üstte binanın yenileme geçirmeden önceki görünüşü; sağ altta binanın yenilemeden sonraki görünüşü (Ebbert, 2010; URL-65).	188
Şekil 5.18 Vaziyet planı: ofis binaları doğu, kuzey ve batı arkatları arasındaki bölgede bulunmaktadır (URL-66).	189
Şekil 5.19 Binaların özgün cephelerinin yakından görünüşü (URL-66).	189
Şekil 5.20 Fotoğrafta sağda, yenileme çalışmaları başlamamış ve özgün cephesi hala korunan bina; solda yenileme çalışmalarına hazırlık olarak cephesindeki pencereler ve balkonlar kaldırılmış olan bina (URL-66).	190
Şekil 5.21 Güneşten korunma mekanizmasının çalışma prensibi (Ebbert, 2010)....	191
Şekil 5.22 Solda gölgeleme elemanlarının parapet önündeki konumu; sağda güneş kontrolü amacıyla gölgeleme elemanlarının camın önüne çekilmesi (URL-66).	192
Şekil 5.23 Binaların yenileme çalışmasından sonraki kat planı şeması (Ebbert, 2010)	192

## TABLO LİSTESİ

### Sayfa No

Tablo 2.1. Konstrüktif kriterlere göre cephe sistemlerinin sınıflandırılması (Herzog, 2004) .....	10
Tablo 2.2 Dış duvarlarda kullanılan çevresel kontrol katmanları ve fonksiyonları... 12	
Tablo 3.1 LEED Mevcut Binalar: Operasyon ve Bakım sertifika sisteminin değerlendirme kategorileri ve kredileri.....	43
Tablo 4.1 Yalıtım camı kombinasyonları (İlhan ve Aygün, 2005). .....	77
Tablo 4.2 Binaların konuşma sesi iletiminde gösterdikleri yaklaşık etkinliğin değişik STC değerleri bazında değerlendirilmesi (Certainteed, 2002). .....	90
Tablo 4.3 Arası boşluklu malzemelerde ek ses geçirimsizlik değerleri (Eriç, 2002) 93	
Tablo 4.4 Değişik cam oranlarındaki bileşik cidarın (cephe) toplam ses geçiş kaybı değerleri (dB) (Aknesil, 2001). .....	96
Tablo 4.5 Pencerelede kullanılan bazı cam ünitesi örnekleri ve ses geçiş kaybı değerleri (dB) (Aknesil, 2001). .....	97
Tablo 4.6 Türlerine ve yangın dayanımlarına göre ısı yalıtım malzemeleri (İplikçi, 2006) .....	128
Tablo 4.7 Dış duvarlarda kullanılan iç ve dış kaplamalar (Deniz ve diğ., 2011).....	140
Tablo 4.8 Coğrafi bölgelere göre Türkiye’de yıllık ortalama güneş ışınım şiddetleri ve güneşlenme süreleri (Tunçalp ve diğ., 2002) .....	157
Tablo 5.1 Ekim 2006-2007 arasında ölçülen enerji kullanımı (kWh) (Baker, 2009).176	
Tablo 5.2 BASF Türk Dilovası Yönetim Binası’nda kullanım alanlarına göre harcanan enerji miktarı ve LEED’in belirlemiş olduğu minimum verimlikteki enerji tüketimine oranla sağlanan enerji tasarrufu (URL-60).187	
Tablo 5.3 Yenilemeden önce ve sonra binaların cephe, pencere ve çatılarının U değerleri (W/m <sup>2</sup> K) (URL-66).....	193
Tablo 5.4 Yenilemeden önce ve sonra binaların enerji verileri (URL-66). .....	193
Tablo 6.1 Güncel ihtiyaç ve performans değerlerini karşılayamayan yıpranmış cephelerin kullanıcılarda, binalarda, doğal ve yapma çevrede oluşturabileceği sorunlar. ....	195
Tablo 6.2 Bina cephelerinde yapılacak yenileme çalışmalarının nedenlerinin belirlenmesinde kullanılacak bir kontrol listesi. ....	196
Tablo 6.3 Cephe yenilemelerinde kullanılacak teknikler ve etkili oldukları performans kriterleri .....	197



## SEMBOL LİSTESİ

<b>%</b>	:Yüzde Simgesi
<b>€</b>	:Avro, Avrupa Birliği para birimi
<b>CFC</b>	:Kloroflorokarbon
<b>cm</b>	:Santimetre, uzunluk ölçüsü birimi
<b>cm<sup>2</sup></b>	:Santimetrekare, alan ölçüsü birimi
<b>CO<sub>2</sub></b>	:Karbondioksit gazı
<b>dB</b>	:Desibel, ses şiddeti birimi
<b>E</b>	:Bütünlük;yangın dayanım sembolü
<b>EI</b>	:Bütünlük ve yalıtım;yangın dayanım sembolü
<b>EW</b>	:Bütünlük ve radyasyon azaltma;yangın dayanım sembolü
<b>g-faktörü</b>	:Toplam güneş enerjisi geçirgenliği
<b>kWh/m<sup>2</sup></b>	:Metrekareye düşen güneş enerjisi
<b>m</b>	:Metre, uzunluk ölçüsü birimi
<b>m<sup>2</sup></b>	:Metrekare, alan ölçüsü birimi
<b>mm</b>	:Milimetre, uzunluk ölçüsü birimi
<b>REI</b>	:Yük taşıma kapasitesi, bütünlük ve yalıtım; yangın dayanım sembolü
<b>T</b>	:Işık geçirgenliği

**U** :Toplam ısı geçirme katsayısı

**W** :Watt, gc birimi

$\lambda$  :Isı iletkenlik katsayısı

$\tau$  :Güneş ışınım geçirgenliği

## KISALTMALAR LİSTESİ

<b>ABD</b>	:Amerika Birleşik Devletleri
<b>ASHRAE</b>	:Amerikan Isıtma Soğutma ve Havalandırma Mühendisliği Topluluğu (American Society of Heating, Refrigerating and Air-Conditioning Engineering)
<b>BAPV</b>	:Binaya Eklenmiş Fotovoltaik (Building Added Photovoltaic)
<b>BEP</b>	:Binalarda Enerji Performansı Yönetmeliği
<b>BIPV</b>	:Bina İle Bütünleşik Fotovoltaik (Building Integrated Photovoltaic)
<b>BRE</b>	:Yapı Araştırma Kurumu (Building Research Establishment)
<b>BREEAM</b>	:Yapı Araştırma Kurumu Çevresel Değerlendirme Metodu (Building Research Establishment Environmental Assessment Method)
<b>BYKHY</b>	:Binaların Yangından Korunması Hakkında Yönetmelik
<b>CTP</b>	:Cam elyaf takviyeli plastik
<b>DF</b>	:Gün ışığı faktörü (Daylight Factor)
<b>EGS</b>	:Tek plakalı güvenlik camı (Single-Pane Safety Glass)
<b>EPDM</b>	:Etilen Propilen Dimonomer, yalıtım malzemesi
<b>EPS</b>	:Ekspande-Polistren, yalıtım malzemesi
<b>EURIMA</b>	:Avrupa Mineral Yün Üreticileri Birliği (European Insulation Manufacturers Association)
<b>EVD</b>	:Enerji verimliliği danışman şirketleri
<b>HCFC</b>	:Hidrokloroflorokarbon gazı
<b>IEA</b>	:Uluslararası Enerji Ajansı (International Energy Agency)
<b>LEED</b>	:Enerji ve Çevresel Tasarımda Liderlik (Leadership in Energy and Environmental Design)

<b>LEED AP</b>	:LEED Yetkili Uzmanı (LEED Accredited Professional)
<b>Low-e</b>	:Düşük yayınımlı (Low Emittance)
<b>MDF</b>	:Orta yoğunlukta lifli levha (Medium Density Fiberboard)
<b>MHL</b>	:Morrison Hershfield Limited, şirket
<b>OSB</b>	:Yönlendirilmiş yonga levha (Oriented Strand Board)
<b>PU</b>	:Poliüretan (Polyurethane)
<b>PV</b>	:Fotovoltaik (Photovoltaic)
<b>PVA</b>	:Polivinil Alkol
<b>PVC</b>	:Polyvinyl Chloride
<b>R</b>	:Ses geçirme direnci değeri
<b>REVIVAL</b>	:Değerli Mimari Simgelerin Çevresel Yaşayabilirliğinin İyileştirilmesi İçin Yenilenmesi (Retrofitting for Environmental Viability Improvement of Valued Architectural Landmarks)
<b>STC</b>	:Ses geçirim sınıfı (Sound Transmission Class)
<b>TEP</b>	:Ton Eşdeğer Petrol
<b>TI</b>	:Saydam yalıtım (Transparent Insulation)
<b>TMMOB</b>	:Türk Mühendis ve Mimar Odaları Birliği
<b>TPO</b>	:Termoplastik poliolefin, yalıtım malzemesi
<b>TS EN</b>	:Türk Standartları (Avrupa Standartları ile uyumlu hale getirilmiş)
<b>USD</b>	:Amerikan Doları
<b>USGBC</b>	:Amerikan Yeşil Binalar Konseyi (United States Green Building Council)
<b>UV</b>	:Ultraviyole, morötesi ışınım
<b>XPS</b>	:Ekstrude-Polistren, yalıtım malzemesi

## ÖZET

Binalar zamanla, dış ortam koşullarının etkisiyle çeşitli fonksiyonel özelliklerini kaybedebilir, değişen teknoloji, kullanıcı profili ve yasal düzenlemeler nedeniyle kullanıcı ihtiyaçlarını ve isteklerini karşılayamaz duruma gelebilirler. Bu gibi durumlarda binalarda yenileme ihtiyacının doğması kaçınılmazdır. Dış ortam koşullarıyla birebir etkileşim içinde olan, iç mekanı dış ortamdan ayıran, koruyan ve bağlayan; diğer bina alt sistemleriyle bütünleşik bir kurgu içinde işleyen cephe sistemleri, binaların toplam performansı üzerinde en etkili olan alt sistemdir. Bu bağlamda cephe sistemlerinin yenilenmesi binaların toplam performansının artırılmasında en etkili yöntemdir.

Yenileme çalışmalarının başarılı bir şekilde sonuçlanması ve binalardan ihtiyaç duyulan performansın elde edilmesi, ilk başta hedeflenen performans kriterlerinin doğru belirlenmesine, sonrasında ise bu hedeflere ulaşmayı sağlayacak en uygun yenileme tekniklerinin uygulanmasına bağlıdır. Bu nedenle çoğu yenileme projesinde yaşanan en büyük sorun, tüm alternatifler incelenmeden, kalıplaşmış tip detayların kullanılmasıdır. Bu tutum genelde tasarımcı ve uygulayıcıların yenileme nedenlerine bağlı olarak seçilebilecek yenileme tekniklerine hakim olmamalarından ve projelendirme süreci içinde araştırma yapacak yeterli zamanın bulunmamasından kaynaklanır. Sürekli gelişen ve değişen teknolojinin yapım sistemlerini olduğu gibi bu sistemlerin yenilenmesinde kullanılacak teknikleri de çeşitlendirdiği ve geliştirdiği unutulmamalıdır.

Bu çalışmada öncelikle cephe sistemleri; fonksiyonları ve kuruluş özellikleri bağlamında incelenmiş, yenileme tanımları üzerinden, binalarda ve cephelerde yenileme yaklaşımları üzerinde durulmuştur. Binalarda yenileme çalışmaları sırasında yapılacak müdahalelerin düzeyleri ve buna bağlı olarak yenilemenin

kazandığı farklı anlamlar tanıtılmıştır. Daha sonra yenileme tekniklerinin belirlenmesinde doğrudan etkili olan parametreler ele alınmıştır. Binaların doğal ve yapma çevre bileşenleriyle olan ilişkileri ile mevcut yapısal durumlarının, yenileme tekniklerinin belirlenmesinde kullanılan değişkenler üzerindeki yönlendirici etkileri açıklamıştır. Cephe sistemlerinde yenileme gereksinimini oluşturan temel faktörler ve bu faktörler neticesinde şekillenen yenileme nedenleri sınıflandırılmış; yenileme gereksinimini oluşturan etkenlerin binalar, insanlar ve çevre üzerindeki etkileri ortaya konulmuştur. Yenileme nedeni olarak verilen performans kriterlerinin cepheye hangi yollarla etki ettiği anlatılmış, bu nedenler bağlamında cephe elemanlarına uygulanabilecek yenileme teknikleri sınıflandırılmıştır. Son olarak uygulanmış yenileme projelerinden örnekler verilerek, tanıtılan tekniklerin uygulama alanları ve detayları örneklenmektedir.

Yapılan bu çalışmayla, yenileme projelerinde mutlak doğru olarak kullanılabilcek bir tek yenileme tekniği bulunmadığı ve uygulanabilecek bir yenileme tekniğinin birden fazla gereksinimi karşılayabileceği ortaya çıkmıştır. Her proje uygulandığı bina ve yenileme nedeni gözetilerek ayrı ayrı değerlendirilmelidir. Bu bağlamda yenileme nedenlerinin ve cephe elemanlarında yenileme nedenlerine bağlı olarak kullanılabilcek yenileme tekniklerinin sınıflandırıldığı bir tablo oluşturulmuştur. Böylece başta tasarımcı ve uygulayıcıların sonrasında kullanıcıların yenileme projelerinin şekillenme dinamiği; yenileme nedenleri ve cephe elemanı bazında kullanılabilcek yenileme teknikleri konusunda bilgilendirilmeleri amaçlanmıştır.

**Anahtar Kelimeler:** Yenileme, cephelerde yenileme, cephelerde yenileme gereksinimi, cephelerde yenileme teknikleri.

## **ABSTRACT**

Buildings could lose their functionalities in time due to changing external environment conditions or they could not accomplish user needs and requirements due to changing technology, user profile and governmental policies. In such cases, the need for retrofit of buildings is inevitable. Building facade is the most effective subsystem on the total building performance, by the way it is in direct relation with external environment, separates and protects indoors from the external environment, by the same time connects indoors with outside and works with other building subsystems in integration. Therefore, the retrofit of the building facade is the most powerful method for increasing total building performance.

Successful accomplishment of the retrofit work and therefore obtaining the required level of building performance strongly depends on at first proper definition of targeted performance criteria and then the application of the most proper retrofit techniques in order to achieve these performance targets. For this reason, the biggest problem in most retrofit projects is the usage of stereotyped details without considering any other alternative. This behavior is originated from missing knowledge of designers and contractors about appropriate retrofit techniques in relation with retrofit reasons and time constraints in project phase do not allow them to make research about suitable retrofit techniques. It should not be forgotten that ever changing and developing technology creates and diversifies new retrofit techniques as it does in construction systems.

In this research, building facade systems are analyzed according to their functions and construction specifications, then renewal approaches in buildings and facades are emphasized based on renewal definitions. Intervention levels in building renewal works and different definitions of renewal according to these levels are introduced.

Afterwards, direct parameters for proper assignment of retrofit techniques are considered. The directive effects of buildings relations with the elements of natural and manmade environment and the present conditions of buildings, towards the parameters which are used for definition of retrofit techniques are explained. The basic factors which occur the demand for building facade retrofit and the retrofit reasons, which are shaped based on these factors are classified; at the same time the effect of these factors on buildings, people and environment is revealed. It is reported that in which ways the performance criteria, which are given as reason for retrofit, are affecting the building facade, later on building facade retrofit techniques are classified according to these reasons. At last, the application areas and details of building facade retrofit techniques are explained with examples from applied retrofit projects.

This research shows that there is no absolute true technique for retrofit projects; yet an applicable technique could cover more than one requirement. Each project should be assessed separately according to building conditions and retrofit reasons. In this context the retrofit reasons and the techniques that can be used depending on the retrofit reasons are classified by a table. Through designers and contractors primarily, end users secondarily would be informed about the dynamics of retrofit projects, retrofit reasons and the various retrofit techniques of building facades.

**Key Words** : Retrofit, facade retrofit, facades retrofit demands, facades retrofit techniques



## 1. GİRİŞ

Zaman içinde tüm binalar az ya da çok ölçüde eskir ve ilk yapıldığı zamanki etkinliğini kaybederler. Teknolojide görülen hızlı ilerlemeler kullanıcıların binalardan olan istek ve beklentilerini değiştirir. Çağın gerekliliklerinin bir yansıması olarak da yasal düzenlemeler yapılır. Bu sebeplerle mevcut binalar er ya da geç kullanıcı ihtiyaçlarına veya yasal gerekliliklere cevap veremez hale gelirler.

Mevcut binaların kullanıcı ihtiyaçlarına veya yasal düzenlemelere cevap veremediği durumlarda binanın yıkılıp yeniden yapılması ya da yenilemesi seçenekleri üzerinde durulur. Bu iki seçenek arasında karar vermede ekonomik ve çevresel faktörler etkilidir. Bina konstrüksiyonunda kullanılan her malzeme gömülü enerji içerir; dolayısıyla malzeme tüketimindeki artış karbon emisyonunun da artmasına yol açacaktır. Ayrıca yıkım ve atıkların imha edilmesi süreci de karbon emisyonunu arttırmaktadır. Kullanılan malzeme ve ortaya çıkan atık miktarı düşünüldüğünde yenileme çalışmalarının çevreye olan olumsuz etkisi neredeyse her durumda yıkım ve yeniden yapımdan daha azdır. Ekonomik faktörler düşünüldüğünde ise yenileme çalışmalarında yapı sisteminin büyük çoğunluğu korunduğundan yapım süreci daha kısa sürecek ve daha az malzeme harcanacaktır. Böylece zaman ve paradan kazanç sağlanacaktır. Bu kriterler göz önüne alındığında bina stokunun büyük çoğunluğunu oluşturan mevcut binaların, taşıyıcı sistemlerinin ömrü elverdiği sürece, yıkılıp yeniden yapılması ekonomik ve çevresel açıdan doğru değildir.

Binaların yıkılıp yeniden yapımının yenilemeye göre daha rasyonel olduğu durumlar da söz konusu olmaktadır. Arsa değerinin artması, binanın fiziksel durumu itibariyle yenileme maliyetinin çok fazla olması, binanın yangından zarar görmüş olması veya öngörülen kullanıma uygun olmaması gibi durumlarda yıkım ve yeniden yapım daha doğru bir yaklaşımdır (Trusty, 2004).

Yapı alt sistemlerinden cepheler, dış çevre koşullarıyla direkt ilişki içinde olduklarından diğer yapı sistemlerine oranla daha çabuk deforme olurlar. Aynı zamanda binada algılanan ilk tasarım olduklarından binanın prestijini yansıtır, değişen modadan etkilenirler. Çoğu konut, ticaret, sağlık ve eğitim binasının 50-100 yıl servis ömrü öngörülerek yapıldığı günümüzde, cephe sistemi içinde duvarların ortalama servis ömrü 33 yıl, pencerelerin ise 20.9 olarak belirlenmiştir (URL-1). Yeni bir binada toplam maliyetin %20-25'ini cephe sisteminin oluşturduğu düşünülürse, taşıyıcı sistemin etkinliğini koruduğu binalarda cephe sistemi kaynaklı sorunlar sebebiyle binanın yıkılıp yeniden yapılmasının ekonomik bir çözüm olmadığı görülebilmektedir (URL-2). Bu nedenle binaların daha uzun süre konfor koşullarını sağlayarak fonksiyonlarını sürdürmeleri, yani kullanım ömürlerinin uzatılmasında cephe yenilemelerinin önemi büyüktür.

Yenileme çalışmaları sonucu binanın amaçlanan performansı göstermesi, ilk başta hedeflenen performans kriterlerinin doğru belirlenmesine, sonrasında ise bu hedeflere ulaşmayı sağlayacak en uygun tekniklerin uygulanmasına bağlıdır. Bu bağlamda yaşanan en büyük sorun, çoğu yenileme projesinde, tüm alternatifler incelenmeden, kalıplaşmış tip detayların kullanılmasıdır. Bu tutum genellikle zaman ve bilgi yetersizliğinden kaynaklanır. Sürekli gelişen ve değişen teknoloji yapım sistemlerini olduğu gibi bu sistemlerin yenilenmesinde kullanılacak teknikleri de çeşitlendirmektedir. Binaya eklenen tek bir detayla birden çok performans kriteri iyileştirilebileceği gibi tam tersinin olması da mümkündür. Binanın mevcut durumu ve binadan beklenen performans ilişkilendirilmeden yapılan yenilemeler başarısızlıkla sonuçlanmakta; zaman ve para kaybının yanı sıra binaya kalıcı zarar da verebilmektedir. Bu nedenle cephe yenileme projelerinde tasarımcı ve uygulayıcı durumda bulunanların yenileme nedenleri bağlamında kullanılacak tüm yenileme tekniklerine vakıf olmaları önem taşımaktadır.

## 1.1 AMAÇ

Zaman içinde etkinliğini kaybetmiş veya kullanıcı memnuniyetini sağlayamaz durumdaki binaların kullanıma kazandırılması açısından yenileme çalışmalarının önemi büyüktür. Söz konusu binaların yenilenmesi olduğunda mutlak doğru olarak tanımlanabilecek ya da kullanılabilir bir teknik yoktur. Yenileme çalışmaları sonucu binalardan istenilen performansın elde edilmesinin şartı, binanın, yapısal ve çevresel özellikleri gözetilerek, yenileme amacına uygun tekniklerle yenilenmesidir. Bu bağlamda yenileme projeleri hazırlanırken, yenileme nedenlerinin tam olarak belirlenmesi ve yenileme amacına bağlı olarak uygulanabilecek tüm tekniklerin, binanın mevcut durumu ile içinde bulunduğu doğal ve yapma çevre koşullarına göre değerlendirilmesi yapılarak, en etkin yenileme tekniğinin belirlenmesi gerekmektedir.

Bu çalışmanın amacı, çeşitli sebeplerle kullanıcı ihtiyaçlarına ve/veya yasal yönetmeliklere cevap veremeyen binaların cephe sistemlerinin yenilenmesinde, binanın mevcut durumu ve yenileme ihtiyacını oluşturan sebepler doğrultusunda, kullanılabilir yenileme tekniklerinin tanıtılmasını sağlamaktır. Farklı yenileme tekniklerinin tasarımcı, uygulayıcı ve hatta kullanıcı tarafından bilinmesi ile binaya ve ihtiyaca uygun yenileme projelerinin yapılabilirliği artacak; zaman ve para kaybı olmadan binalar modern standartlara getirilmiş ve kullanıcı memnuniyeti sağlanmış olacaktır.

## 1.2 KAPSAM

Bu çalışmada binaların cephe sistemlerinin modernizasyonunda ve belirli performans özelliklerinin iyileştirilmesinde kullanılan yenileme tekniklerinin derlemesi yapılmaktadır. Yenileme teknikleri incelenirken, cephe üzerindeki toplam alanlarının fazlalığı ve dolayısıyla cephenin performansına olan etkilerinin büyüklüğü nedeniyle cephe elemanlarından duvarlar ve pencereler üzerine odaklanılmıştır. Tanıtılan tekniklerin verimliliği, her bir projeye göre farklılık göstereceğinden, teknikler

arasında karşılaştırma yapılmamakta, özellikle herhangi birinin kullanımı önerilmemektedir.

Cephe konstrüksiyonunun taşıyıcı katmanının da yenilediği durumlar yeniden yapım ile aynı karakteristik özellikleri taşıdığından çalışmanın kapsamı dışındadır. Ayrıca tarihi özellik taşıyan binalar ile yüksek binaların yenilenmesi ve strüktürel iyileştirmeyi kapsayan yenileme çalışmaları ayrı birer ihtisas konusu olduğundan bu çalışmaya dahil edilmemiştir.

### **1.3 YÖNTEM**

Literatür araştırmasına dayanan bu çalışmada önce cephe ve yenileme kavramları üzerinde durulmuştur. Binalarda yenileme kavramı, farklı yenileme yaklaşımlarına bağlı olarak şekillenen yenileme tanımları ve cephe yenilemeleri nezdinde ele alınmış; cephelerin fonksiyonları ve kuruluş özelliklerine göre cepheler tanımlanarak çalışmanın temelini oluşturan kavramlar açıklanmıştır.

Cephelerde yenileme teknikleri tanıtılmadan önce bu tekniklerin belirlenmesinde dikkat edilmesi gereken hususlar üzerinde durulmuştur. Cephelerde yenileme nedenleri, bu nedenlerin oluşmasına sebebiyet veren faktörler ve yenileme çalışmalarını yönlendirici ölçütler sınıflandırılarak tanıtılmış; şekil ve tablolarla desteklenerek açıklanmıştır.

Yenileme tekniklerinin belirlenmesi, cephelerde belirli performans özelliklerinin sağlanmasında etkili tüm tekniklerin incelenmesi ve bunlar arasından yenileme çalışmalarında kullanılacak olanların derlenmesi yöntemiyle olmuştur. Cephe yenilemelerinde kullanılan teknikler, etkili oldukları performans kriterlerine ve uygulandıkları cephe elemanına göre gruplandırılarak incelenmiş, böylece verilerin sınıflandırılması amaçlanmıştır. Örnekler bölümünde güncel yenileme projeleri, yenilemenin nedenleri ve kullanılan tekniklere bağlı olarak tanıtılmış; böylece yenileme tekniklerinin farklı projeler üzerinde uygulanabilirliği gösterilmek istenmiştir.

Çalışmanın sonucunda, literatür araştırmalarıyla toplanan veriler kontrol tabloları oluşturularak değerlendirilmiş, bundan sonra yenileme konusu ile ilgili yapılması gereken çalışmalar ile ilgili öneriler getirilmiştir.

Yapılan araştırmalar neticesinde yurtdışında yenileme konusu ile ilgili pek çok çalışmanın bulunduğu gözlemlenmiştir. Bu nedenle yenileme konusu ile ilgili kaynakların çoğu yabancı literatürden elde edilmiştir. Konuyla ilgili yabancı literatürde bulunan kitaplardan bazıları ve ele aldıkları konular şu şekildedir:

Thorpe'a (2010) ait Sürdürülebilir Konut Yeniden Düzenlemesi (Sustainable Home Refurbishment) adlı eser, konut binalarının sürdürülebilirlik ilkeleri bağlamında yenilenmesini ele almaktadır. Kitapta yalıtım stratejileri, binaların havalandırılması ve iklimlendirilmesi, elektrik enerjisinin etkin kullanımı, su yönetimi gibi konular işlenmiştir.

Baker'a (2009) ait Sürdürülebilir Yeniden Düzenlenme Kılavuzu :Konut Dışı Binalar (The Handbook of Sustainable Refurbishment Non-Domestic Buildings) adlı eserde konut harici bina tiplerinin sürdürülebilirlik ilkelerine göre yenilenmesi konusu sunulmuştur. Düşük emisyonlu yenileme stratejilerinin açıklanmasıyla başlayan çalışmada, yenileme stratejileri yapı elemanları ve servislerine göre sınıflandırılarak tanıtılmıştır. Yenileme projeleri üzerinden çalışmada anlatılan konular örneklenmiştir.

Douglas' a (2006) ait Bina Adaptasyonu (Building Adaptation) adlı eserde binaların değişebilirliği ve yeni kullanımlara adaptasyonu, yenileme prensipleri ve sürdürülebilir adaptasyon konularını da kapsayacak şekilde ele alınmaktadır.

Gorse ve Highfield' a (2009) ait Binaların Yeniden Düzenlenmesi ve Geliştirilmesi (Refurbishment and Upgrading of Buildings) isimli eserde binaların yenilenmesi ve modernizasyonu konusu, mevcut yapı elemanlarında strüktürel, termal ve akustik iyileştirmeler ile binaların nem ve rutubetten korunması konularını da içerecek şekilde tanıtılmaktadır.

Schwehr, Fischer ve Geier'in (2011) ortak çalışması olarak, Uluslararası Enerji Ajansı desteğiyle hazırlanan ve yayınlanan Yenileme Stratejileri Tasarım Rehberi & Bir Prefabrik Modül İçin 10 Adım (Retrofit Strategies Design Guide - Advanced Retrofit Strategies & 10 Steps to a Prefab Module) adlı eser, yenileme (retrofit) stratejileri tasarım rehberi olarak tasarlanmıştır. Çalışmada gelişmiş yenileme teknikleri ve prefabrik cephe yenileme modülleri tanıtılmaktadır.

Ülkemizde ise yenileme konusunun son yıllarda ele alınmaya başlandığı ve özellikle enerjinin etkin kullanımı ile ilgili olan yenileme çalışmaları üzerinde durulduğu belirlenmiştir. Işık'ın (2007) hazırladığı, "Türkiye'de Mevcut Yapıların Enerji Etkinliğini İyileştirmeye Yönelik Bir Çalışma" isimli tez çalışması, ülkemizde bina yenilemeleri üzerine yapılan çalışmalardan biridir.

## **2. TEMEL KAVRAMLAR**

Binalarda belirli fonksiyonel özellikleri bulunan cepheler, farklı kuruluş şekilleriyle üretilebilmektedir. Bu fonksiyonların ve kuruluş şekillerinin bilinmesi, yenileme çalışmalarında kullanılacak tekniklerin belirlenmesinde yönlendirici faktör olarak karşımıza çıkmaktadır. Aynı şekilde binalarda yenileme çalışmalarının, binaya yapılan müdahale düzeylerine göre tanımlanması ve cepheler nezdinde özelleştirilerek açıklanması, çalışmanın sınırlarının çizilmesi bakımından önemlidir. Bu bağlamda, bu bölümde çalışmanın temel kavramlarını oluşturan cephe sistemleri ve binalarda yenileme yaklaşımlarıyla ilgili bilgi verilmektedir.

### **2.1 BİNALARDA CEPHE SİSTEMLERİ**

Günümüzde, cephe kavramı ile ilgili pek çok görüş ve tanım ile karşılaşmak mümkündür. Hasol, Ansiklopedik Mimarlık Sözlüğü (2008a) adlı eserinde cephenin tanımını şu şekilde yapmaktadır: “1. Bir binanın yüzlerinden her biri; özellikle ön yüz. Cephe, baktığı doğrultuya ya da işlevine göre adlandırılır: güney cephesi, yol cephesi, deniz cephesi, manzara cephesi, giriş cephesi vb. 2. Bina yüzüne dik doğrultuda sonsuzdan bakılan görünüş.”

Cephe sistemleri literatürde düşey yapı kabukları olarak da anılmaktadır. Binalarda yapı kabuğu, mekanı şekillendiren, sınırlandıran, iç mekan ile dış mekanı birbirinden ayıran ve bağlayan, iç mekanı dış ortam koşullarından koruyarak, kullanıcıların ihtiyaç duyduğu konfor şartlarının oluşturulması ve sürdürülmesini sağlayan yapı sistemidir. Binaların cephesi, çatısı ve dış atmosfer koşullarıyla iletişim halindeki döşemeleri (bazı kaynaklara göre temeller ve temel duvarları da) yapı kabuğunun

elemanlarıdır. Cephe sistemi atmosfer koşullarıyla etkileşim içinde olan yapı kabuğunun düşey bileşenini oluşturmaktadır.

Binaların cepheleri dıştan içe doğru birden fazla yapı bileşeninin değişik yollarla birleşimi ile oluşmaktadır. Cephe sistemini oluşturan temel elemanlar dış duvarlar ve duvar boşluklarında yer alan pencere ve kapılardır. Genel anlamda dış duvarlar koşulları oluşturulmuş bir iç ortamı, bir dış ortamdan belirli bir amaca yönelik olarak ayıran çevreleyiciler olarak tanımlanmaktadır (Deniz ve diğ., 2011). Duvarlar, yapım biçimleri (örme, yerinde dökme, prefabrike vb.) yapı sistemleri (karkas, yığma vb.) ve gereçleri (taş, tuğla, ahşap, kerpiç vb.) açısından farklı kuruluş özelliklerine sahip olarak üretilebilmektedir.

Duvar boşluklarında bulunan pencereler, doğal havalandırma ve aydınlatma, manzaraya açılma gibi görevleri üstenererek, binanın dış ortamla ilişki kurmasını sağlayan cephe elemanlarıdır. Duvar boşlukları üzerinde yer alan diğer bir cephe elemanı olan kapılar ise iç mekan ile dış mekan arasında geçişi ve mekanların birbirlerine karşı kapanmasını sağlamaktadırlar. Bu özellikleri nedeniyle dış kapıların her çeşit dış etkene karşı koruyucu olması ve binanın emniyetini sağlaması gerekmektedir.

Cephe tasarımında çevresel, teknolojik, sosyo-kültürel, fonksiyonel ve estetik pek çok belirleyici faktör etkilidir (Koçlar Oral ve diğ., 2004). Cephenin etkinliği ve sağlamlığı konusundaki en önemli faktörler ise cephenin boyutları, kullanılan malzemelerin performansı ve uyuşması, üretim süreci ve detaylar, elemanların birbirleriyle birleşimleri ve etkileşimleridir (URL-3).

### **2.1.1 Cephe Sistemlerinin Fonksiyonları**

Binalarda kullanıcı ihtiyaçları doğrultusunda belli bir dengenin kurulması ve sürdürülmesi amaçlanmaktadır. Cephe sistemleri binalarda iç ortam ile dış ortamı birbirinden ayırarak, iç ortamda kullanıcıların ihtiyaç duyduğu konfor şartlarının yaratılması, sürdürülmesi ve çevresel etmenlerin kontrolünü sağlar. Bu bağlamda cepheler, iç ve dış ortamlar arasında bir dengeleme fonksiyonu üstlenmektedir (Gür, 2004).



Cephenin etkisi tüm strüktür içinde kapladığı alanla sınırlı değildir. Cephe, yabancı dillerdeki söylenişle “fasad” terim olarak da, Latince’de yüz anlamına gelen “facies” kelimesinden türemiştir (Harmankaya, Soyuluk, 2010). Binada algılanan ilk tasarım olan cepheler, binanın iç mekanını olduğu kadar çevresindeki alanı da etkilemektedirler.

Cepheler tüm yapı sisteminde tasarım, kullanım, strüktür ve yapı servisleriyle direkt etkileşim içinde olan tamamlayıcı elemanlardır. Estetik, aydınlatma, havalandırma, kullanıcı konforu, taşıyıcılık ve yapı servisleri gibi konular cephe oluşumunda etkili olmaktadır. Bu özellikleriyle cepheler tüm tasarım ve yapım sürecinde belirleyici etkiye sahiptirler (Knaack ve diğ., 2007).

Schittich (2001), iç ve dış ortamlar arasında ayırıcı ve bağlayıcı eleman olan cephelerin fonksiyonlarını şu şekilde sıralamıştır:

- Aydınlatma
- Havalandırma
- Nemden koruma
- Sıcağa / soğuğa karşı yalıtım
- Rüzgardan koruma
- Güneşten koruma
- Kamaşmadan koruma
- Görsel koruma
- Görsel ilişki / saydamlık
- Güvenlik
- Mekanik hasarın önlenmesi
- Gürültüden koruma
- Yangından koruma
- Enerji kazanımı

### **2.1.2 Cephe Sistemlerinin Sınıflandırılması**

Cephe sistemleri, binanın taşıyıcı sistemi ile olan ilişkisi, kullanılan malzeme, ön üretim düzeyi, katman ve kabuk yapılarına bağlı olarak pek çok farklı şekilde üretilebilmektedir. Herzog (2004) konstrüktif kriterlere göre cephe sistemlerinin sınıflandırılması şu şekilde yapılmaktadır (Tablo 2.1):

Tablo 2.1. Konstrüktif kriterlere göre cephe sistemlerinin sınıflandırılması  
(Herzog, 2004)

CEPHELERİN SINIFLANDIRILMASI	
Taşıyıcı sistem parçası olarak cepheler	Taşıyıcı olmayan cepheler
	Taşıyıcı cepheler
Katmanlaşma yapısına göre sınıflandırma	Tek katmanlı cepheler
	Birden fazla katmanlı cepheler
Kabuk yapısına göre sınıflandırma	Tek kabuklu cepheler
	Birden fazla kabuklu cepheler
Cephenin havalandırılma özelliğine göre sınıflandırma	Havalandırmasız cepheler
	Havalandırılmalı cepheler
Ön üretim düzeyine göre sınıflandırma	Ön üretim düzeyi düşük cepheler
	Ön üretim düzeyi yüksek cepheler

#### 2.1.2.1 *Taşıyıcı Sistem Parçası Olarak Cepheler*

Dış formun ayrılmaz bir parçası olan cepheler, binalarda taşıyıcı sistem ile beraber düşünülmektedir. Cepheler strüktürel olarak taşıyıcı sisteme yardımcı olarak tasarlanabileceği gibi taşıyıcı sistemden üzerine yük almayacak, yapının taşıyıcı sistemine katkı sağlamayacak şekilde de kurgulanabilirler.

Yığma sistem olarak inşa edilmiş binalarda, cephe elemanlarından duvarlar hem hareketli hem de ölü yükleri temele kadar aktarma ile görevlidir. Bu sistemlerde duvarlar taşıyıcı diyafram niteliğindedir. Bu nedenle dış duvarların üstleneceği tüm işlevler, taşıyıcılık özelliğine zarar vermeyecek şekilde tasarlanmalıdır. Özellikle duvar üzerinde açılacak boşluklar sistemin rijitliğini etkilemekte, dolayısıyla bu sistemlerde duvar boşluklarının yeri ve büyüklüğü belli kriterlere göre belirlenmektedir. Yığma sistemlerde duvarlar, taş, tuğla, beton ve ahşap gibi malzemelerden inşa edilmektedir.

Binanın taşıyıcısının iskelet sistem olması durumunda, cephe sisteminin binanın taşıyıcılığına etkisi bulunmamaktadır. Dış duvarlar taşıyıcılık işlevlerini kolon ve

kirişlere devrederek, yalnızca binanın iç ortamı ile dış ortamını ayırma işlevini en ideal biçimde yerine getirmekle görevlidir.

### 2.1.2.2 Katmanlaşma Yapısına Göre Cephe Oluşumu

Cephe sistemlerine belirli özellikler kazandırmak amacıyla, farklı özellik ve strüktürdeki katmanlar eklenebilmektedir. Bu katmanların konstrüksiyon kalınlığı bir milimetreden daha küçük boyutlardan (örn. Low-E kaplama) bir metreden daha fazla boyutlara kadar (örn. çift kabuklu cam cephelerdeki hava katmanı) çeşitlilik gösterebilmektedir (Gür, 2007). Cephe sistemleri katmanlaşma yapısına göre genel olarak tek katmanlı cepheler ve çok katmanlı cepheler olarak iki grupta incelenmektedir.

*Tek Katmanlı Cepheler:* Cephe sistemleri temel olarak en az bir katman içerir. Bu katman taşıyıcılık, iç kaplama ve dış kaplama fonksiyonlarını üstlenmektedir. Bu tip cephelerde ısı, hava, su, ses ve nem kontrolü rastlantısal olarak gerçekleşir (Deniz ve diğ., 2011). Tarihi binalarda kullanımına çokça rastlanan sıvasız kagir yığma sistemler tek katmanlı cephe sistemlerini en iyi anlatan örneklerden biridir (*Şekil 2.1*).



Şekil 2.1 Tek katmanlı olarak düzenlenmiş Tekfur Sarayı dış duvarları, Ayvansaray, İstanbul (URL-4)

*Çok Katmanlı Cepheleer:* Farlı özellikteki katmanlar birleşerek çok katmanlı cepheleeri oluşturmaktadır (Şekil 2.2). Bu katmanlar cephe sistemindeki görevlerine göre 3 başlıkta incelenmektedir (Deniz ve diğ., 2011).

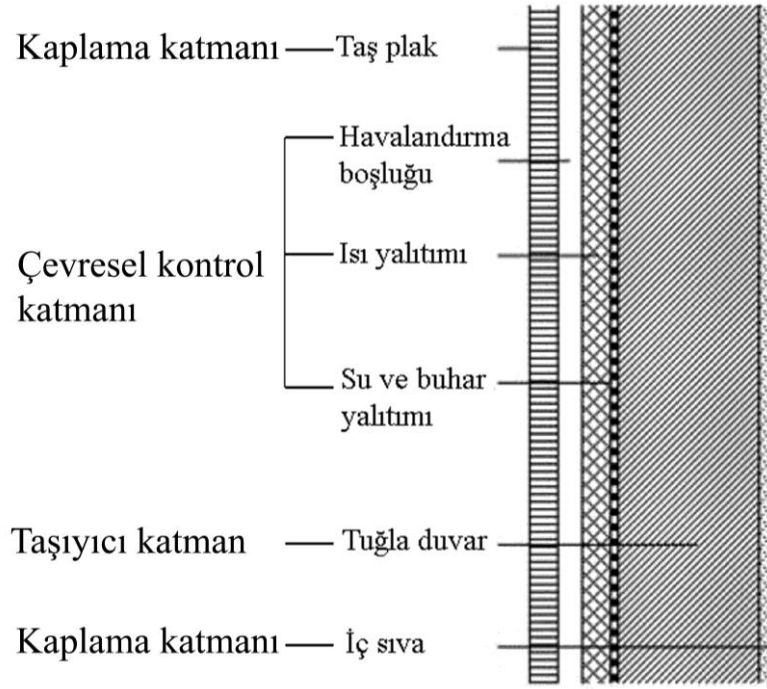
- *Taşıyıcı/Strüktürel Katmanlar:* Cepenin mekanik fonksiyonlarını yüklenen taşıyıcı katmanlar, cephe sistemini ayakta tutak katmanlardır. Bu katmanlar masif veya iskelet yapıda olabilmektedir (Gürdal ve Acun, 2005).
- *Çevresel Kontrol Katmanları:* Bu katmanlar cepenin çevresel performans özelliklerini belirleyen katmanlardır. Su/nem, ısı, buhar ve ses kontrol katmanları, bir cephe sisteminin ihtiyaç duyduğu temel çevresel kontrol katmanlarını oluşturmaktadır. Cephe elemanlarından dış duvarlarda kullanılan çevresel kontrol katmanları ve bu katmanların fonksiyonları Tablo 2.2’ de gösterilmektedir (Deniz ve diğ., 2011).

Tablo 2.2 Dış duvarlarda kullanılan çevresel kontrol katmanları ve fonksiyonları.

KATMAN	KONTROL FONKSİYONU	KONTROL GEREKTİREN NEDENLER	KONTROL STRATEJİSİ
<b>Su ve Nem Kontrol Katmanı</b>	Su ve nem göçü kontrolü	Biriken su	Akıtma, taşıma, boşaltma, depolama ve kurutma, boşaltma suyu perdesi, yağmur perdesi, dinamik tampon bölge, tam bariyer
		Kapiler su	Kapiler bariyeri, kapiler kesici
		Hava hareketiyle giren su	Hava bariyer sistemi, kapalı gözenekli ısı tutucu
<b>Buhar Kontrol Katmanı</b>	Buhar geçiş kontrolü	Yoğuşma	Buhar kesici, ısı tutucu
<b>Isı Kontrol Katmanı</b>	Isı iletimi kontrolü	Kondüksiyon, konveksiyon, radyasyon yoluyla ısı iletimi	Isı tutucu, radyasyon bariyeri, hava bariyer sistemi, cam yansıtıcı, ısı yansıtıcı
<b>Ses Kontrol Katmanı</b>	Ses iletimi kontrolü	Hava doğuşumlu ses, darbe kaynaklı ses	Ses yalıtımı, titreşim yalıtımı, akustik düzenleme

- *Kaplama Katmanları:* Kaplama katmanları cephenin dokusunu ve görsel niteliğini belirlemektedir. Son katmanı oluşturan iç ve dış kaplama uygulamaları, taşıyıcı gövde sisteminin türüne ve varsa kendinden önceki çevresel kontrol katmanına bağlı olarak değişmektedir.

Cephelerde kaplama katmanı olarak, plaka, rijit ya da ince esnek levha veya pano gibi parçalı birimli malzemeler ile sıvı veya hamur kıvamlı malzemeler kullanılabilir. Bu katmanların cephe gövdesine tespiti kullanılan malzemeye bağlı olarak, yapıştırma, örme, sürme, püskürtme veya tespit elemanlarıyla asma, çakma, vidalama, perçinleme yöntemleriyle gerçekleştirilmektedir.



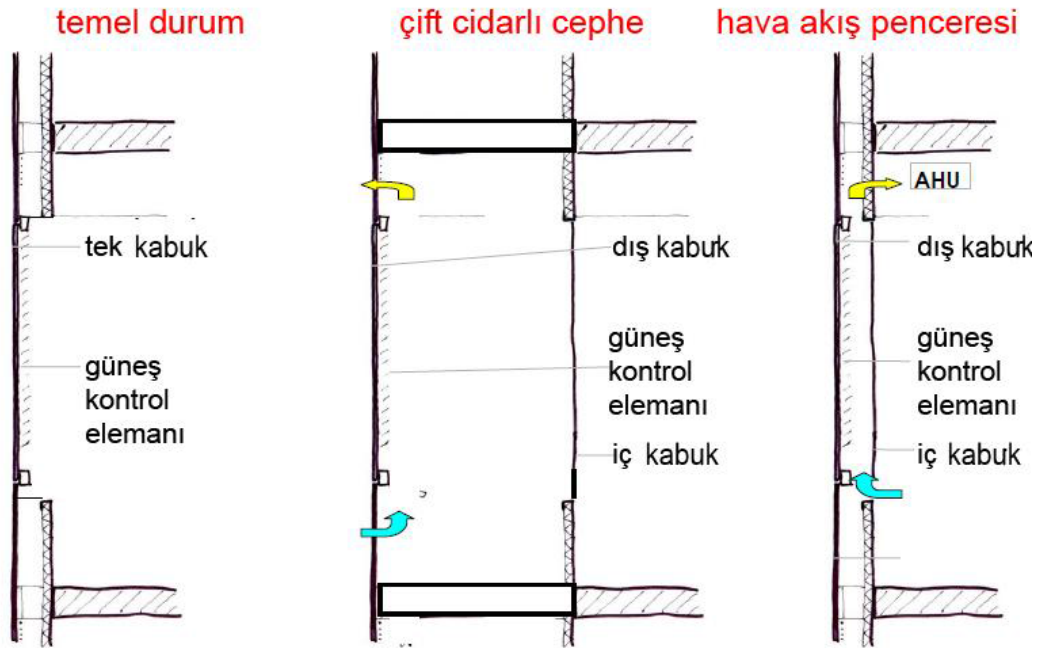
Şekil 2.2 Örnek bir dış duvar kesiti üzerinden duvarların katmanlaşma yapısının gösterimi.

### 2.1.2.3 *Kabuk Yapısına Göre Cephe Oluşumu*

Cephe sistemi içerisinde, tek veya birden çok katmandan meydana gelebilen kabuk elemanı, konstrüktif olarak kendisini taşıyabilen özelliktedir (Herzog, 2004). Cephe sistemleri bir veya birden fazla kabuktan oluşabilmektedirler.

Çift veya daha çok kabuklu cephelerin kaynaklarda pek çok tanımı mevcuttur. Genel olarak çift kabuk terimi, cepheyi oluşturan iki yapı kabuğu arasında hava koridoru gibi bir tampon bölgenin bulunduğu cephe sistemlerini tanımlamak üzere kullanılmaktadır. Genişliği 20 cm ile birkaç metre arasında değişebilen bu hava koridoru cephe boyunca devam edebileceği gibi cephenin bir kısmı boyunca da kullanılabilir. Çift kabuklu cepheler, kabuklar arasındaki boşluk geometrisi, havalandırma türü ve havalandırma biçimlerine göre farklı kuruluş özelliklerine sahiptirler.

Çift kabuk cephelerde, tampon bölge olarak tanımlanan kabuklar arasındaki boşluk, kabukların bakımının sağlanabilmesi için minimum 60 cm olmalıdır. Tek veya çok katmanlı iki kabuk arasındaki tampon bölge genişliğinin 20 cm ile 60 cm arasında olduğu cephe sistemleri için, “hava akış penceresi (airflow window)” terimi kullanılmaktadır (Şekil 2.3) (Örkmez, 2012)



Şekil 2.3 Cephelerde temel durum, çift kabuklu cephe ve hava akış penceresi (Örkmez, 2012)

Soğuk iklim bölgelerinde bulunan ve enerjinin etkin kullanımı kaygısını taşıyan binalarda çok kabuklu sistemler sıkça kullanılmaktadır. Bu tip cephelerde, dış kabuk;

hava, rüzgar ve diğer dış ortam etmenlerine karşı koruyuculuk görevi üstlenirken; iç kabuk, iç mekan ile kabuklar arasındaki hava tabakası ile ilişki kurmaktadır. Kabuklar arasındaki hava tabakası aşırı ısınmaya, rüzgara ve sese karşı önlem olarak yalıtım sağlar. Gün ışığı kontrol elemanları da genellikle kabukların arasındaki bölümde bulunmaktadır.

#### 2.1.2.4 Havalandırılma Özelliğine Göre Cephe Oluşumu

Cephe havalandırılmalı sistemler birden fazla kabuk içeren sistemlerdir. Bu sistemlerde yoğunlaşma ve ısıyı havalandırma yoluyla ortadan kaldıran bir veya daha fazla hava katmanı yer almaktadır.

Havalandırma türüne göre çift kabuk cephe üç grupta incelenmektedir.

- *Doğal havalandırılmalı (pasif) cephe*: Doğal havalandırılmalı cephelerde iç mekan havalandırılması, kabuklar arasında kalan hava boşluğuna açılan pencereler sayesinde sağlanmaktadır. Boşluk içine alınan hava rüzgar basıncı ve /veya baca etkisiyle dışarı atılmaktadır (Lakot, 2007). Rüzgâr basıncı, kabuklar arasındaki havanın akım hızına etki etmektedir. Böylece hava sirkülasyonu hızlanmaktadır. Kabuklar arasındaki boşlukta baca etkisi yaratarak da doğal havalandırma sağlamak mümkündür. Bu durumda hava boşluktaki en alt açıklıktan içeriye doğru alınmakta ve ısıtılmaktadır. Soğuk havadan daha hafif olan sıcak hava, termal olarak rahatsızlık vermeden bina yüksekliğindeki şaftlardan ya da her kat seviyesinde düzenlenen kanallardan dışarıya atılarak boşlukta hava sirkülasyonu sağlanmış olmaktadır.
- *Mekanik havalandırılmalı (aktif) cephe*: Bu cephelerde genellikle döşeme altında veya üstünde yer alan bir havalandırma sistemiyle, kabuklar arası tampon bölgedeki havanın iç mekana giriş ve çıkışı sağlanarak, temiz havanın en iyi şekilde mekanlara dağıtımını amaçlanmaktadır. Hava, mekanik sistemler yardımıyla havalandırma boşluğuna alınmakta, diğer katlara doğru yükselirken boşluk içindeki ısı da hava ile birlikte dışarı atılmaktadır. Ayrıca boşluk içine alınan hava, dışarıdan içeriye direkt alınmadığı için boşluk içinde oluşabilecek kirlenme ve yoğunlaşma riski de azaltılmış olmaktadır. (Lakot, 2007)

- *Doğal ve mekanik havalandırmalı (hybrid ya da interaktif) cephe*: Bu cephe sistemlerinde doğal ve mekanik havalandırma beraber kullanılmaktadır. Sistemin çalışma prensibi doğal havalandırmalı cephelelerin çalışma prensibine benzemekle beraber, aralarındaki en önemli fark, havalandırmanın zorla yapılmasıdır. Sistem sadece baca etkisine bağlı çalışmadığından, sıcak iklimlerde yüksek soğutma istenildiği durumlarda kullanımı tercih edilmektedir. (Lakot, 2007)

#### 2.1.2.5 Ön Üretim Düzeyine Göre Cephe Oluşumu

Ön üretim düzeyi açısından cephele, inşaat alanına ayrı bileşenler veya ön montajlı modüller halinde gelmelerine göre sınıflandırılmaktadır. Ön üretim düzeyi en düşük olan cephe çeşidi örme duvar tekniğiyle yapılan cephelelerdir (Şekil 2.4). Cephe kuruluşlarında kullanılan prekast cephe panelleri ise oldukça yüksek ön üretim düzeyine sahiptir. Bu panellerin boyutları projeye göre çeşitlilik göstermekle birlikte, 20 cm konstrüksiyon kalınlığı ile 300x1000 cm ebatlarında cephe panellerinin üretilmesi mümkündür (Şekil 2.5).



Şekil 2.4 İzoduo yalıtımlı duvar bloğu örme uygulaması (URL-5)





Şekil 2.5 Huntington kütüphanesi yapımında kullanılan prekast cephe panelleri (URL-6)

Hedeflenen ön üretim düzeyi konstrüksiyon prensibi, eleman boyutu, montaj ve olası demontaj şartlarını önemli ölçüde belirlemektedir (Gür, 2007). Cephe elemanlarının ön üretim düzeyi azaldıkça, inşaat alanında yapı iskelesine duyulan ihtiyaç ve montaj süresi artar; üretim hava koşullarından daha çok etkilenir. Kontrollü fabrika koşullarında üretilen ön üretim düzeyi yüksek cephe bileşenleri yüksek kalite standartlarında temin edilir (Hindrichs ve Heusler, 2006).

## 2.2 BİNALARDA YENİLEME

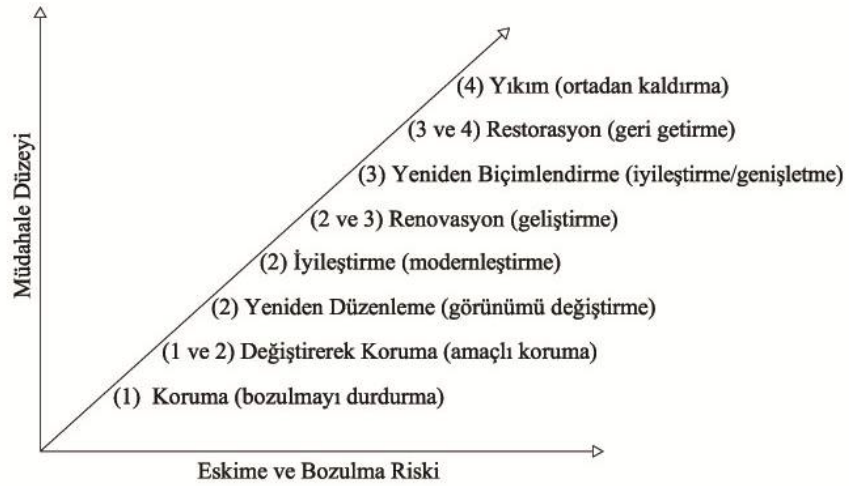
İnşaat işleri genel olarak yeni yapım ve yenileme olarak sınıflandırılmaktadır. Yeni yapım, inşaat alanında herhangi bir yapının herhangi bir parçası olmadan, sıfırdan başlayan çalışmalar için kullanıldığından anlaşılması daha kolay bir kavramdır. Ancak yenileme kavram olarak çok geniş bir anlam içerir. En geniş anlamıyla bir şeyi tekrar yeni hale getirmek olan yenileme terimi, inşaat sektöründe mevcut bir yapıya uygulanan her türlü yapım çalışması için kullanılmaktadır.

Binaların yenileme çalışmalarında, çatı, duvar, döşeme, tesisat sistemleri, mekanik servisler, kapı ve pencere elemanlarının yenilenmesi yapılabilmektedir. Yapı elemanlarının her biri, birbirinden bağımsız olarak yenilenebileceği gibi binadan

beklenen performansa bağılı olarak gruplar halinde de ele alınabilmektedir. Örneğin yapı kabuğunu oluşturan çatı ve cephe sistemi genellikle beraber yenilenmekte, amaç binanın enerji verimliliğini arttırmak olduğunda mekanik servisler de yenileme çalışmasına dahil edilmektedir. Hangi yapı elemanına ne ölçüde müdahale edileceği binanın mevcut durumu ve yenileme çalışmasının kapsamıyla ilgilidir. Binanın durumuna ve uygulanan müdahale düzeylerine göre yenileme çalışmaları farklı terimlerle ifade edilmektedir.

### 2.2.1 Müdahale Düzeylerine Göre Yenileme Tanımları

Binalarda yenilemenin amacı ve kullanılan yöntemler büyük bir çeşitlilik göstermektedir; fakat bu terim genel olarak basit onarım veya rutin bakımdan daha kapsamlı bir çalışmayı ifade etmektedir. Yenileme çalışmaları yapım amaçları, kapsamı ve kullanılan yöntemlere göre farklı terimlerle tanımlanmaktadır. Douglas (2006) mevcut binalara müdahale çeşitlerini, binalarda görülen eskime, bozulma ve buna karşı uygulanan müdahale düzeylerine göre sınıflandırmıştır (Şekil 2.6). Bu çalışmaya göre binalarda yenileme kapsamında kullanılan terimler ve tanımları şunlardır:



Notlar:

1. Bakım: Yapısal onarımı kapsayan temel adaptasyon çalışmaları
2. Stabilizasyon: Strüktüre uygulanan güçlendirme ve kapsamlı iyileştirme çalışmaları
3. Sağlamaştırma: Orta düzeyde adaptasyon ve bakım çalışmaları
4. Rekonstrüksiyon: Yapı bölüm veya bölümlerinin büyük oranda yeniden yapımı

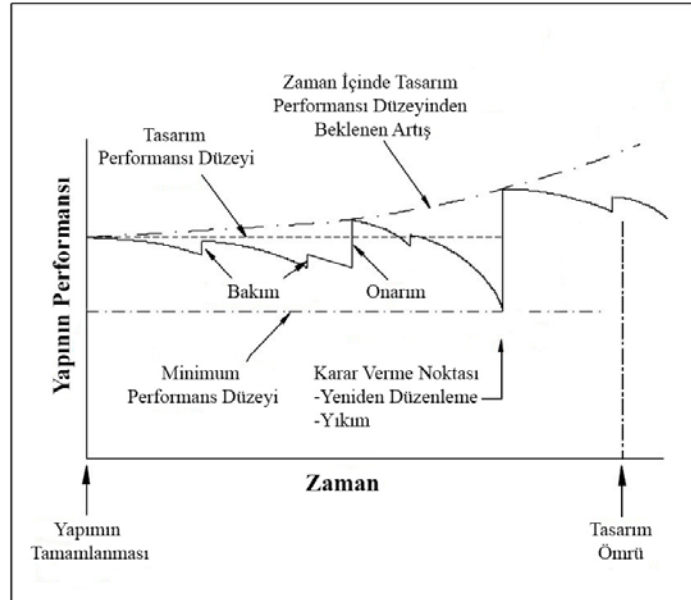
Şekil 2.6 Mevcut yapılara yapılabilecek müdahalelerin çeşitleri (Douglas, 2006)

*Mevcut durumda koruma (Preservation)* bir yapının ya da anıtın bozulmasını hassas tamir teknikleri kullanarak önlemek veya yavaşlatmaktır. Mevcut durumda koruma, var olan malzemelerin bakım ve onarımı ile zaman içinde gelişmiş olan gayrimenkulün formunun sürdürülmesine odaklanmaktadır. Bu tip yenileme çalışmaları muhafaza ve stabilizasyon kriterlerini içermektedir.

*Değiştirerek Koruma (Conservation)* bir yapıyı belli ölçüde yararlı değişimi de içerecek şekilde muhafaza etmektir. Değiştirerek koruma; binaların, kültürel sanat eserlerinin, doğal kaynakların enerji ve gelecek için değerli sayılan diğer şeylerin hayatta kalması veya korunmasını güvence altına alacak her türlü eylemi içermektedir.

*Yeniden Düzenleme (Refurbishment)* bir yapının modernleştirilmesi veya revizyondan geçirilmesi ile güncel fonksiyonel koşullara getirilmesidir. Genellikle strüktürel nitelikte olmayan büyük iyileştirmelerle sınırlandırılmıştır. Ancak, bazı yeniden düzenleme planları ek yapılaşmayı da içerebilmektedir.

Mevcut yapılarda yeniden düzenleme uygulandığı durumlarda yapının mevcut haliyle kullanılabilir nitelikte olmadığı söylenilebilmektedir. Şekil 2.7’de bir yapının yeniden düzenleme aşamasının yapının yaşam döngüsünün hangi evresine denk geldiği gösterilmektedir (Riley ve Cotgrave, 2004).



Şekil 2.7 Bir yapının yaşam döngüsü (Riley ve Cotgrave, 2004)

Diyagramda yeniden düzenlemenin yapıldığı zaman ve yapının karşılaşması gereken performans değerlerine ait belirli bir veri verilmemektedir. Çünkü bu değerler yapının kullanımı boyunca geçirdiği onarım işlerine ve yapının kullanıcıya veya sahibinin yapıdan beklediği performans ihtiyaçlarına göre değişmektedir (Riley ve Cotgrave, 2004).

*İyileştirme (Rehabilitation)* yapının ömrünü uzatmak için yapılan planlanmış bakım kapsamı dışındaki çalışmalardır. Bu terimin kullanım alanı aslında konut yapıları ile sınırlıdır. İyileştirme; yapının tarihsel, kültürel ve mimari değer taşıyan bölümlerini veya özelliklerini koruyarak; tamir, tadilat ve eklemelerle yapı için uygun kullanımı mümkün kılma eylemi veya işlemi şeklinde tanımlanabilmektedir (Douglas, 2006). Hasol (2008a)'da iyileştirmeyi “harap ya da terk edilmiş eski bir yapının, tarihsel çevrelerin değişen gereksinimlerini karşılayacak biçimde onarılarak çağdaş yaşama katılmasının sağlanması” olarak tanımlamaktadır.

*Renovasyon (Renovation)*, eski yapıların kabul edilebilir bir düzeye gelecek şekilde tamiri ve iyileştirilmesidir. Yapı orijinal tekniğine uygun bir şekilde korunur. Bütünü oluşturan bileşenlerden bazıları tümünden yeni bir niteliğe kavuşturulur (Hasol, 2008a). Yenileme çalışmaları dönüştürme çalışmalarını içerebilmektedir (Douglas, 2006).

*Yeniden biçimlendirme (Remodelling)* Kuzey Amerika'da adaptasyon terimi yerine kullanılan bir terimdir. Bir yapıyı eski haline, yeni bir kullanım veya duruma gelecek şekilde yeni yapmak veya restore etmek anlamına gelmektedir (Douglas, 2006).

*Restorasyon (Restoration)* bir öğeyi orijinal görünüm veya durumuna geri getirmek demektir. Restorasyon genellikle bir mülkü, diğer dönemlerin kanıtlarını kaldırarak, geçmişteki belli bir zaman diliminde olduğu halinde tasvir etmek için yapılmaktadır. Bu genelde eski yapının fiziksel ve/veya dekoratif durumunun da belirli bir tarih veya olaya geri getirilmesini kapsar. Yapının belli bir zaman dilimindeki formu özellikleri ve karakterini kesin olarak betimlemek için eksik bölümlerinin rekonstrüksiyonu yapılmaktadır (Douglas, 2006).

Yapılarda yenileme konusu bazı kaynaklarda farklı şekilde sınıflandırılmış ve yukarıda açıklanan terimlere ek olarak başka terimler de kullanılmıştır. Riley ve Cotgrave (2004), çalışmalarında yeniden düzenleme yerine veya yeniden düzenleme ile birlikte kullanılan, dönüştürme ve retrofit terimlerine yer vermektedir.

*Dönüştürme (Conversion)* yapının ana strüktürü değiştirilmeden ana kullanımının değiştirilmesi olarak tanımlanmaktadır (Riley ve Cotgrave, 2004).

*Retrofit*<sup>1</sup> yeni ve daha modern sistemlerin mevcut yapılara yerleştirilmesi anlamına gelmektedir (Riley ve Cotgrave, 2004). Retrofit çalışmalarıyla, yeni ihtiyaçları karşılamak veya özgün tasarımda öngörülemeyen performans kriterlerine ulaşmak amacıyla, mevcut tesis ya da alt sistemler yeni teknolojiyi içerecek şekilde yeniden tasarlanmakta ve inşa edilmektedir (Douglas, 2006).

Thaller (2009), tamir veya yapıya ek yapmak haricinde, mevcut bir yapıda yapılan herhangi bir konstrüksiyon veya yenileme çalışmasını değiştirme (*alteration*<sup>2</sup> terimi ile) olarak tanımlar.

Schwehr ve diğ. (2011) yapılarda yenileme çalışmalarını kısmi yenileme ve kapsamlı yenileme olarak sınıflandırmaktadır. Bu çalışmaya göre, 20-25 yılının doldurmuş yapılarda kısmi yenilemeye ihtiyaç duyulmaktadır. Yenileme ihtiyacı yapının iç ortamında, banyo, tuvalet, mutfak, yapı kabuğu parçaları ve yapı teknolojilerinde görülmektedir. Kapsamlı yenileme ihtiyacı genelde 40-50 yıl arasında oluşmaktadır. Kapsamlı yenileme çalışmalarıyla, yapı kabuğu, yapı teknolojisi, tesisat ve tüm iç mekan yenilenir.

İngiliz Yapı Araştırma Kurumu (BRE) ve Amerikan Yeşil Binalar Konseyi (USGBC) binalarda yenileme çalışmalarını küçük (minor) ve büyük (major) yenilemeler olarak sınıflandırmaktadır. Her iki kurum da binalarda termal performansı etkilemeyen veya kayda değer bina kabuğu yenilemelerini içermeyen

---

<sup>1</sup> Retrofit: güçlendirme (özgün malzemesinden farklı malzeme ile) (Hasol, 2008b)

<sup>2</sup>Alteration: değiştirme, tadilat.

değişimleri küçük yenilemeler ve operasyonel yönetim çerçevesinde değerlendirmektedir. Büyük yenilemeler ise farklı tanımlara sahiptir. BRE büyük yenilemeleri, termal elemanlar, bina servisleri ve bağlantı elemanlarından birinin veya birkaçının değiştirilmesi ve/veya eklenmesiyle sonuçlanan çalışmalar olarak tanımlamaktadır. Bu tanımda bahsedilen termal elemanlar, duvar, çatı ve döşemeleri; bina servisleri, aydınlatma, ısıtma ve mekanik havalandırma ve soğutmayı; bağlantı elemanları ise pencereler, giriş kapıları ve çatı ışıklıklarını içermektedir. USGBC'nin büyük yenileme tanımı ise mekanik tesisat elemanlarının yenilenmesi, kayda değer yapı kabuğu modifikasyonları ve büyük iç mekan iyileştirmelerini kapsamaktadır. (Shah, 2012)

Son olarak, İstanbul İmar Yönetmeliği'nde (2007) yapılardaki yenileme çalışmaları basit tamir ve tadil ile esaslı tadilat olarak iki başlık altında ele alınmış ve şu şekilde açıklanmıştır:

**“Basit Tamir ve Tadil:** Yapılarda derz, iç ve dış sıva, boya, badana, oluk dere, doğrama, döşeme ve tavan kaplamaları, elektrik ve sıhhi tesisat tamirleri ile çatı onarım ve kiremit aktarılması işlemleridir.

**Esaslı Tadilat:** Yapılarda taşıyıcı unsuru etkileyen ve/veya inşaat alanını ve ruhsat eki projelerini değiştiren işlemlerdir. Esaslı tadil, ruhsata tabidir.”

Bu çalışmada kullanılan yenileme terimi ile binanın özgün tasarımında öngörülemeyen performans kriterlerine ulaşmak, değişen/yeni ihtiyaçları karşılamak veya çeşitli etkenlere maruz kalarak bozulmaya uğramış, fonksiyonlarını yerine getiremez duruma gelmiş mevcut tesis ve/veya alt sistemlerin fonksiyonel özelliklerini geri kazanması için yapılan, basit tamir ve onarım haricindeki çalışmalar ifade edilmektedir. Binanın revizyondan geçirilmesi ile modernleştirilmesi ve güncel fonksiyonel koşullara getirilmesi amaçlanmaktadır. Bu kapsamda yeniden düzenleme ve retrofit tanımlarıyla paralellik göstermektedir. Yenileme çalışmalarının kapsamı strüktürel nitelikte olmayan iyileştirmelerle sınırlandırılmıştır; fakat belli ölçüde ek yapılaşmayı da içermektedir.

### 2.2.2 Cephelerde Yenileme

Binalar, strüktür, kabuk ve servis alt sistemlerinin bir araya getirilmesiyle oluşan bir sistemler bütünüdür. Kabuk alt sisteminin elemanı olan cepheler, gerek mekansal kurguya şekil vermeleri, gerekse binanın yapım ve işletim aşamasında diğer bina alt sistemleriyle bütünleşik bir kurguyla hizmet vermeleri nedeniyle binaların en baskın sistemleri olarak nitelendirilmektedir (Schittich, 2001). Binalarda iç ortam ile dış ortamı birbirinden ayırarak, iç ortamda konfor şartlarının yaratılması, sürdürülmesi ve çevresel etmenlerin kontrolünü sağlayan cepheler, etkinliklerini ortalama 30 yıl sürdürebilmektedirler. Yapı sistemi içinde taşıdıkları kritik önem itibarıyla cephe sistemlerinin yenilenmesi, binanın toplam performansının iyileştirilmesinde önemli rol oynamakta; binanın ekonomik bir ürün olarak kullanım ömrünü uzatmaktadır.

Cephelerin yenilenmesi denildiğinde, katman, kabuk ve eleman bazında gerçekleşen her türlü ekleme, çıkarma, modifikasyon ve yenileme çalışması anlaşılmaktadır. Bu müdahale durumlarına bağlı olarak mantıklı bir düzen izlendiğinde çeşitli yenileme stratejileri oluşmaktadır. Cephelerde uygulanan yenileme stratejileri 5 grupta incelenmektedir (Ebbert, 2010). Cephe yenilemelerinde kullanılan yenileme stratejileri şu şekildedir:

1. Özgün cephenin tamamen değiştirilmesi
2. Özgün cephe korunarak binaya yeni cephe katmanlarının eklenmesi
3. Özgün cephenin dış yüzeyinden yapılan müdahalelerle iyileştirilmesi
4. Özgün cephenin iç yüzeyinden yapılan müdahalelerle iyileştirilmesi
5. Özgün yapı kabuğunun içine yeni bir cephenin monte edilmesi

Her bir yenileme stratejisinin, özgün binanın mimarisi ve fonksiyonu, ekolojik sürdürülebilirliğin göstergesi olarak malzeme ve enerji ihtiyacı, kullanıcı konforunu iyileştirme potansiyeli ve projenin ekonomik sürdürülebilirliğinden sorumlu olan ekonomik hususlar üzerinde farklı bir etkisi bulunmaktadır (Ebbert, 2010). Bu durum farklı stratejiler için değişik potansiyeller ve kısıtlamalar getirmektedir. Örneğin, özgün cephenin tamamen değiştirilmesi durumu cephenin yeniden tasarımına ve teknik olarak güncelleştirilmesine izin vermektedir. Buna karşın aynı strateji,

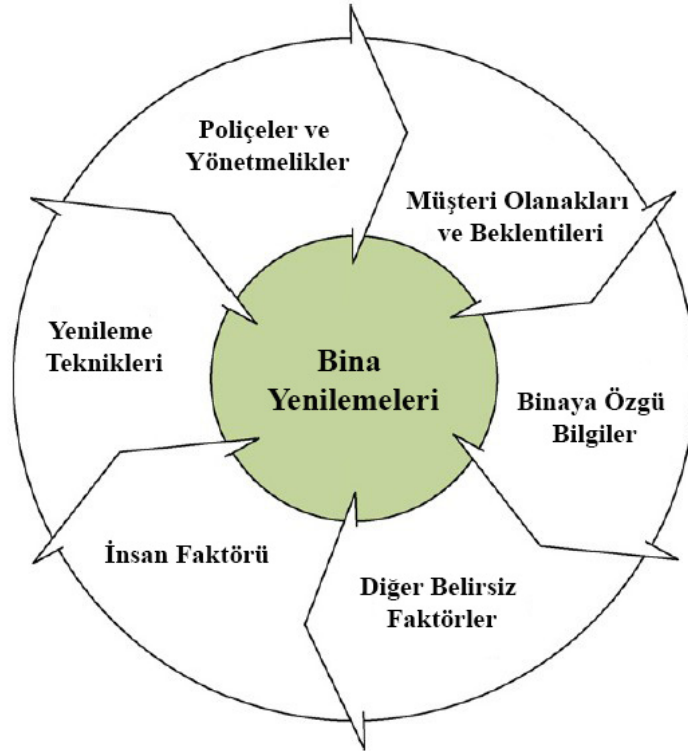
kullanımda olan binalarda uygulanamamakta, yüksek malzeme tüketimi ve yatırım maliyeti getirmektedir.

Cephelerde yenileme stratejilerinin uygulanabilirliği büyük ölçüde cephe tipolojisine bağlı olarak belirlenmektedir. Cephe tiplerine göre yenileme çalışmaları farklılıklar ve zorluklar içermektedir; bu durum yenileme stratejisinin uygulanabilirliğini etkilemektedir. Ebbert (2010) ofis binalarının cephelerinin yenilenmesiyle ilgili çalışmasında ofis binalarında kullanılan cephe tipolojileri bağlamında her bir stratejinin uygulanabilirlik analizini yapmıştır.



### 3. CEPHELERDE YENİLEME TEKNİĞİ BELİRLENİRKEN DİKKAT EDİLMESİ GEREKEN HUSUSLAR

Yenileme çalışmalarının başarılı sonuç vermesi pek çok etkene bağlıdır (Şekil 3.1). Bunların başında yenileme yapımına yönlendiren etkenlerin ve bu etkenler bağlamında belirlenen yenileme nedenlerinin doğru ve gerçekçi bir şekilde belirlenmesi gelir. Yenileme nedenleri çerçevesinde belirlenecek yenileme stratejileri de binanın kendisine ve çevresine ait verilere bağlı olarak farklılık göstermektedir. Bu bölümde cephe yenilemelerinde kullanılacak tekniklere karar verilirken göz önünde bulundurulması gereken kullanıcı ihtiyaçları ile binanın kendisine ve çevresine ait veriler tanıtılmaktadır.



Şekil 3.1 Bina yenilemelerini etkileyen temel öğeler (Ma ve diğ., 2012).

### **3.1 CEPHE YENİLEMELERİNDE YÖNLENDİRİCİ ÖLÇÜTLER**

Yenileme çalışmalarında amaç, binanın temel formlarının adaptasyonu yoluyla orijinal binanın yeni veya güncellenmiş bir sürümünü elde etmek, böylece mevcut binanın kullanım ömrünü uzatmaktır. Bu tanımı sağlamak için gerekli çalışmanın miktarı her proje için farklı olmakla birlikte, uygulanabilecek teknikler binanın kendi özellikleri ile doğal ve yapma çevre değişkenlerine bağlı olarak belirlenmektedir.

Cephe yenilemelerinde kullanılacak tekniklerin belirlenmesinde etkili binanın kendisine ve çevresine ait değişkenler aşağıda açıklanmaktadır.

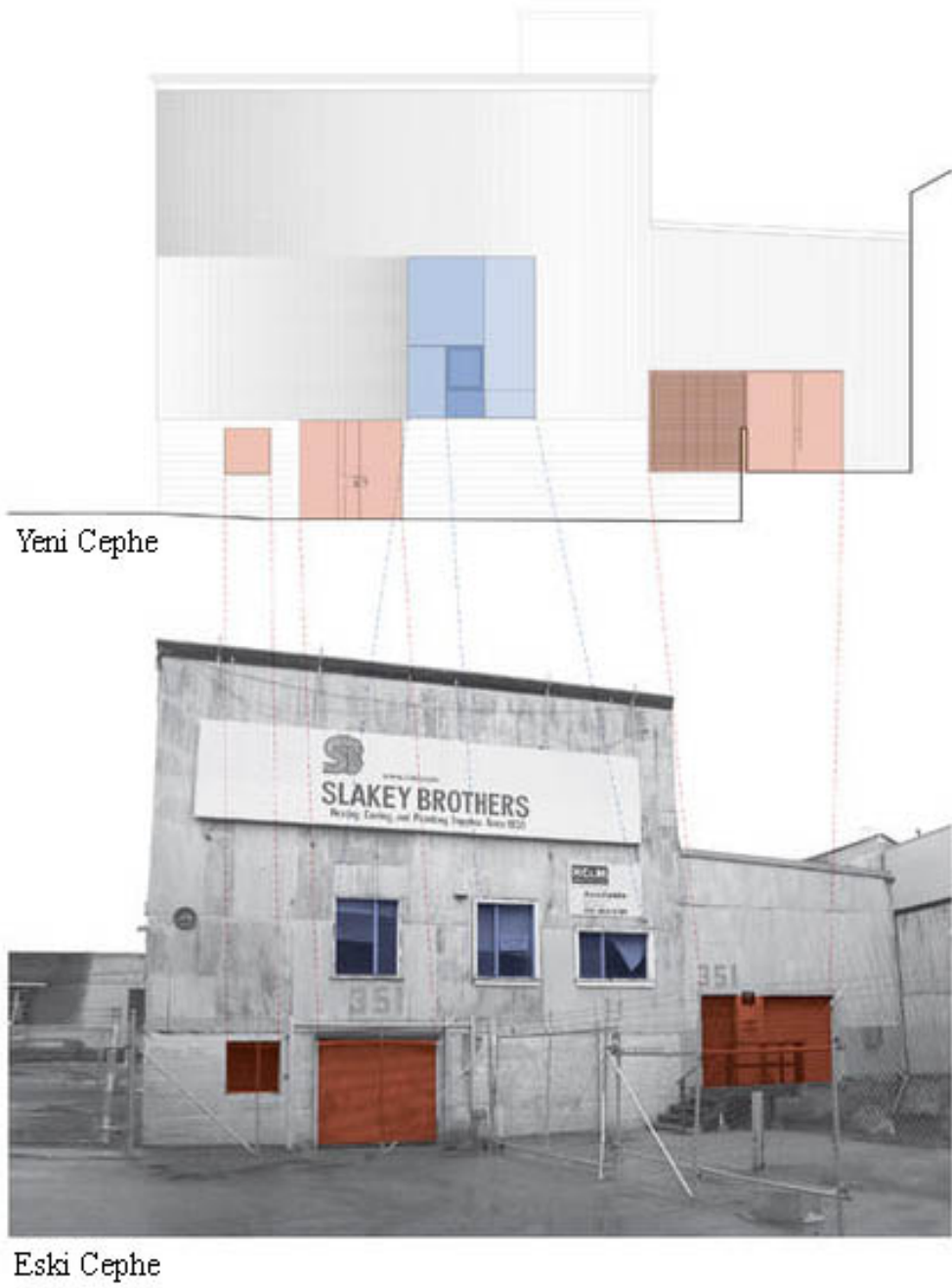
#### **3.1.1 Mevcut Strüktürün Durumu**

Binanın taşıyıcılık durumu, yenileme projelerinde kullanılacak tekniklerin seçiminde en etkili faktördür. Özellikle binaya ek yük getirecek, ağır cephe kaplamaları veya binaya yeni kabuk eklenmesi gibi tekniklerin birer yenileme alternatifi olarak ele alınmalarından önce binanın taşıyıcılık kapasitesinin test edilmesi gerekmektedir. Gerekli görüldüğü takdirde cephede yenileme çalışmasına başlanmadan önce, binanın taşıyıcılık ile ilgili kusurları giderilmelidir. Bu sayede daha güvenli ve konforlu binalar elde edilecektir.

#### **3.1.2 Binanın Amaçlanan Kullanımı**

Kullanıcıların binalardan bekledikleri konfor standartları, binanın kullanım amacı ile direkt alakalıdır. Aynı şekilde yasal düzenlemelerle farklı bina kullanımları için farklı kurallar getirilmektedir. Binanın termal ve akustik konfor düzeyi ile aydınlanma ve havalanma ihtiyacı, yangın yükü, estetik etkisi gibi performans kriterleri binanın yenilemeden sonra amaçlanan kullanımı ve kullanıcı sayısındaki değişimden etkilenmektedir. Örneğin, Şekil 3.2’de geçtiğimiz yüzyılın endüstriyel binalarından olan bir depo binasının yenileme geçirmeden önceki durumu görülmektedir. Bina 2010 yılında yenilenerek kullanımı ofis ve restoran olarak değiştirilmiş; binaya farklı bir görsel özellik kazandırılmıştır (Şekil 3.3) Binalarda yenileme çalışmaları sonucu fonksiyon değişimi düşünülüyorsa, amaçlanan

kullanıma uygun konfor gereksinimlerinin ve yasal düzenlemelerin projelendirme aşamasında göz önüne alınması gerekmektedir.



Şekil 3.2 355 11. Sokak Matarozzi/Pelsinger çok amaçlı binası, Kaliforniya. Üstte yenileme projesi ön cephe görünüşü. Altta binanın yenileme geçirmeden önceki hali (URL-7).



Şekil 3.3 355 11. Sokak Matarozzi/Pelsinger çok amaçlı binası, Kaliforniya. Yenilemeden sonra binanın ön cephe görünüşü (URL-7).

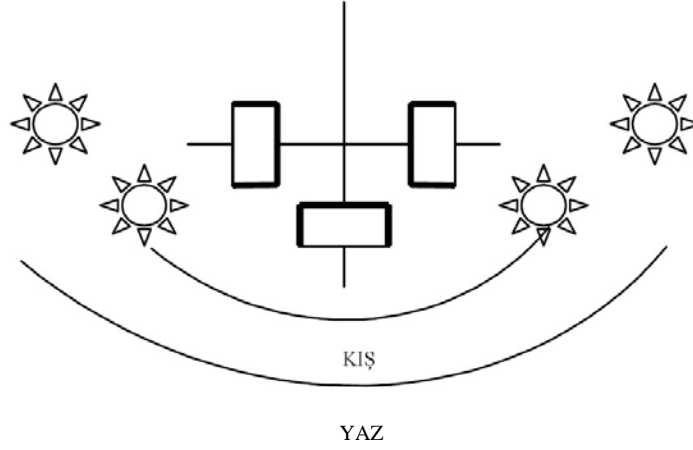
### 3.1.3 Binanın Yeri

Binanın yeri; arazi parçasının eğimi, konumu, bitki örtüsü ve bulunduğu iklim bölgesi gibi alt değişkenleriyle doğal ve yapma çevre koşullarının kontrolünde etkili bir tasarım parametresidir (Manioğlu, 2002). Çölde bulunan bir bina ile orman içinde inşa edilmiş bir binanın etkilendiği doğal ve yapma çevre koşulları aynı olmayacaktır. Dolayısıyla farklı yerlerde bulunan binalarda kullanıcı memnuniyetini sağlamak için farklı önlemler alınacaktır. Binalarda kullanılan yenileme tekniklerinin verimliliği, binanın maruz kaldığı çevre koşullarına göre değişiklik göstereceğinden, binanın bulunduğu yer yenileme projelerinde önemli bir veri oluşturmaktadır.

### 3.1.4 Binanın Yönlendiriliş Durumu

Cephenin farklı yönlere bakan yüzeylerini etkileyen güneş miktarı ve güneş ışınım şiddeti farklı olmaktadır (Şekil 3.4). Cephe elemanlarından güneş ışınımı aracılığıyla

kazanılan ısı miktarı, iklimsel konforu etkileyen iç hava sıcaklığı ve ortalama ışımsal sıcaklık gibi çevresel parametrelerin değerlerinin değişiminde rol oynamaktadır. Cephenin baktığı yön, aydınlanma düzeyi ve kamaşma miktarında da belirleyicidir. Bu nedenle yenilenecek binanın yönlendiriliş durumuna göre, farklı yönlerdeki cepheler için farklı yenileme teknikleri kullanımı gerekebilmektedir.



Şekil 3.4 Binalarda güneş etkisinin binanın yönlendiriliş durumuna göre değişimi (Yener, 2005)

### 3.1.5 Binanın Boyutları ve Biçim Faktörü

Binanın yatay ve düşey doğrultudaki boyutları ile binanın plandaki genişliğinin derinliğine oranı olarak tanımlanan biçim faktörü, cephe elemanlarının yüzey alanını belirleyen değişkenlerdir. Cephe alanının değişimi ile cephe elemanından geçen ısı miktarı ve ortalama ışımsal sıcaklık değişmektedir. Dolayısıyla farklı boyutlara ve biçime sahip binalarda farklı iç hava sıcaklıkları ölçülmektedir.

Bina boyutları iç mekana gün ışığı alımını da etkilemektedir. Özellikle dar ve uzun şekilde planlanmış binalarda uzun cepheden ışık almanın mümkün olmadığı durumlarda bina içine yeterince gün ışığı alınamamaktadır.

Bina boyutlarının yenileme tekniklerinin belirlenmesinde etkili olduğu diğer bir durum yüksekliğidir. Binanın yüksekliği arttıkça etkilendiği iklimsel veriler farklılık göstermektedir. Buna bağlı olarak farklı yükseklikteki binalarda, farklı yenileme teknikleri uygulamak gerekmektedir.

### 3.1.6 Binanın Diğer Binalara Göre Konumu

Binayı etkileyen dış iklim elemanlarından, güneş ışınımı ve hava hareketi hızı, çevre binaların ve diğer engellerin, projelendirilen binaya olan uzaklığına, yüksekliğine ve bu binaya göre konumlandırılışına bağlı olarak farklılık göstermektedir.

Yoğun bir yapıli çevrede bulunan binaların cepheleri, çevre binaların oluşturacağı gölge alanlarda kaldığında, direkt güneş ışınımından faydalanamamaktadır (Şekil 3.5). Binanın bu alanları sadece yaygın güneş ışınımından etkilenecektir. Bu şekilde gölgelenme oranı yüksek olan binalarda güneş ışınlarının yararlı etkilerinden faydalanma esasına dayalı yenileme tekniklerinin kullanılması verimli sonuç vermeyecektir.



Şekil 3.5 Yoğun kent dokusu, Levent, İstanbul. (URL-8)

Diğer yandan yapılaşmanın seyrek olduğu bir yerleşmede yer alan binaların cepheleri, bitki örtüsü gibi engellerle çevrili olmadığı sürece sert rüzgarlar ya da yakıcı güneş ışınları gibi iklim koşullarından daha çok etkilenecektir (Şekil 3.6).

Yukarda belirtilen özelliklere bağlı olarak yenileme çalışmalarında kullanılacak teknikler binanın diğer binalara göre olan konumundan etkilenmektedir.





Şekil 3.6 Seyrek yapılaşma, Elbasan Köyü, Çatalca, İstanbul (URL-8)

### 3.1.7 Cephe Sisteminin Optik ve Termofiziksel Özellikleri

Cephe sistemi, iç mekan koşullarıyla dış mekan koşullarını birbirinden ayıran, yapı ögesi olarak, enerji korunumu ve iklimsel konforun sağlanmasında tasarımcının kontrolünde olan en önemli değişkendir. Opak ve saydam bileşenlerden oluşan cephe elemanlarının, ısı geçişini etkileyen, optik ve termofiziksel özellikleri aşağıdaki gibi sıralanmaktadır.

- *Opak ve saydam bileşenlerin toplam ısı geçirme katsayısı:* Toplam ısı geçirme katsayısı (U) farklı iki çevreyi ayıran bir yapı bileşeninin iki yüzünde etkili olan hava sıcaklıkları arasındaki fark  $1^{\circ}\text{C}$  iken,  $1\text{m}^2$  alandan, 1 saatte geçen toplam ısı miktarını tanımlamaktadır (Manioğlu, 2002).

- *Opak bileşenlerin zaman geciktirmesi ve genlik küçültme faktörü:* Zaman geciktirmesi, gün içinde cephe bileşenini etkileyen maksimum sol-air sıcaklığın etkisinin, bileşenin iç yüzeyinde maksimum yüzey sıcaklığını oluşturuncaya kadar geçen süre olarak tanımlanmaktadır. Genlik küçültme faktörü ise, gün içinde ele alınan cephe bileşenine ilişkin maksimum iç yüzey sıcaklığı ile ortalama iç yüzey sıcaklıkları farkının, maksimum sol-air sıcaklık ile ortalama sol-air sıcaklık farkına oranıdır (Manioğlu, 2002). Sol-air genel olarak, yüzeyden emilen radyan enerjinin

yüzeý sıcaklığına etkisidir. Gerçek dış hava sıcaklığı ile güneş enerjisinin ortak etkisinin teorik olarak ifade şeklidir.

- *Opak ve saydam bileşenlerin güneş ışınımına karşı yutuculuk, geçirgenlik ve yansıtıcılık katsayıları:* Yutuculuk, geçirgenlik ve yansıtıcılık katsayıları, sırasıyla cephe bileşeni tarafından yutulan, geçirilen ve yansıtılan güneş ışınımı miktarının, bileşen dış yüzeyine gelen güneş ışınımına oranıdır. Opak bileşenler geçirgen olmadıklarından geçirgenlik katsayıları bulunmamaktadır.

- *Saydamlık oranı:* Cephedeki saydam bileşen yüzey alanının, tüm cephe yüzey alanına oranıdır. Cephenin saydamlık oranı, ısı kazanç ve kayıplarının yanı sıra, iç mekan aydınlanma düzeyi, binanın akustik performansı gibi konularda da direkt etkilidir.

Cephe sisteminin optik ve termofiziksel özellikleri, cephe birim alanından, iç-dış hava sıcaklığı ve güneş ışınımı etkileriyle, kazanılan, yitirilen ve depolanan ısı miktarının belirlenmesinde etkin rol oynamaktadır. İç mekan iklimsel durumu ile yapay ısıtma ve iklimlendirme yükleri, cepheden yitirilen veya kazanılan toplam ısı miktarına bağlı olarak değişiklik göstermektedir. Dolayısıyla cephenin optik ve termofiziksel özellikleri, iç iklim durumu ile yapay ısıtma ve iklimlendirme yüklerinin belirleyicisi konumundadır.

Saydam cephe elemanlarının optik özellikleri, binanın ısı performansının yanında, aydınlatma, görsel konfor ve estetik performansında da etkisi bulunmaktadır.

Yukarıda değinilen sebepler dolayısıyla cephenin optik ve termofiziksel özellikleri cephe yenileme çalışmalarında yönlendirici; yenileme tekniklerin belirlenmesinde etkili olmaktadır. Cephelerin yenilenmesi sürecinde cepheye ilişkin optik ve termofiziksel özellikler tasarımcıların denetiminde olan değişkenlerdir.



## 3.2 CEPHELERDE YENİLEME GEREKSİNİMİ

Binalarda yenileme gereksinimi bina sahiplerinin, binalarını daha konforlu hale getirmek, binanın işletme maliyetlerini düşürmek, ömrünü uzatmak, mali değerini ve prestijini arttırmak gibi istekleri sonucu oluşmaktadır.

Bina cephelerinin karşılaması gereken fonksiyonlardan herhangi birinin karşılanamadığı durumlarda yenileme ihtiyacı oluşmaktadır. Cephelerde yapılacak yenileme çalışmalarıyla binaların, kullanıcı ihtiyaçları doğrultusunda belirlenen performans özelliklerinin iyileştirilmesi amaçlanmaktadır. İyileştirilmesi amaçlanan bu performans özellikleri yenilemenin nedenlerini oluşturur. Kullanıcılarda bu isteklerin oluşması belli faktörlerle karşılaşıldığında meydana gelmektedir. Bu faktörler yenileme ihtiyacını doğuran faktörler başlığı altında incelenmektedir.

### 3.2.1 Yenileme İhtiyacını Doğuran Faktörler

Binalarda yenileme ihtiyacı belirli harekete geçirici faktörler ışığında oluşmaktadır. Bu faktörler yenileme nedenlerinin belirlenmesinde etkili rol oynamaktadırlar. Örneğin mevcut bir binada işlev değişikliği yaşandığında, yeni fonksiyonun ve kullanıcıların ihtiyaçlarına bağlı olarak binadan beklenen aydınlık düzeyi, termal, akustik, estetik ihtiyaçlar değişebilmekte, yapının yangın yükü artabilmektedir. Bu durumda binanın yeniden işlevlendirilmesi, değişen fonksiyonel beklentilerin sağlanması için binanın yenilenmesi ihtiyacını doğurmaktadır.

Cephelerde yenileme ihtiyacını oluşturan başlıca faktörler şunlardır:

#### 3.2.1.1 *Cephelerde Görülen Bozulmalar*

Binalar, buldukları ortamlara göre değişik iklim koşullarından etkilenmekte; güneş, su, nem, rüzgâr ve doğal afetler gibi çeşitli olumsuz etkilere maruz kalmaktadırlar. Bu olumsuz etkiler zamanla binalarda ağır tahribatlara yol açabilmektedir (Güler ve diğ., 2010). İç ve dış ortamlar arasında ayırıcı ve bağlayıcı görev üstlenen cepheler olumsuz dış ortam koşullarından en çok etkilenen yapı

sistemidir. Dış ortam koşullarının etkisiyle çeşitli fonksiyonel özelliklerini kaybeden cephe bileşenlerinde yenileme ihtiyacı doğmaktadır.

Cephelerde görülen bozulmalar temelde 4 faktöre bağlı olarak oluşmaktadır. Bu faktörler ve binalarda etkileri aşağıda açıklanmaktadır.

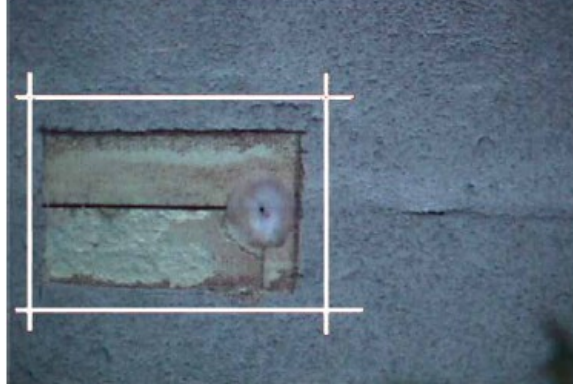
- *Tasarım aşamasından kaynaklanan hatalar:* Yapı üretim sürecinin ilk aşaması olan tasarım aşamasında verilen kararların, binaların servis ömrü ve etkinliği üzerindeki önemi büyüktür. Bu aşamada yapılacak hatalar veya eksikler çoğu zaman tam olarak düzeltilememektedir. Yapılan iyileştirme çalışmaları malzeme, zaman ve para israfına neden olmaktadır. Binanın yönlenmesi, detay ve yapı malzemesi seçiminde yapılan yanlışlar gibi hatalar tasarım hatalarıdır (Şekil 3.7)



Şekil 3.7 Boyut kararlılığı olmayan malzemelerin cephe kaplama malzemesi olarak seçilmesi (yanlış ürün seçimi) (Güzelçoban, 2007).

- *Uygulama aşamasından kaynaklanan hatalar:* Tasarım aşamasında alınan kararların uygulama aşamasında doğru şekilde uygulanması gerekmektedir. Bu aşamada yapılacak hatalar veya eksiklikler, tasarım aşamasında olduğu gibi, geri dönüşü olmayan sorunlar yaratabilmektedir. Tasarım aşamasında belirlenen detayların ve ürünlerin doğru uygulanmaması bunların

verimliliğini etkilemekte, hatta etkisiz hale gelmelerine neden olmaktadır (Şekil 3.8). Bazı durumlarda da tasarım kararlarının yapım aşamasında hiç uygulanmadığı görülmektedir. Uygulama aşamasındaki hata ve eksikliklerin nedenini kalifiye olmayan çalışanlardan kaynaklanan kötü işçilik ve denetim eksikliği oluşturmaktadır.



Şekil 3.8 Isı yalıtımı uygulamasında dübel yerleşimi için gereğinden fazla açılmış boşluk (Güzelçoban, 2007).

- *Kullanım aşamasından kaynaklanan hatalar:* Tasarım ve uygulama aşamalarında, son derece iyi kararlar alınması ve bunların doğru ve eksiksiz bir şekilde uygulaması ile binanın ve cephenin etkinliği sağlanabilmektedir. Ancak, bu olumlu durumun süregelmesi için binanın bilinçli bir şekilde kullanılması gerekmektedir. Binaların hatalı kullanılması sonucunda, binaların fonksiyonelliğinin sağlanması için alınan önlemler işlevsiz kalabilmektedir. Bu durum, genellikle binalarda bakım eksikliği ile onarım ve kullanım hataları nedenleriyle ortaya çıkmaktadır. Örneğin yağmur esnasında açık bırakılmış bir pencereden içeri giren su, duvar ve pencere çerçevesini iç yüzeyinden ıslatarak tahribata neden olabilmektedir.
- *Bina eleman ve/veya bileşenlerinin kullanım ömrünün sona ermesi:* Her ne kadar iyi detaylandırılırsa ve bakım görse dahi her ürünün bir son kullanma ömrü vardır. Kullanma ömrünü tamamlamış bina elemanları ve bileşenlerinin yapı sistemi içinde üstlendikleri görevi sürdürmeleri beklenemez. Bu

durumdan kaynaklanan bozulmalar ancak yenileme çalışmalarıyla engellenebilir.

Cephelerde görülen bozulmaların yenileme çalışmalarıyla düzeltilmesi ve tekrar oluşumlarının engellenmesi için bozulma nedenlerinin iyi belirlenmesi ve bu nedenlerin ortadan kaldırılması üzerine geliştirilmiş uygun çözüm tekniklerinin kullanılması gerekmektedir. Aksi durumda ana sorunun sadece belirtileri düzeltilmiş olmakta ve sorunun büyük oranda tekrarı gözlenmektedir.

### 3.2.1.2 Yeni Binalarla Entegrasyon

Yenileme projeleri genellikle belli ölçüde yeni yapım çalışmasını da içermektedir. Bu yeni yapım çalışmaları küçük bir ekten, orijinal binanın boyutlarını aşan büyük bir ek binaya kadar varan bir çeşitlilik gösterir.

Baker (2009) mevcut binaların yeni binalarla entegrasyonunu, çevresel performans açısından iki ana kategoride tanımlamıştır;

1. Mimari Entegrasyon
2. Mühendislik Entegrasyonu

*Mimari Entegrasyon*, bütünleşme sonunda oluşacak binanın kütlesi ile eski ve yeni binanın estetik ve stil niteliklerine verilen önemi içerir. Kompleks bir binanın veya binalar grubunun kütesinin, gün ışığı alımı, güneş ışığının nüfuz etmesi, binaların çevresindeki ve yapılarla çevrilmiş alanlardaki mikro iklim üzerinde belirgin bir etkisi olabilir. Oluşturulan bu yeni kütle için çevresel verileri değiştirmesi sebebiyle mevcut binada yenileme ihtiyacı doğabilmektedir. Aynı şekilde mevcut bina ve yeni binanın estetik ve stil bütünlüğünün sağlanması amacıyla da cephede yenileme yapılabilir.

*Mühendislik Entegrasyonu* temel olarak servislerin entegrasyonu ile ilgilenmektedir. Özellikle, ısıtma teçhizatının projenin tüm bölümlerine hizmet verdiği durumlarda, binanın yüzey alanındaki artış büyüklüğüyle alakalı olarak, teçhizat kapasitesini ayarlamak gerekebilmektedir. Diğer yandan, mevcut teçhizat, mevcut binanın yenilenmesiyle sağlanan kazançlar sonucu, artan yüzey alanına uygun hale gelmiş

olabilir. Her durumda, ısıtma teçhizatı yakın zamanda yenilenmediyse ve dağıtım boruları standarda uygun değilse, tüm alana uygun büyüklükteki yeni teçhizat muhtemelen daha ekonomik olacaktır.

### *3.2.1.3 Binada İşlev Değişikliği*

Yenilemenin yaygın kullanım şekillerinden biri de, belirli bir kullanıma hizmet eden eski bir binanın, yeni bir kullanıma hizmet edecek şekilde değiştirilmesi, şeklinde tanımlanan uyarlanarak yeniden kullanımdır (Thaller, 2009). Tüm işlev değişikliklerinin temeli, mevcut binanın özgün olarak yerine getirdiği veya yerine getirmek için tasarlandığı görevlere, artık tam olarak ihtiyaç kalmamasına dayanır.

İşlev değişikliği, bilinen kullanım tipleri arasında olabilir, mesela bir hastanenin hasta bakım alanı idari merkeze çevrilebilir veya bir konut binasından ofise çevirim olabilir. İşlev değişikliği aynı zamanda, aynı kullanım tipindeki alanların fonksiyonel gereksinimlerinin, uygulama ve teknolojinin değişimi veya yeniden düzenlemenin etkisiyle değişmesi nedeniyle de olabilir. Örneğin, bilgi teknolojilerindeki değişikliklerin ofis alışkanlıkları ve bunları destekleyen alanlar üzerinde sürekli bir etkisi vardır.

Kullanımın değişimi binayla ilgili teknik parametrelerin değişimine sebep olabilmektedir. Baker (2009) bu parametreleri şu şekilde sıralamıştır:

- Kullanma modeli ve yoğunluğu;
- Dahili kazançlar;
- Aydınlatma düzeyleri;
- Havalandırma oranları;
- Termal ayar noktaları ve tepki;
- Akustik özellikler (yankılanma zamanı, ses tutuculuk).

Bu değişiklikler binanın kullanımını açısından yarar veya zarar getirebilmektedir. Örneğin, tarihi bir deponun kütüphaneye çevrilmesinde, sıg döşeme-tavan yüksekliği, mekana günışığı sağlamayı güçleştirmektedir. Diğer taraftan, orijinal

fonksiyonu ilkokul olan ve bu sebepten dolayı aralıklı ısıtma sistemi ile ısıtılan ağır kütleli bir binaya, daha uzun zaman diliminde kullanılan, sağlık merkezi gibi bir fonksiyon yüklendiğinde ısıtma sistemi daha verimli olacaktır. Ayrıca, cephenin ısı yalıtım düzeyi yenileme çalışmaları sırasında iyileştirilirse, aralıklı ısıtma sisteminden daha çok verim alınabilir. Bu sebepten, binanın kendine has özellikleri, yeni binanın işletimsel gereklilikleri ve yenilemedeki teknik seçeneklerin birbirini nasıl etkileyeceği göz önünde bulundurulmalıdır.

#### 3.2.1.4 Binanın Enerji Verimliliğini Arttırmak

Şüphesiz ki cephelerde görülen yenileme çalışmalarının en önemli etkenlerinden biri binaların enerji verimliliğini arttırmaktır. Enerji verimliliği sorunu dünya da ilk kez 1970'lerde yaşanan petrol krizi ile gündeme gelmiş, pek çok ülkede enerji açısından dış ülkelere bağımlılığın azaltılması amacıyla çalışmalar yürütülmüş ve bu çalışmalar sonucunda mevcut kaynakların ömrünü uzatma, dolayısıyla enerjinin verimli kullanımı ve yenilenebilir enerji kaynaklarının önemi ortaya konmuştur.

Enerjinin önemli bir bölümü konfor gereksinimini sağlamak amacıyla binalarda harcandığından, binalarda enerji etkinliği önemli bir sorundur. Dünyada üretilen tüm enerjinin % 40'ı binalar tarafından tüketilmekte ve CO<sub>2</sub> emisyonunun % 30'u yaşadığımız binalardan kaynaklanmaktadır (Özdil, 2010). Türkiye'de ise tüketilen toplam enerjinin % 36'sı ısıtma, soğutma ve aydınlatma amaçlı olarak binalarda kullanılmaktadır (Ünlü, 2009; Anonim, 2009). 2008 yılı itibarıyla tükettiği enerjinin yüzde 80'ini ithal etmekte olan Türkiye'de 28,3 milyon TEP (ton eşdeğeri petrol) enerji tüketen binaların yıllık enerji maliyeti 14 milyar USD'yi aşmaktadır (Ünlü, 2009; Anonim(a), 2009). Bu değerler nüfus artışına paralel olarak yükseliş göstermektedir.

Enerji tüketiminin mali boyutunun yanı sıra ciddi çevresel etkileri de vardır. Özellikle fosil yakıt kullanımından çıkan parçacık emisyonları, atmosfere giren ışınları geri yansıtarak soğutma; sera gazı emisyonları ise yeryüzünden yansıyan

ışınları yutarak ısıtma etkisi yaratmaktadır (Tübitak, 2003). Bu durum ise küresel ölçekte iklim değişikliklerine sebep olmaktadır.

Yukarıda bahsedilen sebeplerden ötürü binalarda enerji verimliliğini arttırmak büyük önem taşımaktadır. Enerji etkin yeni bina uygulamaları bu konuda önemli bir adım oluşturmasına rağmen, amaçlanan ekolojik ve ekonomik etkiyi yaratmak için mevcut binaların da ele alınarak, iyileştirme sürecinden geçirilmesi gerekmektedir.

Cephe sistemleri, dış çevre koşullarıyla birebir etkileşim içinde olduğundan, binalardaki ısıtma, soğutma, aydınlatma ve havalandırma için kullanılan enerji miktarının en etkili belirleyicisidir. Mevcut binalarda yapılacak cephe performans değerlendirmeleri ile gerekli görülen yenileme çalışmalarının gerçekleştirilmesi, binaların minimum enerji tüketimiyle konfor koşullarını sağlamalarını, çevresel etkilerini azaltıp ekonomik birer ürün olmalarını sağlayacaktır.


### 3.2.1.5 Yasal Yönetmeliklere Uymak

Binaların yenilenmesi Avrupa'da büyük ölçüde yasalarla kontrol altına alınmıştır. Çevresel problemlerin ciddiyetinin ve enerjinin kıymetinin anlaşılması ile Türkiye'de de gerekli çalışmalar yapılmaya başlanmıştır. Özellikle, Binalarda Enerji Performansı Yönetmeliği'nin (BEP) 5 Aralık 2008'de yürürlüğe girmesi ile de mevcut binaların iyileştirilmesi konusunda önemli zorunluluklar getirilmiştir.

Binalarda Enerji Performansı Yönetmeliği, 1000 m<sup>2</sup>'den büyük inşaat alanına sahip yeni ve mevcut binaların enerji performansını belirleyen, Enerji Kimlik Belgesi almasını yasal olarak zorunlu kılmaktadır (Şekil 3.9). Mevcut binalar bu belgeyi 2 Mayıs 2017'ye kadar almak zorundadırlar. Sanayi alanlarında üretim faaliyetleri yürütülen binalar, planlanan kullanım süresi iki yıldan az olan binalar, toplam kullanım alanı 50 m<sup>2</sup> 'nin altında olan binalar, seralar, atölyeler ve münferit olarak inşa edilen ve ısıtılmasına ve soğutulmasına gerek duyulmayan depo, cephanelik, ardiye, ahır, ağıl gibi binalar bu yönetmeliğin kapsamı dışındadır (Eroler, 2010). Enerji Kimlik Belgesi, binanın tamamı için hazırlanabileceği gibi, isteğe bağlı olarak,

kat mülkiyetine haiz her bir bağımsız bölüm veya farklı kullanım alanları için ayrı ayrı düzenlenebilmektedir. Enerji Kimlik Belgeleri, yeni binalar için binanın tasarımında görev alan yetkili mimar ve mühendisler; mevcut binalar için ise enerji verimliliği danışman şirketleri (EVD) tarafından verilecektir.

Yönetmelik kapsamındaki binaların yıllık ısıtma, soğutma, sıcak su, aydınlatma, havalandırma tüketimleri birincil enerji olarak belirlenir ve yıllık m<sup>2</sup> başına düşen enerji tüketim miktarı ile bu değerlere bağlı olarak CO<sub>2</sub> salınımı hesaplanır. Bulunan değerler referans binanın değerleri ile karşılaştırılarak, aldığı puana göre A ile G arasındaki bir enerji sınıfına yerleştirilir.



## ENERJİ KİMLİK BELGESİ

**Binanın**

Tipi : \_\_\_\_\_

İnşaat Yılı : \_\_\_\_\_

Kapalı Kullanma Alanı : \_\_\_\_\_

Ada, Parseli : \_\_\_\_\_

Adresi : \_\_\_\_\_

**Bina Sahibinin**

Adı Soyadı : \_\_\_\_\_


Adresi : \_\_\_\_\_

**Müşterek Tesisatların Sahibi (gerekliyse)**

Adı Soyadı : \_\_\_\_\_

Adresi : \_\_\_\_\_

**Binanın Resmi**



**Enerji Performansı**

Yüksek

A

B

C

D

E

F

G

Düşük

kW/m<sup>2</sup>.yıl

**SEG Emisyonu**

Düşük

A

B

C

D

E

F


G

Yüksek

kg/epk CO<sub>2</sub>/m<sup>2</sup>.yıl

**Yenilenebilir Enerji Kullanım Oranı**

% \_\_\_\_\_



Enerji Kullanım Alanı	Kullanılan Sistem	Yıllık Enerji Tüketimleri			Sınıfı
		Nihai (kWh/yıl)	Birincil (kWh/yıl)	Kullanım Alanı Başına (kWh/m <sup>2</sup> .yıl)	
TOPLAM					ABCDEF G
ISITMA					ABCDEF G
SİHHİ SICAK SU					ABCDEF G
SOĞUTMA					ABCDEF G
HAVALANDIRMA					ABCDEF G
AYDINLATMA					ABCDEF G

**Açıklamalar**

**Belgenin**

Numarası : \_\_\_\_\_

Veriliş Tarihi : \_\_\_\_\_

Son Geçerlilik Tarihi : \_\_\_\_\_

**Belgeyi Düzenleyenin**

Adı Soyadı / Firması : \_\_\_\_\_

Oda Sicil Nosu : \_\_\_\_\_

İmzası : \_\_\_\_\_

Şekil 3.9 Örnek Enerji Kimlik Belgesi (URL-9)



Binanın yalıtım özelliklerinden aydınlatmasına kadar birçok bilgiyi kapsayan Enerji Kimlik Belgesi, mevcut konut binalarının alım satım ve kiralanması aşamalarında da talep edilecektir.

Binanın emlak vergisine esas değerinin %25'inin aşıldığı tadilatlarda BEP'te yeni binalar için öngörülen tüm kuralların uygulanması zorunlu kılınmaktadır. Fakat TMMOB Makina Mühendisleri Odası Yönetim Kurulu Başkanı Ali Ekber Çakar'ın (2011) değerlendirmesine göre arsa değeri yüksek kesimlerde %25 eşiği geçerli bir eşik değildir ve yeni binalarda istenen şartların eski binalarda sağlanmasını istemek ekonomik ve pratik değildir. Bu bağlamda eski binalar için ekonomik, pratik ve halkı yönlendirici düzenlemeler şarttır (URL-10).

### 3.2.1.6 Gönüllülük Esasına Dayanan Sertifikalara Uymak

Binaların çevresel performansını arttırmayı amaçlayan ve uygulanması gönüllülük esasına dayanan çeşitli standartlar dünya çapında yaygınlaşmaktadır. Mülk sahipleri, binalarının çevre dostu olduğunu tescillemek, uluslar arası kabul, kurumsal saygınlık, düşük işletme giderleri, yüksek doluluk oranı, yüksek kira geliri potansiyeli gibi sebeplerle binalarını sertifikalandırmak istemektedirler (URL-11). Bu sertifikalara sahip olabilmek için de binanın mevcut durumu ve hedeflenen sertifika derecesine göre binalarda çeşitli yenileme çalışmaları yapılmaktadır.

Çevresel değerlendirme sistemlerinden uluslararası alanda en çok kullanılanları İngiliz kökenli “Yapı Araştırma Kurumu Çevresel Değerlendirme Metodu” (Building Research Establishment Environmental Assessment Method - BREEAM) ve ABD kökenli Enerji ve Çevresel Tasarımda Liderlik'dir (Leadership in Energy and Environmental Design-LEED). Bu standartlar binaları; yeni binalar, mevcut binalar, konutlar gibi belli alt kategorilerde, belli kriterlere göre değerlendirirler ve gösterdikleri performansa göre sertifikalandırırlar.

Kriterlere dayalı değerlendirme sistemlerinin ilk örneği olan BREEAM, İngiltere'de Yapı Araştırma Kurumu (BRE) tarafından geliştirilerek, 1990 yılında uygulamaya geçirilmiştir (Sev ve Canbay, 2009). İngiltere dışındaki ülkelerde yapılacak

değerlendirmeler için geliştirilmiş olan BREEAM Uluslararası (International) sertifika sisteminde binalar, BREEAM Avrupa Ticari (Europe Commercial), BREEAM Toplumlar (Communities), BREEAM Sipariş (Bespoke) ve BREEAM Kullanım (In Use) olmak üzere 4 ana sınıfa ayrılarak değerlendirilir. Mevcut binaların değerlendirilmesinde BREEAM Kullanım (In Use) standardı esas alınır. Bina tamamlandıktan hemen sonra BREEAM Kullanım (In Use) sertifikası için veri toplanmaya başlanabilir. BREEAM sertifikasyon sürecinin BRE'nin lisanslı değerlendirme uzmanları (BREEAM Assessor) tarafından yürütülmesi zorunludur. Proje değerlendirme uzmanı tarafından gözden geçirilerek, değerlendirme raporu doldurulur ve BREEAM takımının bir üyesine sunulur (Sev ve Canbay, 2009).

BREEAM sertifikasyon programında değerlendirme ve puanlama çeşitli performans kategorileri altında belirlenmiş kriterlere göre yapılmakta ve proje sağladığı her kriter için puan toplamaktadır. Bu kategoriler; Yönetim (Management), Sağlık ve Memnuniyet (Health and Well-being), Enerji (Energy), Ulaşım (Transport), Su (Water), Malzeme (Material), Atıklar (Waste), Kirlilik (Pollution) ile Arazi Kullanımı ve Ekoloji (Land Use and Ecology) olmak üzere dokuz grupta toplanmıştır. Çeşitli bölgelerde yapılacak değerlendirmelere bağlı olarak bu performans kategorilerinin bütün içindeki oranı değişmektedir. Bir sonraki aşamada projenin her bir kategoride topladığı puan önceden belirlenmiş ağırlık katsayıları ile çarpılarak sonuç puanı elde edilmektedir (Sev ve Canbay, 2009).

100 puanlık sistemde yüzde ağırlık üzerinden bir sistem geliştirmiş olan BREEAM'e göre, değerlendirilen bir binanın çevresel performansının belgelendirilmesi için gösterge puanlarının en az % 30'unu toplaması gerekmektedir. Bunun üzerinde performans gösteren yapılar, Geçer ( $\geq$  %30), İyi ( $\geq$  %45), Çok İyi ( $\geq$  %55), Mükemmel ( $\geq$  %70) ve Olağanüstü ( $\geq$  %85) olmak üzere 5 kademe sertifikalandırılmaktadır (URL-11) .

Çevresel değerlendirme sistemlerinden bir diğeri olan LEED sertifikasyon programı, Amerikan Yeşil Binalar Konseyi (USGBC) tarafından geliştirilerek, 1998 yılında uygulamaya geçirilmiştir. Bu program binaları, LEED Yeni İnşaat ve Renovasyon

(New Construction and Major Renovations), LEED Mevcut Binalar: Operasyon ve Bakım (Existing Buildings Operations and Maintenance), LEED Ticari İç Mekânlar (Commercial Interiors), LEED Okullar (Schools), LEED Mahalle Kalkındırma Projeleri (Neighborhood Development), LEED Konutlar (Homes), LEED Sağlık Yapıları (Healthcare), LEED Çekirdek ve Kabuk (Core and Shell Development) ve LEED Alışveriş Merkezleri (Retail) olmak üzere dokuz sınıfa ayırarak incelemektedir. Mevcut binalar ile yarısından fazlası kullanılır durumda iken yenileme geçirmiş binalar LEED Mevcut Binalar: Operasyon ve Bakım sınıfında değerlendirilmektedir. Büyük iyileştirme çalışmalarından geçmiş binalar ise LEED Yeni İnşaat ve Renovasyon sınıfında değerlendirmeye alınmaktadır.

LEED sertifikasyon programı 7 değerlendirme kategorisinden oluşur ve her kategorinin, alt kriterlerine bağlı olarak alacağı belli bir kredisi vardır. Bu krediler binaların değerlendirildiği sınıfa göre farklılık göstermektedir. LEED Mevcut Binalar: Operasyon ve Bakım sınıfının değerlendirildiği kategoriler ve kredileri Tablo 3.1 'de verilmiştir.

Tablo 3.1 LEED Mevcut Binalar: Operasyon ve Bakım sertifika sisteminin değerlendirme kategorileri ve kredileri

DEĞERLENDİRME KATEGORİLERİ	KREDİLERİ
Sürdürülebilir Araziler (Sustainable Sites)	26
Su Kullanımında Etkinlik (Water efficiency)	14
Enerji ve Atmosfer (Energy and Atmosphere)	35
Malzemeler ve Kaynaklar (Materials and Resources)	10
İç Hava Kalitesi (Indoor air quality)	15
İnovasyon ve Tasarım (Innovation and Design)	6
Bölgesel Öncelik (Regional Priority)	4
TOPLAM	110

LEED sertifikasyon süreci, tasarım ekibi veya LEED yetkili uzman (LEED AP) tarafından yürütülebilmektedir. Süreç, derecelendirme hedeflerinin belirlendiği bir çalışma toplantısı (LEED Eco\_Charette Workshop) ile başlar, sonrasında bina veya proje, USGBC'ye kaydedilir. Binanın değerlendirmeye alınması için öncelikle her performans kategorisi için belirlenmiş olan önkoşulların yerine getirilmiş olması şarttır. USGBC sistemine internet üzerinden yüklenen, binanın sağladığı kriterlere ilişkin gerekli belgeler incelenir; gerekli görüldüğünde açıklığa kavuşturulması istenen konular ile ilgili ek dokümanlar talep edilebilmektedir (Sev ve Canbay, 2009). 110 kredi üzerinden değerlendirilen binalar, toplam kredilerine bakılarak; Sertifikalı (40-49 Kredi), Gümüş (50-59 Kredi), Altın (60-79 Kredi) ve Platin (80-110 Kredi) derecelerinden biri ile sertifikalandırılırlar.

Çevresel değerlendirme sistemlerinin hepsinde en çok önem verilen konu enerji performansıdır. Binanın ısıtılması, soğutulması, havalandırılması ve aydınlatılması için gerekli enerji tüketimi ve buna bağlı emisyon miktarı binanın sınıflandırılmasında en önemli rolü oynamaktadır. Ayrıca, sadece enerji tasarrufunu değil, ısı ve görsel konfor koşullarının da değerlendirilmesini şart koşan bu değerlendirme sistemleri, verimliliği desteklemektedirler (Erten ve Yılmaz, 2011).

### **3.2.2 Cephelerde Yenileme Nedenleri**

Bir bina sahibinin binasını yenilemek istemesinin, binanın performans ve fonksiyonelliğini değiştirmek istemesinden, binayla ilgili sadece estetik kaygılar taşınmasına kadar uzanan, pek çok nedeni olabilmektedir. Son araştırmalar, yenileme çalışmalarının cephelerde görülen problemlerin giderilmesinden çok, teknik geliştirmeler gibi pozitif sebepler nedeniyle yapıldığını ileri sürmektedir (Colarcoat Technical Paper, 2010). Yenileme çalışmalarına başlanmadan önce yenileme nedeni veya nedenlerinin doğru bir şekilde belirlenmesinin sonuç ürünün beklentileri karşılaması açısından önemi büyüktür. Bina cephelerinde yenileme çalışmaları aşağıda belirtilen kriterlerden en az birini sağlamak amacıyla yapılmaktadır.

### 3.2.2.1 Isıl Performansı Arttırmak

Binaların temel fonksiyonlarından biri, iç mekanı, dış sıcaklık koşullarından izole etmektir. Bu fonksiyonu yerine getirmedeki en önemli yapısal faktör ise cephelerdir. Cephe sistemleri her zaman dış havadan binaya veya binadan iç havaya doğru olan ısı transferine karşı bir direnç göstermektedir.

Cephelerin yeterli ısı performans göstermediği durumlar, bina içinde yaşayan insanın konforunun zedelenmesine, ısısız deformasyonlar sonucu binanın kısa zamanda tahrip olmasına yol açmaktadır. Binalarda enerji en fazla ısı konfor koşulları sağlamak için harcılandığından, cephe sisteminin ısı performansının binanın enerji tüketimi üzerindeki etkisi büyüktür.

Her ne kadar binanın mimari projesine ve durumuna bağlı olarak değişiklik gösterse de genel olarak çok katlı konutlarda ısı kayıplarının %40'ı dış duvarlardan, %30'u pencerelerden, %7'si çatılardan, %6'sı bodrum döşemesinden ve %17'si hava kaçaklarından meydana gelmektedir. Tek katlı bir konutta ise ısı kayıplarının, %25'inin dış duvarlardan, %22'sinin çatıdan, %20'sinin pencerelerden, %20'sinin bodrumdan ve %13'nün hava kaçaklarından kaynaklandığı belirlenmiştir. Bu rakamlardan da anlaşılacağı gibi, binalarda en fazla ısı kaybı sırası ile dış duvarlar, pencereler, tavan-çatı ve döşemelerde meydana gelmektedir (Koçu ve Dereli, 2010). Dolayısıyla binaların ısıtılması veya soğutulması için tüketilen enerji miktarını azaltmanın en etkili yolu, cephelerin ısı kaybını önlemeye yönelik yenilenmesidir.

2008 yılı sonu itibarıyla, 18,4 milyonu konut, 8,65 milyon bina bulunan ülkemizde yalıtım yapılmış binaların oranı % 10'unun altındadır. Binanın konstrüksiyonu ve konumuna göre değişmekle birlikte ısı yalıtımı yapılmamış binada % 30-60 arasında ısı kaybı yaşanmaktadır (Anonim(a), 2009). EURIMA'nın (European Insulation Manufacturers Association) Aralık 2002 tarihinde yaptırdığı bir araştırmada, yalnızca 1974'ten önce yapılan konutların, ısı yalıtımı ile yenilenmesi durumunda, tüm konut sektörünün ısıtma giderlerinden yaklaşık % 42 tasarruf sağlanabileceği hesaplanmıştır (Işık, 2007).

Binanın ısı performansını arttırmanın getirdiği çevresel ve ekonomik kazançlar sebebiyle, günümüzde en çok uygulanan ve devlet tarafından da teşvik edilen yenileme çalışmaları binaların ısı performansını arttırmaya yönelik olan çalışmalardır.

### 3.2.2.2 Su ve Nem Etkisinden Korunmak

Binanın ömrü ve dayanıklılığı açısından su önemli bir faktördür. Binaya sızan su binanın taşıyıcı sistemindeki donatıları korozyona uğratarak, kesitlerinin azalmasına dolayısıyla yük taşıma kapasitesinin düşmesine neden olmaktadır. Yapı bileşenleri içerisinde biriken su, hava sıcaklıklarındaki değişimin etkisiyle donup genişerek beton bütünlüğünün bozulmasına ve çatlaklara yol açmaktadır. Ayrıca su etkisiyle yapı elemanı içindeki ısı yalıtım malzemelerinin yalıtım değeri düşmekte, metalik birleşim elemanları korozyona uğramakta, ahşap malzemede deformasyonlar görülmektedir (Aydın, 2011a). Yağmur suyundan veya buhardan oluşan su, kimyasal etkiyle duvar malzemesini çözmekte ve malzemenin özelliklerini bozmaktadır.

Rüzgarla gelen yağmur suyu cepheyi ıslatarak, cephe elemanlarındaki delik ve boşluklardan duvar gövdesine sızabilir. Duvar gövdesine ve derzlere giren su, buradaki tuzları çözerek tuzlu su haline gelir. Bu tuzlar, kuruma süresince iç ve dış bölgelere doğru hareket ederek iç bölgede çiçeklenme denilen tuz artıklarını, dış bölgede ise beyaz lekeleri oluşturur. Hazır parçalı ürünlerden oluşmuş duvar gövdesine de derz aralarından su nüfuz edebilmektedir. Bu durumda iç ve dış ortamda tuzların derzlerde belirginleşmesi ile kaplama üzerinden parçalı ürün örgüsü belli olur. Buharlaşmanın hızlı olmadığı kesitlerde veya dış duvar kaplamasının buharı iyi geçirmediği durumlarda, suda bulunan tuzlar duvar içinde dış kabuğa yakın yerlerde çöker ve şişer. Cephe yüzeyine basınç uygulayan bu tuzlar kaplamanın altında bağlantısız kabuklar oluşmasına neden olur. Sonuç olarak duvar kaplamalarında kabarma ve dağılmalar oluşur. Cephede görülen yüzeysel çiçeklenmeler, kaplama malzemelerinde kabarma ve dökülmeler su etkisiyle oluşan ve binanın estetik değerini düşüren bozulmalardır (Şekil 3.10).

Kullanıcı sağlığı açısından da bina içindeki nem miktarının belli bir düzeyde tutulması gerekmektedir. Su ve nem; binada, kf gibi bakteri içeren sağlıksız ortam koşullarına sebep olmaktadır (Güler ve diğ., 2010).



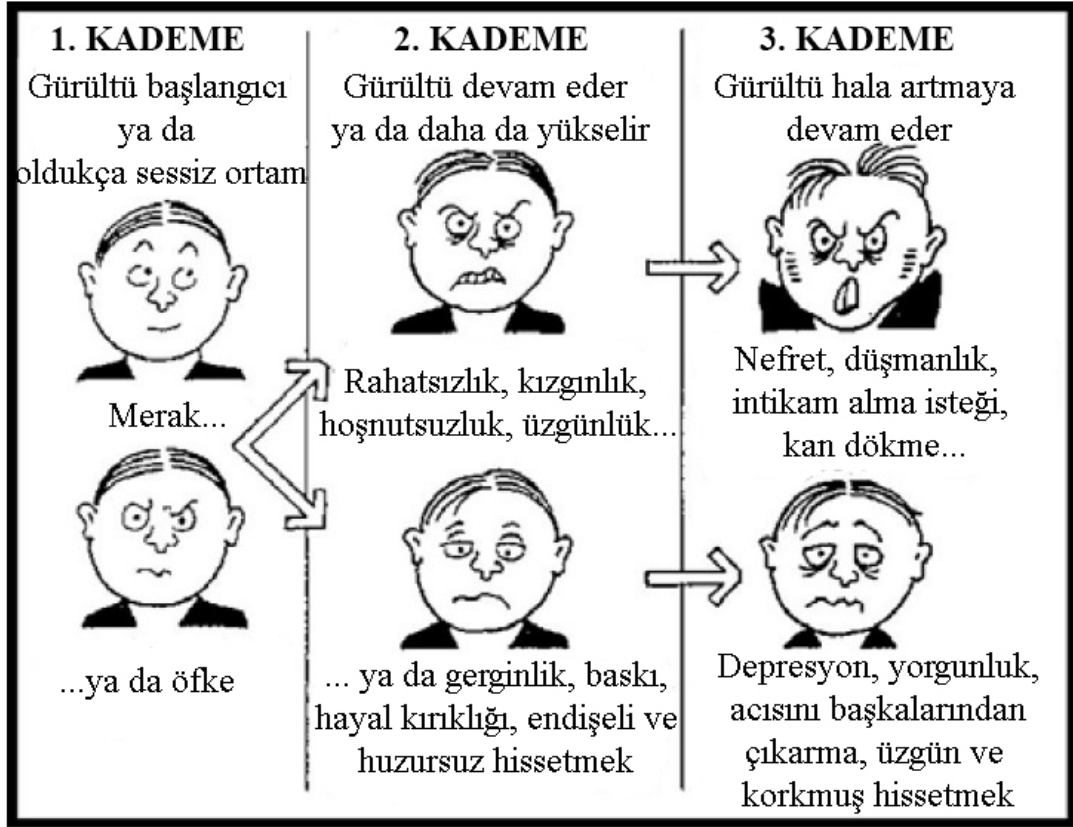
şekil 3.10 Dış cephede su etkisiyle oluşan deformasyonlar (kabarma, çiçeklenme ve kf ) (URL-12)

Yukarıda belirtilen yapısal ve görsel sorunlar nedeniyle binaların su ve nemden korunumu önem kazanmaktadır. Binalarda su ve nem etkisini önleyecek yenileme çalışmalarıyla kullanıcı sağlığı ve konforunu sağlayarak, binaların ömrünü uzatmak mümkün olacaktır.

### 3.2.2.3 Akustik Performansı Arttırmak

Akustik koşulların, kullanıcı sağlığı ve verimliliğini etkilediği bilinmektedir. Günlük doza bağlı olarak, istenmeyen seslerin rahatsız edici, dikkat dağıtıcı, sinirlendirici vb. psikolojik etkilerinin yanı sıra geçici veya kalıcı fizyolojik zararları da söz konusudur (Sirel, 1993). İstenmeyen seslerin neden olduğu olumsuz etkiler gibi mutlak sessizliğin de insan psikolojisi üzerinde olumsuz etkileri vardır. Bu bağlamda akustik

konfor koşullarının sağlanması için iç mekanda ne çok sessiz ne de çok gürültülü bir ortamın oluşturulması gerekmektedir (Şekil 3.11).



Şekil 3.11 İnsanlarda gürültüye tepki süreci (Grimwood, 1993)

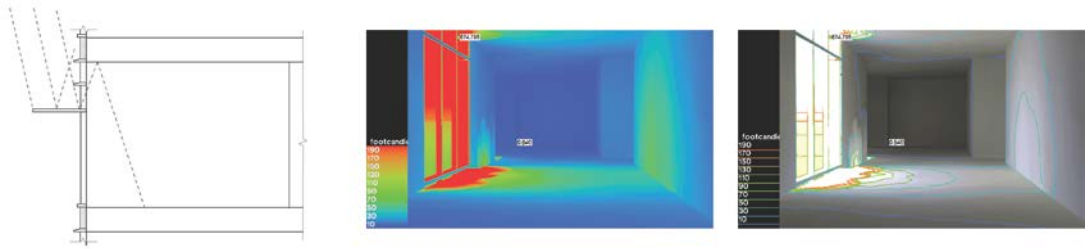
Özellikle, toplu konutlar, şehir merkezleri gibi yoğunluğun fazla olduğu yerler ile havaalanı, tren istasyonu, otoyol gibi ses kirliliğinin fazla olduğu bölgelerde akustik, konfor ve yaşam kalitesi açısından önemli rol oynar (Anonim(b), 2010). Yapılan bir çalışmada yola bakan cephe düzlemine 2m uzaklıkta oturan ofis çalışanlarının ortalama 60 dB trafik gürültüsüne maruz kaldıkları belirlenmiştir (Muneer ve diğ., 2000). Gürültüden etkilenen pencerelerden yaklaşık 7 m uzaklıkta oturan çalışanların %70'i dış çevre koşullarından kaynaklı gürültünün yarattığı rahatsızlığı kabul edilemez sınırdan bulmaktadır. Yine ofis çalışanları arasında yapılan bir çalışmada, çalışanların %48'inin iç mekan gürültü düzeyini tatmin edici bulmadığı belirlenmiştir (Muneer ve diğ., 2000).



Yukarda belirtilen sebepler doğrultusunda iç mekanda akustik konforu sağlamak amacıyla cephelerde dış ortamdaki kaynaklanan seslerin iç ortama girişini kontrol altına alacak şekilde yenileme çalışmaları yapılmaktadır.

#### 3.2.2.4 Gün ışığı Kontrolünü Sağlamak

Atmosfer ya da atmosferde askıda bulunan cisimlerce (sis, bulut, toz vb.) yayınmaya (difüzyona) uğratılmadan yeryüzüne inen güneş ışığı ile atmosferde yayınmaya uğrayarak yeryüzüne inen güneş ışığının (gök ışığı) toplamı olan gün ışığı, iç meknlarda konfor koşullarının oluşturulmasında rol alan etkenlerden biridir (URL-13). Bina içine gün ışığı alındıkça güneş ışınımı da beraberinde gelmekte böylece iç mekana hem ışık hem de ısı girmektedir. Buna bağlı olarak, cephe sistemi üzerinden mekana içine alınan ışığın, mekana üzerinde iki türlü etkisi bulunmaktadır. İç mekana alınan gün ışığı sayesinde mekana aydınlanmakta; güneş ışınımı ile sağlanan ısı kazançları yoluyla da ısınmaktadır (Şekil 3.12). Gün ışığının bu etkileri mekana içinde hem iyi hem de kötü koşullar oluşturabilmektedir.



Şekil 3.12 Bir pencere yüzeyinden iç mekana alınan ısı ve ışığın gösterimi (İkinci şekilde kırmızıdan maviye doğru gidildikçe sıcaklık, üçüncü şekilde beyazdan siyaha doğru aydınlık azalmaktadır.) (Aksamija, 2013)

İç ortamda ihtiyaç duyulan aydınlık düzeyinin doğal yoldan gün ışığı ile sağlanması, enerji tüketiminin azaltılması; dolayısıyla binanın kullanım maliyetinin düşürülmesi ve çevre kirliliğinin azaltılması sebebiyle önemlidir. Amerika Birleşik Devletleri'nde yapılan bir araştırmada, sıcak ve kuru, sıcak ve nemli, ılık ve nemli, soğuk ve nemli, soğuk ve kuru, iklim bölgelerindeki ofis binalarının enerji tüketimi incelendiğinde, aydınlatmaya ait enerji giderlerinin tüm giderlere oranının iklim bölgelerine göre

sırasıyla %27, %35, %34, %38 ve %43'lik değerler gösterdiği saptanmıştır. Yapay aydınlatmanın yerine gün ışığı ile aydınlatma veya gün ışığı ve yapay aydınlatmanın kontrollü olarak birlikte kullanımından %35'den %75'e kadar bir tasarruf beklenebilmektedir (Kesten ve diğ., 2005). Bu durum bina enerji performanslarının optimizasyonunda, yapay aydınlatma için harcanan enerjinin göz ardı edilemeyecek bir paya sahip olduğunu göstermektedir.

Yapılan çeşitli çalışmalarla, binaların düzgün bir şekilde gün ışığı ile aydınlatılmasının, insan psikolojisini ve hormonal dengesini etkileyerek üretkenliği arttırdığı, hatta hastalanma süresini azalttığı belirlenmiştir (Robertson, 2002). Örneğin, insan bünyesinin yirmi dört saatlik i periyodunun düzenlenmesinden sorumlu olan melatonin hormonu, maruz kalınan gün ışığı düzeyi ve süresine bağlı olarak salgılanmaktadır. Bu nedenle gün ışığı almadan aydınlatılan binalarda günlerini geçiren insanlarda “biyolojik karanlık” nedeniyle performans düşüşü yaşanabilmektedir (Okutan, 2012).

Binaların gün ışığı ile aydınlatılması ne kadar önemli olsa da gün ışığının görsel konforu olumsuz etkilediği durumlar da mevcuttur. Güneşten yeryüzüne gelen ışınım, dolaysız (direkt) ve dolaylı (yaygın) olarak iki bileşene ayrılmaktadır (Küçüközdemir, 2003). Mekan içinde direkt gün ışığı alan bölgelerde aydınlık düzeyi çok yüksek; doğrudan gün ışığı almayan bölgelerde ise çok az olmaktadır. Dolayısıyla iç mekanda büyük aydınlık farklılıklarının oluşturduğu zıtlık görsel konforu bozmaktadır. Mekan içinde aydınlatma doğal yolla, gün ışığı ile sağlanırken oluşabilecek aydınlık farkının önlenmesi için tedbirler alınmalıdır.

Gün ışığının mekan içindeki ısıtıcı etkisi, binanın bulunduğu iklim kuşağına ve binadan beklenen ısı konfor şartlarına bağlı olarak olumlu ya da olumsuz özelik gösterebilmektedir. Soğuk iklim bölgelerinde ısı konfor koşullarının oluşturulmasına katkı sağlayan gün ışığı, enerji tketimeinin azaltılmasına olanak vermektedir. Fakat özellikle yaz aylarının sıcak ve uzun geçtiği bölgelerde binanın ısı yükünü arttırarak iç mekan konforunu bozmaktadır. Bu nedenle sıcak iklim bölgelerinde bina içine gün ışığı alımının kontrollü olarak gerçekleşmesi gerekmektedir.

Gün ışığının kontrolünde ve binayla olan ilişkisinde en önemli görev, güneş ışınlarıyla direkt etkileşim içinde olan cephe sistemine düşmektedir. Dolayısıyla, gün ışığı kontrolüyle ilgili olarak mimari tasarımda alınacak kararlar öncelikli olarak cepheleri etkilemektedir. Bina cephelerinde yapılacak yenileme çalışmaları sayesinde gün ışığının kontrollü bir şekilde iç mekana alınması; istenmeyen ısı kazançları ve kamaşmayı engellemek mümkün olmaktadır. Aynı şekilde geliştirilmiş bazı sistemler sayesinde iç mekanda daha geniş alanların gün ışığı ile aydınlatılması sağlanabilmektedir.

### *3.2.2.5 Yangın Güvenliğini Arttırmak*

İnsanların temel ihtiyaçlarından olan güvenlik gereksinimi, yangından korunmayı da kapsamaktadır. Ne zaman, nerede ve ne şekilde gerçekleşeceği belli olmayan, sürekli bir tehlike olarak karşımıza çıkan yangın, binalara ve kullanıcılara geri dönüşü olmayan zararlar verme potansiyelindedir. İstatistiksel veriler incelendiğinde ülkemizde görülen yangın olaylarının sıklığı ve ne kadar ciddi sonuçlar doğurduğunu görmek mümkün olmaktadır. Eski Sivil Savunma Genel Müdürlüğü verilerine göre 2000–2004 yılları arasında ülkemizde, orman yangınları hariç olmak üzere toplam 298.349 adet yangın çıkmıştır. Bu yangınlarda 1.621 kişi hayatını kaybetmiş ve toplamda yaklaşık 842 milyon TL maddi zarar meydana gelmiştir (URL-14). Başka bir araştırmaya göre, Türkiye’de yılda ortalama 105 bin civarında yangın meydana gelmektedir. Bu yangınlar sebebiyle yılda yaklaşık 600 kişi hayatını kaybetmekte ve çok daha fazla sayıda da yaralanma olmaktadır (URL-15).

Yangının meydana geldiği binanın içerisinde sıcaklık, kısa sürede çok yüksek değerlere ulaşarak binanın taşıyıcı sisteminin dayanıklılığını etkilemektedir. Örneğin, betonarme malzemelerin mukavemeti 500 °C’nin üstünde 1/3 oranında azalmaktadır. Yangın esnasında zeminden tavana doğru yükselen sıcaklık ise belli bir süre sonra 1000°C’nin üzerine çıkabilmektedir (URL-14). Isı etkisi ile binalar tamamen çökerek kullanılamaz hale gelebileceği gibi, oluşabilecek kısmi çökmeler/yıkılmalar yangına müdahale imkanını zorlaştıracığından büyük oranda can ve mal kaybına neden olabilmektedir.

Cephelerde yangın önlemlerinin alınması, alt katlarda çıkan yangınların üst katlara taşınması ve dış çevredeki yangının bina cephesine sıçrayarak yayılmasını önlemek açısından önemlidir. Dış duvarlarda kullanılan yanıcı malzemeler üzerindeki alev yayılımı yangının kaynağı olan katın üzerindeki katlara yangının yayılmasına neden olabilmektedir. Özellikle çok katlı binalarda önlem alınmadığı takdirde yangının cephe üzerinden kattan kata yayılma olasılığı yüksektir (Şekil 3.13). Yangın servislerinin ulaşabileceği mesafenin üzerinde genişleyebilen cephe yangınları, çok katlı binalarda büyük tehlike oluşturmaktadır (Arpacıoğlu, 2004).



Şekil 3.13 Polat Tower yangını (URL-16)

Binalarda yangının oluşması ve yayılması ihtimali pek çok faktöre bağlı olarak değişiklik göstermekle birlikte, binaların yangın potansiyeli, yangın yüküne bağlı olarak değerlendirilebilmektedir. Yangın yükü; bir bina bölümü içinde bulunan yanıcı maddelerin kütleleri ile alt ısı değerleri çarpımları toplamının, plandaki

toplam alana bölünmesi ile bulunur (Binaların Yangından Korunması Hakkında Yönetmelik, 2007). Binalarda kullanılan malzemeler ve inşa tarzına bağlı olarak, her binanın yangın yükü kendine özgüdür. Yangın yükü fazla olan binalarda yangının gerçekleşme olasılığı ve yayılma hızı daha fazladır (Kars, 1999).

Ulusal ve uluslararası mevzuatlar pasif ve aktif yangın güvenlik önlemlerinin uygulanmasında mimar ve mühendislere rehber görevini üstlenerek önemli bir fonksiyonu yerine getirmektedirler. Bu kapsamda 26 Temmuz 2002 yılında “Binaların Yangından Korunması Hakkında Yönetmelik (BYKHY) Bakanlar Kurulu tarafından kabul edilerek yürürlüğe girmiştir. BYKHY’de (2007, madde19), binanın özelliklerine, binada yürütülen işlemin ve faaliyetin niteliğine bağlı olarak bina tehlike sınıflandırılması yapılmıştır. Bu sınıflandırmaya göre binalar aşağıdaki şekilde 3’e ayrılmaktadır:

“a) Düşük tehlikeli yerler: Düşük yangın yüküne ve yanabilirliğe sahip malzemelerin bulunduğu, en az 30 dakika yangına dayanıklı ve tek bir kompartıman alanı 126 m<sup>2</sup>’den büyük olmayan yerlerdir.

b) Orta tehlikeli yerler: Orta derecede yangın yüküne ve yanabilirliğe sahip yanıcı malzemelerin bulunduğu yerlerdir.

c) Yüksek tehlikeli yerler: Yüksek yangın yüküne ve yanabilirliğe sahip ve yangının çabucak yayılarak büyümesine sebep olacak malzemelerin bulunduğu yerlerdir. “

Yapılan bazı istatistikî çalışmalar sonucu binalarda yangın tehlikesinin, artan enerji kullanımı ve endüstrileşme ile büyüdüğü ortaya çıkmaktadır. Yangın istatistikleri incelendiğinde, kişi başına düşen enerji kullanımı miktarı ile yangın sonucu meydana gelen can ve mal kayıpları arasında bir bağ olduğu görülmüştür. 1964 yılında yapılan bir araştırmada, kişi başına düşen enerji kullanım miktarı en fazla olan Amerika Birleşik Devletleri ile Kanada ve İngiltere’de yangın dolayısıyla yaşanan can kayıpları karşılaştırılmıştır. Bu araştırmaya göre Amerika Birleşik Devletleri’nde yaşayan her 100.000 kişiden 6,2’si, Kanada’da 3’ü, İngiltere’de ise 2’si yangın olaylarında hayatını kaybetmiştir. Dolayısıyla enerji tüketiminin hızla arttığı

çağımızda yangının ve yangına karşı alınacak önlemlerin önemi de diğer zamanlara kıyasla artmaktadır. (Özgünler, 1994)

Yukarıda anlatılanlara bağlı olarak, binalarda gerçekleşen fonksiyon değişimi, kullanıcı sayısındaki artış, bina içinde kullanılan malzeme ve ekipmanlardaki farklılık ve enerji tüketiminin artması gibi nedenlerle zaman içinde binanın yangın yükü artabilmekte ve yangın sınıfı değişebilmektedir. Bu gibi durumlarda binada artan yangın riskini tamamen ortadan kaldırmak imkansız olsa da, cephede yapılacak yenilemeler sayesinde alınacak önlemlerle yangının yayılması engellenebilmekte ve hızlıca kontrol altına alınması sağlanabilmektedir. Yenileme çalışmaları ile binaların yangın güvenlik önlemleri arttırılmakta; böylece doğabilecek can ve mal kayıpları en aza indirilerek daha güvenli yaşama ve çalışma mekanları elde edilebilmektedir.

### 3.2.2.6 Estetik Performansı Arttırmak

Estetik, sözcük olarak duyum, duyulur algı, duygu ilmi anlamına gelmektedir. İdealist felsefenin en büyük filozoflarından biri olan Hengel estetiği “güzel sanatların felsefesi” olarak tanımlamıştır (Göğebakan, 2012). Yine aynı düşünür, evrensel bir güzellik yasası ve güzellik beğenisini kabul etmez. Günümüzde de estetik salt güzel kavramı üzerine oturmamaktadır.

Estetik değerler kendinden var olan, bireyden ve toplumdan bağımsız değerler değildir. Estetik değer ancak öznenin algılamasıyla var olmaktadır. Algılama kuşkusuz öznel bir durumdur ve öznenin estetik yeteneğine, sanatsal deneyimlerine ve özel idrak yeteneğine bağlı olarak gerçekleşmektedir. Diğer yandan özne bağımsız değildir. Bu nedenle tüm öznel davranışlarda olduğu gibi estetik algı da öznenin eğitim düzeyi ve kültürel değerlerinden etkilenmektedir (Yıldırım Özgencil, 2004).

Her ne kadar estetik sübjektif bir kavram olsa da, binaların güzel görünmesi ve bu özelliklerini kullanım süresi boyunca koruması istenir. Kültür gibi estetik değer yargılarının da durağan olmadığı unutulmamalıdır. Bu değerler eşzamanlı ve artzamanlı olarak farklılıklar gösterebilmektedirler. Mimari modanın sürekli bir değişim gösterdiği günümüzde yenileme çalışmalarının nedeni salt estetik sebepler

olabilmektedir (Ebbert ve Knaack, 2007). Yani cepheler görsel özelliklerini kaybetmeden, değişen estetik değerlere, diğer bir deyişle moda uyum sağlayabilmek için yenilenebilmektedir.

Scruton'a göre binanın biçimi üzerindeki değer yargılarımız, binanın işlevinden soyutlanamamaktadır. Yani binalar dış görünümüyle belli bir işlevi çağrıştırmalıdır (Yıldırım Özgencil, 2004). İşlev değişikliği geçiren binalarda da cephelerin estetik nedenlerle yenilenmesi bu anlayışla bağdaştırılarak tanımlanabilir. Örneğin, önceden ofis binası olan bir bina için yaptığımız olumlu estetik değerlendirme, aynı bina konuta çevrildiğinde geçerliliğini yitirebilmektedir. Bu durum da binada yenileme ihtiyacını doğurmaktadır.

Bina cephelerinde estetik problem oluşturan diğer bir konu da cephe yüzeyinde çeşitli nedenlerle görülen bozulmalardır. Binaların cepheleri, dış çevre koşullarıyla birebir etkileşim içinde olduklarından, daha fazla yıpranarak görsel özelliklerini fonksiyonel özelliklerinden önce kaybedebilmektedirler. Hava ile taşınan parçacıklar ve biyolojik büyüme nedeniyle binaların cephe, çatı gibi dış yüzeylerinde kirlenme görülebilmektedir (Şekil 3.14).



Şekil 3.14 Bina cephesinde biyolojik büyüme nedeniyle oluşan kirlenme (URL-17)



Cephelerde görülen kirlenme ve bozulmanın diğer bir nedeni de vandalizmdir. Vandalizm, bilerek ve isteyerek, kişi veya kamuya ait olan bir mala zarar verme eylemi şeklinde tanımlanmaktadır. Hip-hop kùltürünün bir parçası olarak hayatımıza giren duvara resim yapma sanatı grafiti, izinsiz olarak yapıldığında yasadışı kabul edilmekte ve vandalizme örnek teşkil etmektedir (Şekil 3.15). Diğer bir yandan izinsiz yapılan her grafitinin vandalizm oluşturacağı söylenemez. Bazı grafiti çalışmalarını sokak sanatının en güzel örneklerini vermektedir (Şekil 3.16).



Şekil 3.15 Vandalizm nedeniyle kirlenmiş cephe (URL-18)



Şekil 3.16 Grafitiyle yapılmış sokak sanatı örneği, Londra (URL-19)



Cephelerde kirlenmenin çoğunlukla estetik problemler haricinde binaya başka bir zararı yoktur. Fakat, bir bölgede binaların görsel sorunlarına aldırış göstermeyen kesim çoğunluktaysa bu bir imaj problemi haline dönüşebilmektedir (Moller, 2002). Böyle bölgelerin kentsel cazibesi giderek azalır ve sosyolojik problemlerin görülme sıklığı artar. Bu nedenle binaların taşıdığı estetik değerlerin toplumsal etkisi de bulunmaktadır.

Mimarlık bir değerlendirme ölçütü olarak, sağlamlık, kullanılabilirlik ve estetik kavramları üzerine temellenmektedir. Bu nedenle mimari ürün olan binaların estetik değerinin önemi yadsınamaz. Yukarıda bahsedilen nedenlerden herhangi biri sebebiyle duyulabilecek estetik kaygı, yenileme çalışmalarıyla giderilebilmektedir. Yenileme çalışmaları ile estetik performansı iyileştirilen binaların ve yerleşimlerin maddi ve manevi değerleri arttırılacaktır.

#### 3.2.2.7 Yenilenebilir Enerji Kaynaklarından Faydalanmak

Binalarda tüketilen enerjinin büyük bir kısmı petrol, kömür, doğalgaz gibi fosil enerji kaynaklarından karşılanmaktadır. Uluslararası Enerji Ajansı'nın (International Energy Agency, IEA) verilerine göre 2030 yılına kadar petrol ve doğal gaz üretimi %40-60 oranında azalacaktır. Buna karşın 2050 yılında şehirlerde yaşayan nüfus oranının %70'lere ulaşacağı, enerji tüketiminin bugüne göre %80 daha fazla olacağı öngörülmektedir (Ünver, 2013) Fosil yakıt rezervlerinin giderek azaldığı, enerjiye olan ihtiyacın ise her geçen gün arttığı günümüzde, insanoğlu ihtiyaçlarını karşılamak adına yenilenebilir enerji kaynaklarından faydalanmanın yollarını aramaktadır.

Enerji tüketiminde fosil yakıtların kullanılması sadece sınırlı kaynakların tüketimi açısından değil; bu kaynaklardan enerji üretimi sırasında meydana gelen yanma olayları sonucu atmosfere karışan CO<sub>2</sub> gibi gazların yarattığı çevre kirliliği açısından da sorun teşkil etmektedir. Havada bulunan CO<sub>2</sub> ve CFC (kloroflorokarbon) gazları, kızılötesi ışınların bir kısmını soğurarak, atmosferden dışarı çıkmalarını engellemektedirler. Yanma sonucunda havaya karışan ve atmosferdeki yoğunluğu

artan bu gazlar atmosferin ısınmasına yol açarak, küresel ölçekte sera etkisi yaratmaktadır. Dünya yüzeyinin ortalama sıcaklığının sera gazı etkisiyle değişmesine bağlı olarak dünyamızın, uzun vadede iklim değişiklikleri, mevsimlerin kayması, buzulların erimesi, çöl alanlarının genişlemesi, tarım alanlarının verimsizleşmesi, yağmur ormanlarının yok olması, kararsız kasırgalar oluşması gibi çok ciddi sorunlarla karşı karşıya kalabileceği öngörülmektedir. Ancak, doğayı kirletmeden temiz enerji elde etmek, yenilenebilir enerji kaynaklarının kullanımı sayesinde mümkün olmaktadır.

Yenilenebilir enerji kaynakları tarafından elde edilen enerji aynı zamanda ekonomik bir üründür. Bu enerji sistemleriyle elde edilen enerjinin birim maliyeti çok düşüktür. Yenileme çalışmaları ile binalara yenilenebilir enerji sistemlerinin entegre edilmek istenmesinin en önemli sebeplerinden biri budur.

Yukarıda belirtilen ekonomik ve çevresel etkilerinden dolayı yenilenebilir enerji kaynaklarının kullanımı, devletler ve sivil toplum kuruluşları tarafından da desteklenmektedir. Avrupa Birliği yayınladığı enerji politikası ile 2020 yılında tüm enerji ihtiyacının %20'sini yenilenebilir enerji kaynaklarından karşılamayı ve CO<sub>2</sub> salınımını %20 düşürmeyi hedeflemektedir.

Genel anlamda bakıldığında başlıca yenilenebilir enerji kaynakları; güneş, su, rüzgar, jeotermal ve biyokütle olarak sıralanmaktadır. Ancak yenilenebilir enerji kaynağı kullanımı, yapılı çevre ölçeğinde ele alındığında, özellikle cephelerde kullanımı en kolay yenilenebilir enerji kaynağı güneştir. 4-5 triyon yıl daha dünyaya enerji sağlayabilme gücüne sahip olan güneş, bu özelliği nedeniyle önümüzdeki yüzyılların enerji kaynağı olarak görülmektedir (Ünver, 2013).

Teknolojinin gelişmesiyle çeşitlenen ve birim maliyeti düşen yenilenebilir enerji kaynaklarından yararlanma tekniklerinin, binalardaki kullanım alanları ve uygulanabilirlikleri giderek artmaktadır. Binaların hem çevreye olan etkilerini, hem de kullanım maliyetlerini azaltmak adına yenilenebilir enerji kaynaklarından yararlanmak üzere yenileme çalışmaları yapılmaktadır.

## **4. CEPHELERİN YENİLENMESİNDE KULLANILAN TEKNİKLER**

Cephelerde yenileme konstrüktif olarak katman, kabuk ve eleman düzeyinde yapılan ekleme, çıkarma, yenileme ve modifikasyonlarla gerçekleştirilmektedir. Bu bölümde etkili oldukları ana performans kriterine bağlı olarak, cephelerde kullanılan yenileme teknikleri tanıtılmaktadır.

### **4.1 ISIL PERFORMANSI ARTTIRMAK İÇİN KULLANILAN TEKNİKLER**

Cephe sisteminin en önemli işlevlerinden biri iç mekanda ısı konfor koşullarının sağlanmasıdır. ASHRAE Standart 55-81'e göre kullanıcıların minimum %80'inin çevrelerini iklimsel açıdan kabul edilebilir bulduğu koşullar, iklimsel konfor koşulları olarak tanımlanmaktadır. Bina kullanıcılarının eylemlerini istenilen performansta gösterebilmesi için ısı konfor koşullarının yılın her dönemi için mutlaka sağlanması gerekmektedir. Bu bağlamda binaların ısı performansını istenmeyen ısı kazanç ve kayıplarına karşı olan tutumu belirlemektedir.

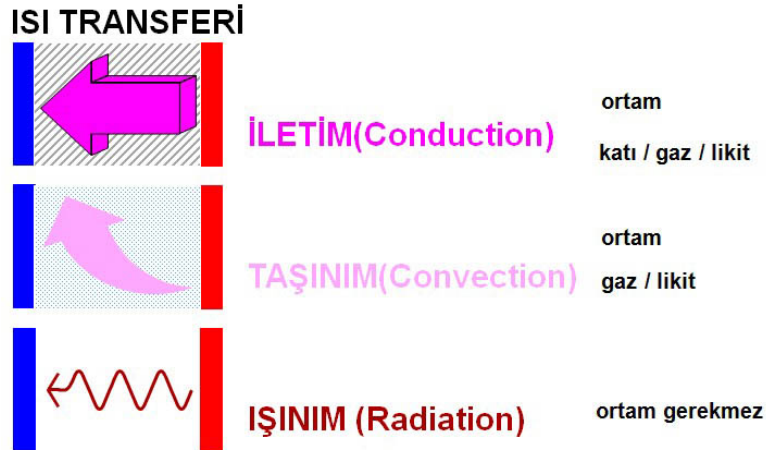
Sıcaklık, bir cisimdeki moleküler hareketin hızının artmasıyla yükselen skaler (yönü ve doğrultusu olmayan) bir büyüklüktür. Yüksek sıcaklık seviyesinden, düşük sıcaklık seviyesine doğru bir akım oluşmakta ve buna ısı akımı denilmektedir. Isı enerjisinin sıcaklıkları farklı iki cisim arasındaki geçişi, buldukları ortama bağlı olarak ısı iletimi (kondüksiyon), ısı taşınımı (konveksiyon) ve ısı ışınımı (radyasyon) olmak üzere 3 farklı şekilde gerçekleşmektedir (Şekil 4.1).

Isı iletimi (kondüksiyon): cismi oluşturan veya cisimle bağlantılı bulunan moleküllerin titreşimi sonucu, bir molekülden diğerine ısı enerjisinin geçiş şeklidir.

Bu şekildeki ısı geçişinde atomların diziliş sıklığı önemlidir; diziliş sıklığı arttıkça iletim de artar. Bu nedenle kondüksiyon yoluyla ısı geçişi en fazla katı cisimlerde görülmektedir. Kondüksiyon sıvı ve gazlarda da meydana gelmektedir, ancak sıvılarda seyrek atomsal diziliş (amorfor yapı) sebebiyle katılardan daha düşük; gazlarda ise atomlar arası mesafenin bağıl olarak fazla olması sebebiyle ihmal edilebilecek kadar az düzeyde gerçekleşmektedir.

Isı taşınımı (konveksiyon), molekülleri serbestçe hareket eden sıvı veya gaz (hava) gibi akışkanlarda, sıcak moleküller ile soğuk moleküllerin yer değiştirmesi sonucu meydana gelen ısı geçişi olayıdır.

Isı ışıması (radyasyon), cismin yüzey sıcaklığına ve yüzey şekline bağıl olarak, ısı enerjisinin ışıma yolu ile herhangi bir taşıyıcı ortama gerek duymadan, elektromanyetik dalgalar şeklinde oluşan ve malzemeye geçiş sağlayan ısısal iletim şeklidir. Bütün cisimler ışıma yoluyla ısı enerjisi yayarlar.



Şekil 4.1 Sıcaklıkları farklı iki malzeme arasındaki ısı enerjisi geçiş yolları. Kırmızı çizgi sıcak malzemeyi, mavi çizgi soğuk malzemeyi ifade etmektedir (URL-20).

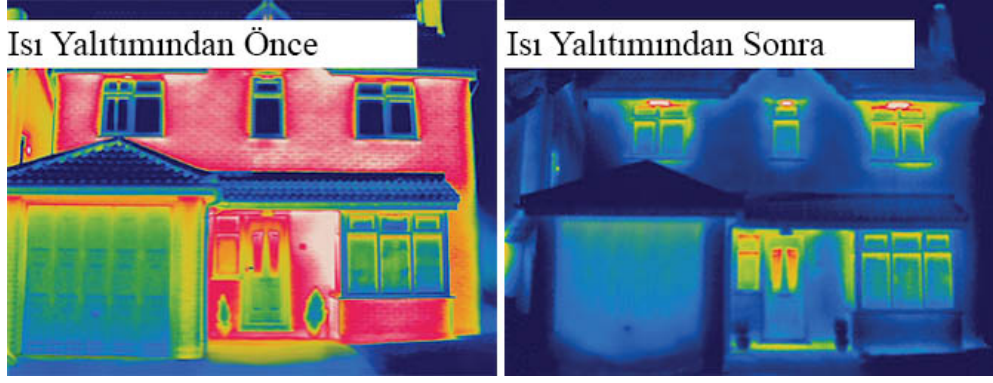
Yapı elemanlarında ısı iletimi yoluyla meydana gelen ısı geçişleri, elemanın kalınlığına ve kendi iç yapı özelliklerine göre belirlenen ısı iletkenlik katsayısına ( $\lambda$ ) bağılıdır. Tek katmanlı bir elemanın ısı geçirgenlik direnci, elemanın kalınlığının ısı iletkenlik katsayısına oranı ile bulunmaktadır. Isı iletkenlik katsayıları düşük,

kalınlıkları fazla olan yapı elemanlarının ısı geçirgenlik dirençleri yüksektir. Yapı malzemelerinin ısı iletim katsayısı, malzemelerinin gözeneklilik durumu, gözeneklerin büyüklüğü ile dağılım özellikleri ve bünyelerindeki nem miktarıyla yakından bağlantılıdır. Gözenekler içindeki durgun havanın ısı iletim katsayısının çok küçük olmasından ötürü, gözenekli malzemelerin ısı yalıtım etkinliği fazladır (Güler ve diğ., 2010). Çok katmanlı yapı elemanlarında ısı geçirgenlik direnci, elemanı oluşturan her bir katmanın ısı geçirgenlik direncinin toplanmasıyla bulunmaktadır. Tek veya çok katmanlı bir yapı elemanında toplam ısı geçirme katsayısı (U değeri) belirlenirken iç ve dış yüzeysel ısı iletim katsayısı değerlerinin de ısı geçirme direncine eklenmesi gerekmektedir. Yapı elemanlarının ısı geçirgenlik direnci ya da başka bir deyişle ısı yalıtım değeri ısı geçirgenlik değerinin çarpma işlemine göre aritmetik tersidir.

Cephenin ısı performansını arttırmada amaç, binanın en sıcak mevsim koşullarında en az ısı kazanırken, en soğuk koşullarda da en az ısıyı kaybetmesidir. Kuşkusuz, cephe bileşenlerinin ısı direnci (ısı geçirgenlik direnci) ne kadar yüksek olursa iç ve dış ortam arasındaki ısı iletimi o oranda azalacaktır. Bu sebeple cephe sisteminin ısı performansını arttırmada kullanılan teknikler, duvar ve pencere elemanları için farklılık göstermekle birlikte, cephe elemanlarının ısı direncinin artırılması üzerine kurulmuştur.

#### **4.1.1 Duvarlarda Kullanılan Teknikler**

Dış duvarlarda, çevre sıcaklığı, güneş ışınımı, hava hızı gibi dış atmosfer şartlarıyla etkileşim sonucu ısı kayıp veya kazancı şeklinde, ısı akımı yaşanmaktadır. Herhangi bir duvar için sabit yüzey alanı ve sabit sıcaklık farkları düşünüldüğünde, ısı akımını azaltmak ancak ısı direncin büyütülmesiyle (ısı iletim katsayısının küçültülmesi ve/veya kalınlığın artırılmasıyla) olabilmektedir. Bunun için duvarlarda kullanılan en etkili teknik ısı yalıtımı uygulamasıdır. Şekil 4.2'de dış duvarlarına ısı yalıtımı uygulaması yapılarak yenilenmiş bir binanın yalıtımsız ve yalıtımlı durumlarının termografi görüntüleri bulunmaktadır. Bu görüntülerden de anlaşılacağı üzere yalıtım uygulaması duvardan salınan ışınım miktarını belirgin bir şekilde azaltmıştır.



Şekil 4.2 Dış duvar yüzeyine ısı yalıtımı uygulanmış 2 katlı bir binanın yenileme çalışmasından önceki ve sonraki termografi görüntüleri. (Duvar tarafından salınan ışınımın miktarı azaldıkça renk kırmızıdan maviye dönmektedir.) (URL-21)

Isı yalıtımı uygulamalarından istenilen performansın elde edilmesi için şu değişkenlere dikkat edilmelidir (Altun, 1997):

- Dış duvarın ısı kayıp ve kazanç şekli
- Isı geçişi
- Uygulanabilir yalıtım şekilleri
- Isı yalıtımının nerede ve nasıl yapılacağı
- İdeal ısı yalıtım malzemesi ve kalınlığı

Duvarlarda uygulanacak ısı yalıtımının istenilen performansı göstermesinde etkili başlıca faktörler yalıtım malzemesi seçimi ve seçilen malzemenin kalınlığıdır. Isı yalıtım malzemeleri, ısı kayıp ve kazançlarının azaltılmasında kullanılan yüksek ısı dirence sahip ürünlerdir. Isı yalıtım malzemesi seçilirken, ısı iletim katsayısı değerinin düşük olmasına dikkat edilmelidir. Seçilen yalıtım malzemesinin bünyesine su alan bir malzeme olması ya da basınç ve darbeye karşı dayanımının az olması durumunda, uygulamada bu konularla ilgili tedbir alınmalıdır. Ayrıca, ısı yalıtım malzemesinin kalınlığı seçilirken yoğuşma sorununun önlenmesi için gerekli hesapların mutlaka yapılması gerekmektedir. Umaroğulları'nın (2011) yaptığı çalışmada kesitte gerçekleşen sıcaklıklar ve bağıl nem açısından yalıtım kalınlığı değişiminin, yalıtım malzemesinin duvar yüzeyine dışarıdan uygulandığı durumlarda

etkili olduğu; ancak bu etkinin de ılıman iklim bölgesi için 4 cm'e kadar anlamlı olduğu, 4 ve 6 cm arasında dikkate değer bir fark olmadığı görülmüştür. Ülkemizde duvarların ısı yalıtımında yaygın olarak kullanılan yalıtım malzemeleri; camyünü, taşıyünü, EPS, XPS, poliüretan ve ahşapyünüdür. Ek 1'de ısı yalıtım malzemesi olarak kullanılan ürünlerin belirli özelliklerine göre karşılaştırıldığı ve sıralandığı bir tablo bulunmaktadır.

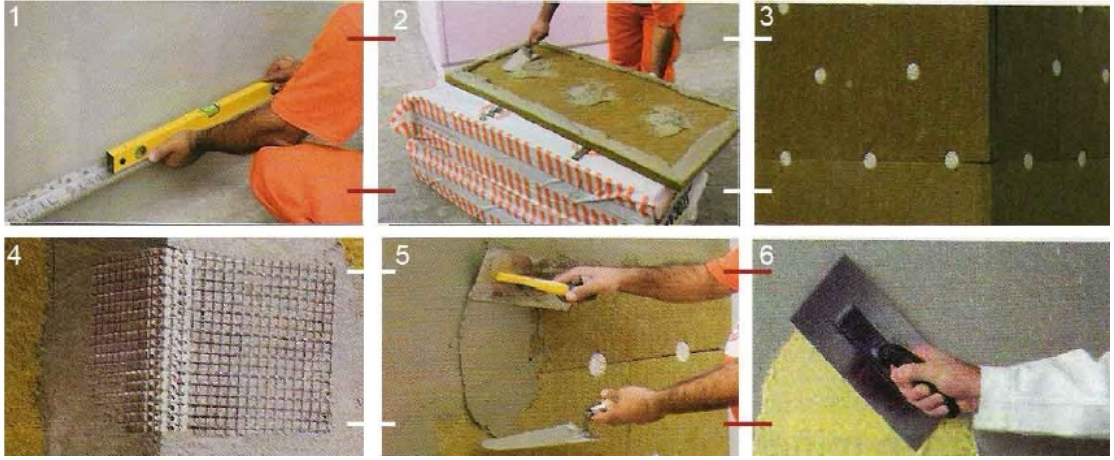
Dış duvarlarda ısı yalıtımı, ısı yalıtım malzemesinin konumuna göre dört farklı şekilde uygulanmaktadır (Şenkal Sezer, 2005a).

- Duvarın dış yüzeyine yapılan ısı yalıtım uygulamaları (Mantolama)
- Duvarın iç yüzeyine yapılan ısı yalıtım uygulamaları
- Çift duvar arası ısı yalıtım uygulamaları
- Havalandırmalı dış duvar yalıtım uygulamaları (Giydirme Cephe)

Duvarın dış yüzeyine yapılan yalıtım uygulamaları, en iyi performans gösteren ısı yalıtımı şeklidir. Cephede, balkon ya da çıkma bulunmadığı durumlarda, yalıtım kesintisiz olarak tüm duvar yüzeyi boyunca devam edeceğinden, ısı köprüleri en aza indirilmekte hatta pratikte yok sayılmaktadır. Bu tip ısı yalıtım uygulamaları yaz aylarında binanın aşırı ısınmasını önlemede etkilidir. Kış aylarında da ısıtma sisteminin kısa süreli kapatılması halinde iç ortam sıcaklığının hızla düşmesini engellemektedirler. Dıştan yalıtım uygulamalarında su buharının kesit içinde yoğunlaşma riski en azdır. Isı köprülerinin ve yoğunlaşmanın oluşmasını engelleyen bu yalıtım tekniğiyle olası korozyon, duvar içi gerilmeleri ve çatlakların önüne geçilmektedir (Güzelçoban, 2007). Yalıtım malzemesi olarak taşıyününün kullanıldığı durumlarda doğru malzeme ve bileşen seçimiyle binanın akustik performansını arttırmak ve bir dereceye kadar yangın yalıtımı sağlamak da mümkün olmaktadır. Diğer yandan uygulama için tüm cepheye iskele kurulması gerekir ve maliyeti diğer yalıtım uygulamalarına oranla daha yüksektir.

Duvarın dış yüzeyinden yapılan yalıtım uygulaması; yüzey hazırlığı, subasman profillerinin yerleştirilmesi, yalıtım malzemelerinin yapıştırılması ve dübellenmesi,

kenar ve köşelerin profillerle oluşturulması ve son kat kaplamanın uygulanması aşamalarından oluşmaktadır (Güzelçoban, 2007) (Şekil 4.3).



Şekil 4.3 Duvarının dış yüzeyinden yapılan ısı yalıtım uygulamasının aşamaları (Güzelçoban, 2007).

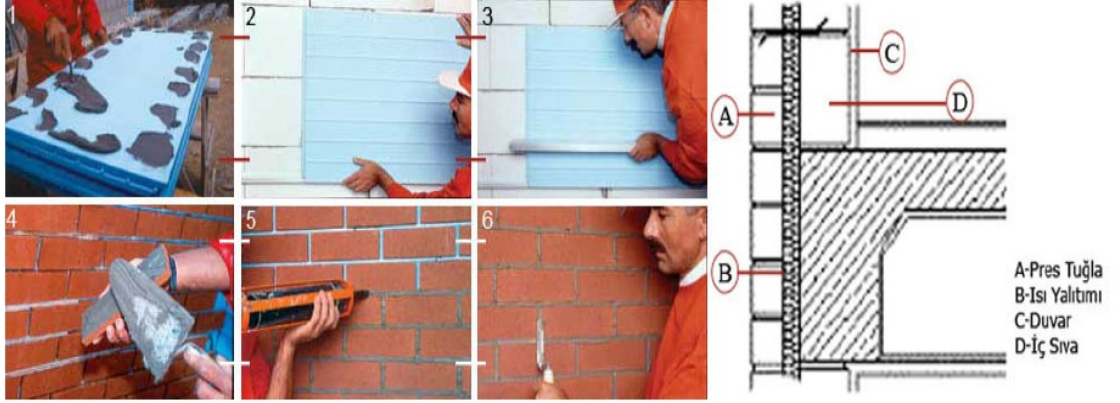
Dış yüzeyden yapılan yalıtım uygulamaları sırasında şunlara dikkat edilmelidir (Aydın, 2011b; Güzelçoban, 2007):

- Isı yalıtım levhalarının yapıştırılacağı yüzeyler kir, toz, yağ, kabarmış boya, kalkmış sıva gibi tutunmada/yapışmada uygunsuzluk yaratacak zararlı etkenlerden arındırılmış ve yapıştırıcı ile yapışmayı sağlayacak pürüzlülüğe getirilmiş olmalıdır.
- Uygulama cephesinde sorun oluşmuş mevcut bir binada yapılıyorsa, önce bu sorunlar giderilmelidir.
- A1, A2 veya B1 yangınlık sınıfına uygun ısı yalıtım malzemelerinin bir sistem bileşeni olarak, sistemle uyumlu malzemeler ile uygulanması sağlanmalıdır.
- Kapı, pencere, denizlik, çatı kenarı ve balkon gibi detaylarda yalıtım malzemesine ve iç mekana doğru oluşabilecek su sızıntılarına karşı, UV ışınlarına dayanıklı poliüretan dolgu macunları veya su sızdırmazlık bantları kullanılmalıdır.



- Yalıtım malzemesi olarak kullanılan levhalar binili veya düz kenarlı olabilmektedir. Her iki durumda da uygulama esnasında ısı yalıtım malzemeleri arasında boşluk kalmamasına, oluşacak boşlukların yalıtım malzemesine uygun dolgu köpükleri veya aynı yalıtım malzemesinden kesilerek elde edilecek uygun kalınlıktaki kamalarla doldurulmasına dikkat edilmelidir.
- İklim şartları göz önüne alınarak, gerekirse dış cephe korunarak uygulama yapılmalıdır. Yapılan ısı yalıtımı sonrasında sağlıklı sonuçlar alınabilmesi için, cephenin tamamen kurumuş olmasına dikkat edilmesi gerekmektedir.
- Uygulamalar +5 °C 'nin altında ve +30 °C 'nin üzerindeki sıcaklıklarda yapılmamalıdır. Özellikle sıcak havalarda, doğrudan güneş ve rüzgar alan cephelerde uygulama yapmaktan kaçınılmalıdır.
- Yalıtım bodrum katı olan bir binaya uygulanıyorsa, subasman profili yerleştirilirken toprak altında kalan duvarda yapılmış su ve ısı yalıtımının cephe duvarında da devam ettirilmesine özen gösterilmelidir. Uygulama bodrumsuz bir binada yapılıyorsa subasman profili, subasman seviyesinin 20cm aşağısına tespit edilmelidir.
- Yüksek yapılarda veya geniş yüzeylerde yapılan uygulamalarda genleşme derzleri oluşturulmalıdır.
- Uygulamanın yapıldığı duvarlarda genleşme derzleri varsa, derzlerin yerlerinin önceden belirlenmiş olması gerekmektedir. Bu derzlerin yalıtım sisteminin sürekliliğinin sağlanması amacıyla, ısı köprüsü oluşturmayacak şekilde derz profilleri veya dolgu macunlarıyla kapatılması gerekmektedir.
- Yalıtım malzemesi üzerine çimento esaslı sıva uygulaması yapıldıktan sonra, cephe bitiş elemanı olarak boya veya kaplama malzemeleri kullanılabilir (Şekil 4.4).

- Sıcaklığın yüksek olduğu bölgelerde son kat kaplamanın rengi, duvar kesitindeki sıcaklık dağılımını etkilemektedir. Son kat dekoratif kaplamanın rengi, ısı yalıtım malzemesinin bozulmasına müsaade etmeyecek şekilde, üreticilere danışılarak tespit edilmeli, açık renkler tercih edilmelidir.
- Mineral esaslı sıva, boya ve/veya kaplama malzemeleri uygulandıktan sonra 2 gün boyunca nemli kalmaları sağlanmalıdır.



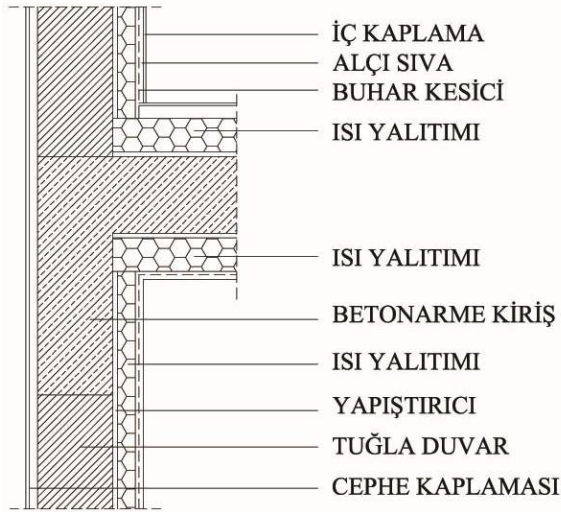
Şekil 4.4 Duvarın dış yüzeyine uygulanan ısı yalıtımı ve bitiş elemanı olarak kullanılan prese tuğla kaplamanın uygulama aşamaları ve kesitte katmanların düzenlenişi (Güzelçoban, 2007).

Çeşitli sebeplerle duvarın dış yüzeyine uygulama yapmanın mümkün olmadığı durumlarda ısı yalıtımı duvarın iç yüzeyinden uygulanabilmektedir. Bu sistemde duvarların ısı depolama miktarı az; ısınma ve soğuma süreleri kısadır. Kısa sürede ısıtmanın zaruri olduğu binalarda içten yalıtım tercih edilmelidir.

Duvarın iç yüzeyden yalıtıldığı uygulamalar yoğuşma riskinin yüksek olduğu uygulamalardır. Bir yapı elemanının ısı açıdan yeterliliğini devam ettirebilmesi için kesit içinde yoğuşma olmaması gerekmektedir. Çünkü malzeme içinde suyun bulunması, o malzemenin ısı iletkenliğinin artmasına sebep olmaktadır (Umaroğulları, 2011). Bu bağlamda kullanılan yalıtım malzemesinin su buharı difüzyon direnci ve kalınlığına göre yoğuşma denetimi yapılmalı; gerekli görüldüğü takdirde duvarın sıcak yüzüne buhar kesici uygulanmalıdır. Buhar kesicinin

uygulandığı durumlarda ek yerlerinde geçirimsizliği sağlayacak buhar kesici bantlar kullanılmalı; buhar kesici, tespit elemanlarıyla delinmemelidir.

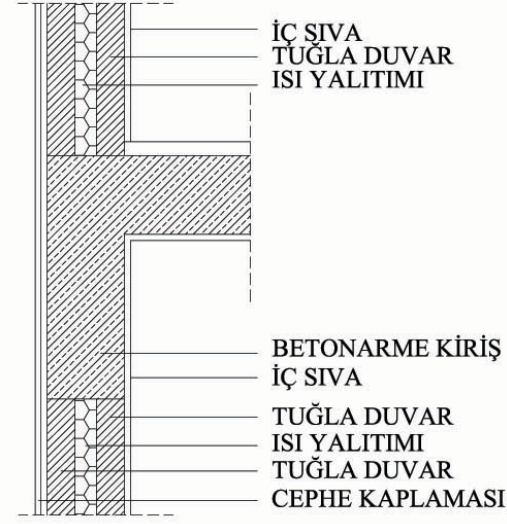
Yalıtımın duvarın iç yüzeyinden yapıldığı uygulamalarda karşılaşılan diğer bir sorun ise özellikle duvarın kat döşemeleriyle birleşim noktalarında ısı köprülerinin oluşmasıdır. Isı yalıtımı sürekli olarak uygulanmalı, ısı köprüsü oluşturacak profil benzeri tespit elemanlarından kaçınılmalıdır. Cephe sathında bulunan kolon, kiriş, hatıl gibi ısı köprülerinin oluşabileceği potansiyel elemanlar tercihen cephenin dış yüzünden; bunun mümkün olmadığı durumlarda ise tavan-döşeme iç yüzeyine minimum 50cm dönülerek yalıtılmalıdır (Şekil 4.5). Buhar kesici tabaka da aynı şekilde tavan ve döşemede devam etmelidir.



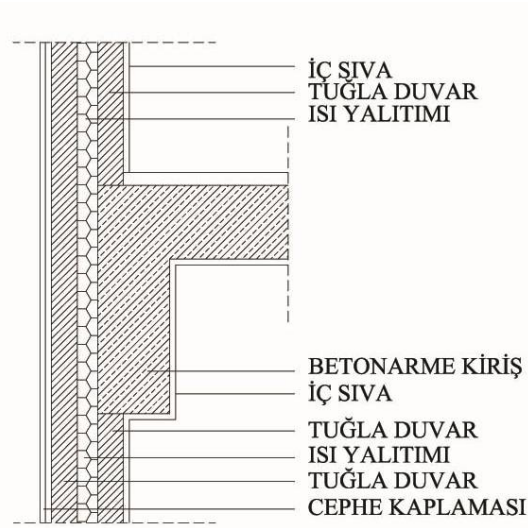
Şekil 4.5 Duvarın iç yüzeyinden uygulanan ısı yalıtımı detayı

Çift duvar kullanılarak kurgulanmış duvar sistemlerinde, duvarlar arasına uygulanan ısı yalıtımının performansı, çift duvarın kuruluş şekline bağlı olarak değişmektedir. Kolon-kiriş dış yüzeyi ile duvar dış yüzeyinin aynı hizada olduğu durumlarda çift duvar arasına yalıtım yapmak, yalıtımsız duruma göre çok anlamlı bir yalıtım değeri sağlamamaktadır. Bunun nedeni kolon ve kiriş yüzeyinde meydana gelen ısı köprüleridir (Şekil 4.6). Betonarme elemanların iç duvar ile aynı hizada olduğu çift duvar kurgusunda, duvarlar arasına uygulanan yalıtım kat boşluğunda kesintisiz olarak devam etmekte ve tüm cepheyi sarmaktadır. Bu tip uygulamalar, duvarın dış

yüzeyine yapılan yalıtım uygulamasının avantajlarının önemli bir bölümünü taşımaktadır. Bu durumda dış yüzeyde yer alan duvar aynı zamanda cephe kaplaması görevini üstlenmektedir (Şekil 4.7).

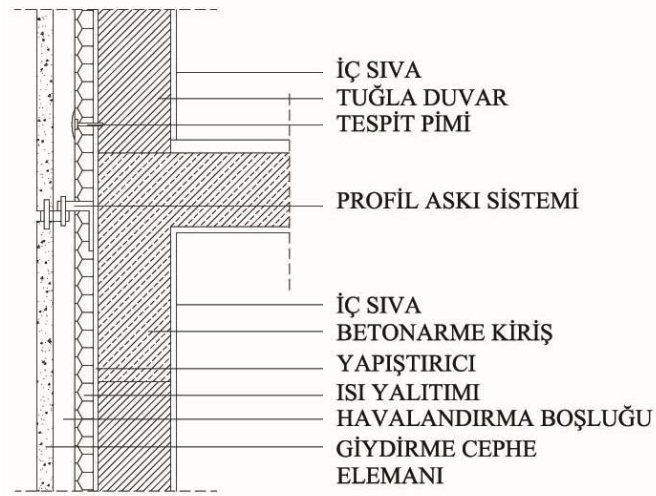


Şekil 4.6 Çift duvar sisteminde, kurguyu oluşturan dış duvarın dış yüzeyinin betonarme elemanlarla aynı hizada olması durumunda, duvarlar arasında ısı yalıtımı uygulaması



Şekil 4.7 Çift duvar sisteminde, kurguyu oluşturan iç duvarın dış yüzeyinin betonarme elemanlarla aynı hizada olması durumunda, duvarlar arasında ısı yalıtımı uygulaması

Havalandırılmalı dış duvarlarda binanın mevcut duvarına uygulanan ısı yalıtım malzemesi ile kaplama malzemesi arasında hava boşluğu bulunmaktadır (Şekil 4.8). Giydirme cephe sistemlerde, sağladığı mekanik dayanım ve ısı yalıtımı nedeniyle çoğunlukla XPS malzeme tercih edilmektedir. Isı yalıtım malzemeleri yüzeye yapıştırıldıktan 24 saat sonra malzemenin kalınlığına uygun olarak seçilmiş dübellere mekanik tespit yapılmakta; ısı yalıtım uygulamasının tamamlanmasının ardından giydirme cephe elemanları yüzeye monte edilmektedir.



Şekil 4.8 Giydirme cephelerde ısı yalıtım detayı

Duvarların ısı performansını arttırmak için kullanılabilecek diğer bir yöntem de cepheye ikinci bir kabuk eklenmesidir. Mevcut kabuk ile ikinci kabuk arasında kalan tampon bölge cepheye gelen güneş ışınımının bir kısmını emer, bu nedenle dış ortama göre kışın sıcak, yazın ise soğuktur. Bu bölge, bina ile dış çevre arasında yeni bir iklim alanı oluşturan bir yalıtım tabakası olarak da düşünülebilir (Örkmez, 2012).

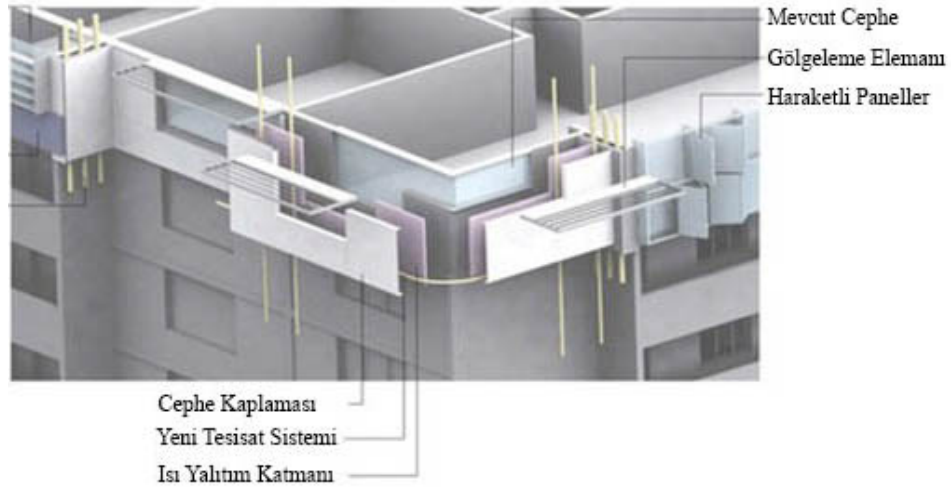
Tampon bölge sayesinde, iç yüzey sıcaklığının optimuma yakın değerlerde tutulması söz konusudur. Isıtma mevsimi koşulları geçerli olduğunda; tampon bölgede taşınım yoluyla ısınan hava yükselirken, hava hareketi hızı düşük olduğundan ve sıcaklık dış ortama göre daha fazla olduğundan, iç kabuk yüzeyindeki ısı transferi hızı da düşük olacaktır. Bu durum mevcut kabuğun yüzey sıcaklığının yükselmesine, iç ortamla iç kabuk sıcaklığı arasındaki farkın azalmasına ve yapma çevre konfor koşullarının

mekan sınırlarına yakın alanlarda da sağlanmasına katkıda bulunmaktadır (Örkmez, 2012).

Soğutma mevsimi koşullarında ise, yeni eklenen dış kabuktaki açıklıklardan tampon bölgeye alınan havanın yükselişi sırasında iç yüzeydeki mevcut kabuğa teması, iç kabuğun yüzey sıcaklığını azaltıcı bir etki yapmaktadır. Böylece mevcut kabukta daha düşük yüzey sıcaklıkları elde edilir ve iç mekana dış ortamdan geçen ısı miktarı azaltılır. İç mekan fazla ısınmadığı için, soğutma amacıyla harcanan enerji miktarı da azalacaktır (Örkmez, 2012).

Günümüzde cephelerin ısı performansının artırılmasında kullanılan en yenilikçi sistem ise bir çeşit ikinci kabuk görevi gören ikincil cephe uygulamalarıdır. Cephenin toplam performansını arttırmak için uygulanan ikincil cephe sistemi, cepheye yalıtım katmanı eklenmesi ve bozulmuş dış cephenin kaplanarak yeni bir görüntü kazandırılmasının çok daha ötesindedir. İkincil cephe sistemleri gerekli yalıtım katmanlarının uygulanmasının yanında, teknolojik yeniliklerin getirdiği yeni servis ihtiyacını karşılayacak biçimde, boru kablo ve diğer tesisat elemanlarını barındıracak ve yenilenebilir enerji kaynaklarından yararlanmayı sağlayacak şekilde tasarlanmaktadır (URL-22).

Bu bağlamda, Toronto Kanada'dan ERA Architects'in mimarları Graeme Stewart ve Michael McClelland yeni bir cephe yenileme tekniği üzerinde çalışmalar yapmaktadırlar. Bu çalışmada tuğla dolgu duvarlı binalara, kullanıcıları rahatsız etmeden ikinci bir kabuk sistemi eklemek amaçlanmıştır. Tasarlanan bu ikinci kabukta entegre güneş gölgeleme elemanları, yalıtım malzemesi, solar sıcak su ısıtıcıları ve yeni servis ihtiyaçları için dikey oluklar bulunmaktadır. Balkonlar ısı kaybını engellemek için açılabilen büyük pencerelerle kapatılmıştır. Bunun sonucunda binanın tahliyesine gerek duyulmadan modern ve enerji etkin bir bina oluşturulmuştur (Alter, 2009). Şekil 4.9'da bu çalışma kapsamında geliştirilmiş cephe sistemi görülmektedir.



Şekil 4.9 Graeme Stewart ve Michael McClelland tarafından geliştirilmiş ikincil cephe sistemi (Alter, 2009).

#### 4.1.2 Pencereelerde Kullanılan Teknikler

İç hacimlerin yeterli ölçüde aydınlatılması ve iç ortam ile dış ortam arasındaki görsel bağı sağlamak gibi görevleri olan ve bu yüzden de saydam birer eleman olması gereken pencereler, cephe sisteminde büyük oranda ısı kaybının gerçekleştiği elemanlardır. Cephe sisteminde bulunan diğer elemanlardan 4-10 kat daha büyük U değerine sahip pencereler, cephe sisteminin en az izole edilmiş elemanlarıdır (Barton ve diğ., 2007). Soğuk iklim bölgelerindeki binaların pencere sistemlerinin karşılaştırılmasıyla ilgili yapılan bir çalışmada, pencerelerde kullanılan doğrama türü, camın cinsi ve pencerenin yönlendirilmesine bağlı olarak, örnek binadaki ısı kayıplarının % 15-25'inin pencerelerden kaynaklandığı tespit edilmiştir (Bektaş ve Aksoy, 2005). Mevcut binaların ısıl performansının, dolayısıyla enerji etkinliğinin artırılması açısından pencerelerin çerçeve ve camlarının ısıl performansını arttırmaya yönelik işlemlerden geçmesi veya performansı yüksek yeni elemanlarla değiştirilmesi önem taşımaktadır.

##### 4.1.2.1 Cam Ünitelerinde Kullanılan Teknikler

Camın ısıl özellikleri; ışık ve ısıyı geçirme değerleri ile ilgili değerlendirmelerin yapılmasında çeşitli parametreler söz konusudur. Yansımaya, soğurma ve iletim

değerleri, camın güneş ışınımı geçirme değerinin saptanması için kullanılmaktadır. Soğurulmuş güneş ışınımı, ısıya dönüşmekte, daha sonra bu ısı, ışınım veya taşınım yoluyla camın yüzeyinden dağıtılmaktadır. Işık geçirgenliği ile ısı kazanım ve kayıplarının değerlendirilmesinde kullanılan ana fiziksel parametreler; ışık geçirgenliği (T), toplam güneş enerjisi iletkenliği (g-faktörü) ve ısı geçirgenlik katsayısı (U değeri) olarak sıralanmaktadır (Sev ve diğ. 2004).

- Işık geçirgenliği (T), cama gelen ışığın camdan geçen yüzdesidir. İnsan gözünün algıladığı, doğrudan iletilen ışık ile ilgilidir.
- Toplam güneş enerjisi geçirgenliği (g-faktörü), camdan geçerek diğer tarafa doğrudan iletilen ışınımın enerjisi ( $T_e$ ) ile ışınım, taşınım ve iletim sonucu camdan oda içine yayılan ikincil ısı enerjisi geçişinin ( $q_i$ ) toplamıdır (Sev ve diğ. 2004).

Pencerelerde kullanılan cam ünitelerinin kuruluş özellikleri ve kullanılan cam türü binalarda iklimlendirme ihtiyacını belirleyen önemli birer parametredir. Flotal camın ısı geçirgenliği, ısı kaybı açısından önemli bir faktördür ve ısıtma giderlerine olumsuz etkisi olmaktadır. Aynı şekilde, tek plakadan oluşan cam ünitelerinin ısı iletim değeri, duvarların yaklaşık 5 katı kadardır (Işık, 2007).

Pencerelerde kullanılan cam ünitelerinin ısı performansını arttırmak için üç temel yaklaşım uygulanmaktadır. Birinci yaklaşım, cam malzemenin kendisinin kimyasal yapısını veya fiziksel özelliklerini değiştirmektir. Bunun bir örneği renklendirilmiş camdır. Camlar renklerine ve kalınlıklarına bağlı olarak güneş ışınımının belli tayflarını, belli miktarda soğurmaktadırlar. Cam tarafından soğurulan ısı, enerji geçişiyle iç ve dış ortama aktarılır. Renkli camların ısı soğurma oranı fazla olduğundan soğutma yükü ısıtma yükünden az olan binalarda tercih edilebilirler. Özellikle yaz aylarında renkli cam tarafından soğurulan ve iç mekana yayılan ısı, termal konfor koşullarını olumsuz yönde etkileyebilmektedir. Bu sorunun engellenmesi, yaz ve kış aylarında olumlu performans alınması için renkli cam kullanımlarında genellikle çift cam ünitesi tercih edilmektedir. Böylece cam tarafından soğurulan ısının iç ortama verilen yüzdesinin azaltılması ve camın ısı direncinin artırılması sağlanmaktadır. Bu uygulamalarda ısı soğuran renkli cam

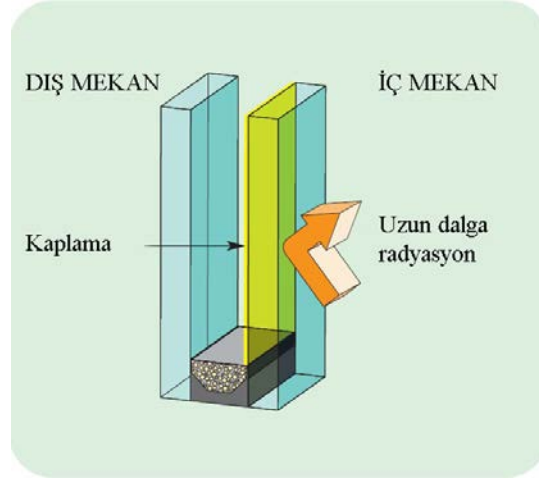


dışta, düz cam içte kullanılır (Ayçam ve Utkutuğ, 1999). Isıl geçirgenlik açısından incelendiğinde ise renk faktörünün ısı geçirgenlik direnci açısından en iyi değere sahip olan low-e kaplamalı cam türleri ile reflekte çift cam ve çift cam üniteleri üzerinde herhangi bir etkisinin olmadığı belirtilmektedir (Şenkal Sezer, 2005b).

Renkli camlarda rengin koyulaşması ışık geçirgenliği belli miktarda azaltarak, mekanın doğal aydınlatma oranının düşmesine neden olmaktadır. Renkli camların ışık geçirgenliği yüksekten düşüğe doğru sıralaması yeşil, mavi, bronz ve gri şeklindedir (Ayçam ve Utkutuğ, 1999). Yeşil, mavi-yeşil, füme, azurlite, bronz, evergreen ve mavi çok kullanılan cam renklerinden bazılarıdır.

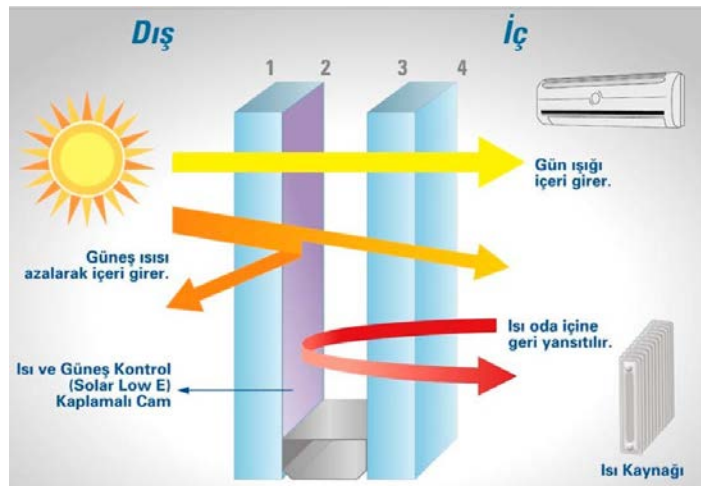
Cam ünitelerinin ısı performansını arttırmak için kullanılan ikinci yaklaşım cam malzeme yüzeyini, ısı kazançları ve kamaşmayı azaltan yansıtıcı filmlerle kaplamaktır. Bu kaplamalar üretim esnasında cam yüzeyine kaplanabileceği gibi, mevcut cam ünitelerine de uygulanabilmektedir. Son yıllarda, soğutma ve ısıtma denetimini birlikte sağlamak için düşük yayınlı kaplamalar (low-emittance coating) geliştirilmiştir. Düşük yayınlı ısı kontrol (low-e) kaplamalı camlar, güneşin görünür ve görünmez ışınım enerjisini (kısa dalga) içeri geçirirken, odadaki sıcak cisimlerin daha uzun dalgalı ışınım enerjisini %85-95 oranında geri yansıtarak dış ortama yayımlanmasını engeller ve ısı kayıplarını azaltırlar (İlhan ve Aygün, 2005).

Isıtma yüklerinin fazla olduğu ve uzun süren soğuk dönemlerin yaşandığı coğrafi bölgelerde, minimum 2 cam plakasından oluşan ve içteki camın dış yüzeyine low-e kaplama uygulanmış ısı kontrollü yalıtım camı üniteleri tercih edilmelidir (Şekil 4.10). Low-e kaplamalı camlarla üretilen yalıtım camı üniteleri iç mekânda bulunan ısıyı tekrar içeriye yansıtarak bina içinden dışarıya olan ısı kaçışını azaltmaktadır. Low-e kaplamalar çok soğuk bölgelerde güneş ışınımından maksimum düzeyde yarar sağlamak amacıyla, çift camlı bir ünite, iç camın iç yüzeyinde bulunacak şekilde yerleştirilmelidirler (URL-23).



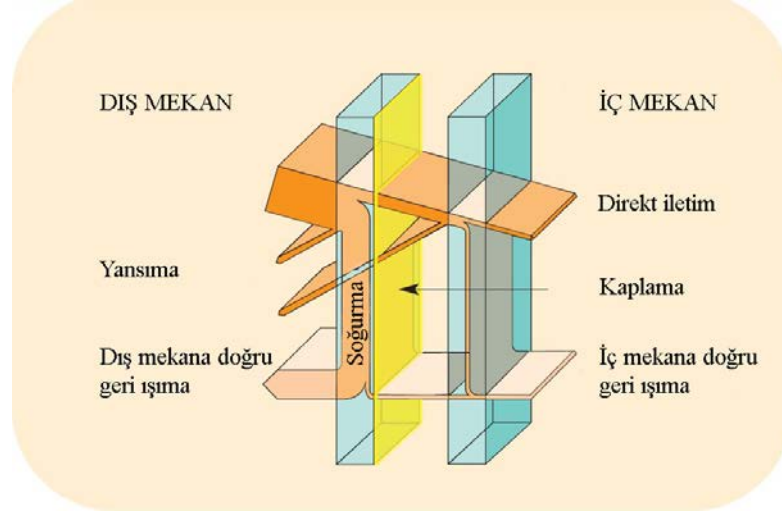
Şekil 4.10 Low-e kaplamalı yalıtım camı ünitesi (Pilkington, 2010)

Isıtma ve soğutma yükleri ağırlıklarının yakın değerlerde olduğu coğrafi bölgelerde, camın ısı yalıtımı ve güneş kontrolünü bir arada sağlaması önem kazanmaktadır. Soğuk dönemlerde ısı kayıplarının azaltılması, sıcak dönemlerde ise iç mekana güneş ısı girişi girişinin sınırlandırılması için ısı ve güneş kontrol camları tasarlanmıştır (Başaran ve Çiftçi, 2009). Düşük yayımlı ısı ve güneş kontrol (Solar low-e) kaplamalı camlarla üretilen yalıtım camı üniteleri gün ışığını içeri geçirirken güneş ışınımını azaltarak içeri almaktadır (Şekil 4.11). Solar low-e kaplamalı cam, güneş kontrol özelliğine ek olarak ısı yalıtımı da sağlamaktadır. Çift camdan oluşmuş bir yalıtım camı ünitesinde solar low-e kaplama, dış camın iç yüzeyinde yer almalıdır (URL-23).



Şekil 4.11 Solar low-e kaplamalı yalıtım camı ünitesi (URL-23)

Soğutma yükünün fazla olduğu ve binanın içine güneş ısı girişi sınırlandırılmak istendiği durumlarda güneş kontrolü sağlayan cam üniteleri kullanılmalıdır. Minimum 2 cam plakasından oluşan bu ünitelerde, dıştaki camın iç yüzeyine güneş kontrol kaplaması uygulanmaktadır (Şekil 4.12). Bu cam üniteleri bina içine güneş ısı girişi sınırlandırarak, güneşin aşırı parlaklığını denetleyerek rahat bir çalışma ve yaşam ortamı sağlarlar.



Şekil 4.12 Güneş kontrolü sağlayan cam ünitesi (Pilkington, 2010)

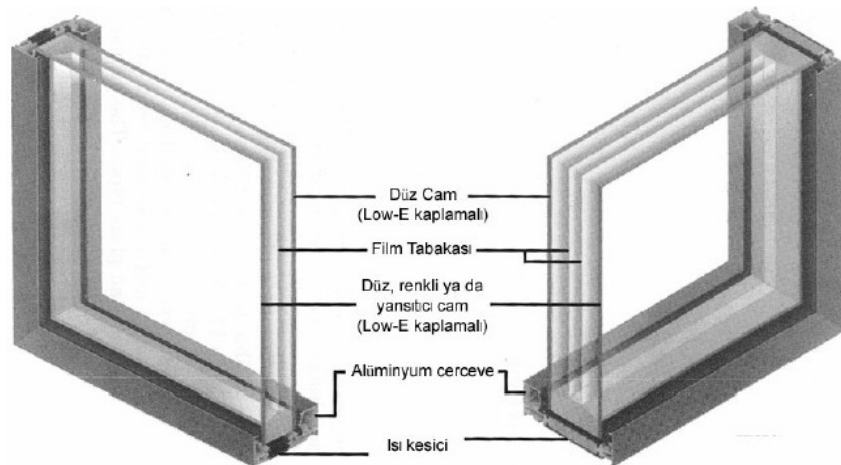
Güneş kontrol kaplaması olarak kullanılan kaplamalardan biri reflektif kaplamalardır. Güneş ışınımını büyük oranda yansıtarak iç mekana almayan reflektif kaplamalar, ışığın kuvvetli olduğu taraftan bakıldığında ayna etkisi yaratmaktadır. Reflektif kaplamaların ışık geçirgenlikleri, güneş ışınlarını büyük ölçüde yansıtmaları nedeniyle düşüktür. Bu nedenle özellikle kış aylarında yapay aydınlatma gereksinimini artırarak, güneşten ısı kazancını azaltırlar (Ayçam ve Utkutuğ, 1999).

Pencere camlarının ısı performansını arttırmak için kullanılan üçüncü yaklaşım, iki veya daha fazla sayıdaki cam plakasının, aralarında özellikleri kontrol edilebilir bir hava boşluğu bırakacak şekilde birleştirilmesidir. Bu yaklaşımda cam ünitesinin ısı performansını belirleyen 3 değişken bulunmaktadır. Bunlar; kullanılan cam plakası sayısı, cam plakaları arasında kalan mesafe ve cam plakaları arasında kalan boşluğun

özellikleridir. Kullanılan cam plakasının sayısını arttırarak cam yüzeyinden meydana gelen ısı kayıplarını azaltmak mümkündür. İki den fazla cam plakası kullanımı genelde soğuk iklim bölgelerinde görülmektedir. Cam plakaları arasındaki mesafenin genişliğini arttırmak da cam ünitesinin ısı iletkenlik katsayısını azaltmaktadır. Fakat bu genişlik 20 mm'yi geçtikten sonra boşluk içerisinde hava hareketleri başladığından ısı iletkenlik katsayısında bir değişkenlik olmamaktadır (İlhan ve Aygün, 2005).

Cam plakaların arasına, havaya göre ısı iletkenlik değeri daha düşük, viskozite (akmazlık, akışkanlığa karşı direnç) değeri yüksek olan asal gazların doldurulması camdan ısı geçişini önemli ölçüde azaltmaktadır. Bunun için ucuz ve yüksek performanslı olmaları nedeniyle en çok argon ve kripton gazı kullanılmaktadır. Çift tabakalı uygulamalarda argon gazı kullanımı % 11, kripton gazı kullanımı %22 oranında performansı arttırmaktadır (Esin, 2007). Bu yöntem cam ünitesinin değiştirilmesine gerek olmadan, mevcut cam ünitelerinde enjeksiyon yöntemiyle uygulanabilmektedir.

Cam plakaları arasındaki hava boşluğuna düşük yayınım kaplamalı film ya da filmler yerleştirmek de cam ünitesinin ısıl performansını arttırmaktadır. Film tabakası veya tabakaları sayesinde hava boşluğu tabakası sayısı ve geri ışınım miktarı arttırılarak ısı kayıpları azaltılmaktadır (Şekil 4.13). Ortalama kış sıcaklık değeri -18 °C olan bölgelerde çift film tabakalı üniteler tercih edilebilmektedir (İlhan ve Aygün, 2005).



Şekil 4.13 Film tabakalı ısı yalıtım camı ünitesi (İlhan ve Aygün, 2005).

Cam plakalar arasına yerleştirilerek hava ve mekanik etkilerden korunan şeffaf yalıtım malzemeleri ısı kayıplarını azaltmak için geliştirilmiş bir başka çözümdür. Cam, akrilik cam, polikarbonat ve kuvars köpükleri gibi şeffaf ve yarı şeffaf malzemeler, farklı kalınlık ve strüktürde bu amaçla kullanılabilir. Şeffaf yalıtım malzemeleri geometrik strüktürlerine bağlı olarak, dış yüzeye paralel strüktürlü, dış yüzeye dik strüktürlü, boşluklu strüktürlü ve yarı homojen strüktürlü olmak üzere dört gruba ayrılmaktadırlar. Kullanılacak yalıtım malzemesinin türüne göre U değeri 0,5 ile 1,0 W/m<sup>2</sup>K arasında değişmektedir (İlhan ve Aygün, 2005).

İstenmeyen ısı kazanç ve kayıplarını önleyip, istendiğinde güneşten ısı kazancı sağlayan; böylece binaların ısıl performansını iyileştiren cam türleri arasında, binanın bulunduğu iklime ve binanın işlevine uygun seçim yapılarak, pencerelerin ısıl performansı iyileştirilebilmektedir. Isı yalıtım camı seçiminde kullanılacak ısıl performansı etkileyen kombinasyonlar Tablo 4.1’de verilmiştir.

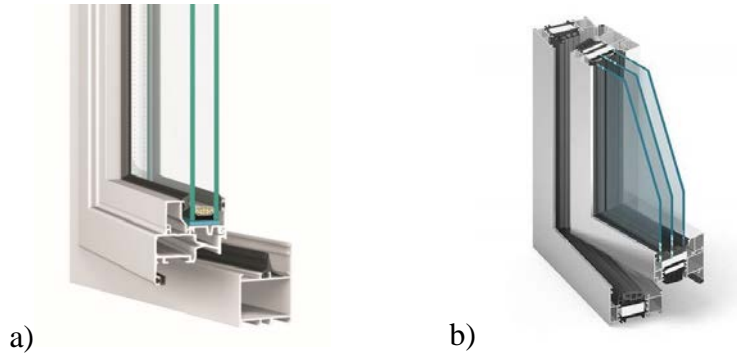
Tablo 4.1 Yalıtım camı kombinasyonları (İlhan ve Aygün, 2005).

Ünite	Bileşen	Seçenek	Özellik	Kombinasyon	
				U <sub>min</sub>	U <sub>max</sub>
Yalıtım Camı	Cam Tabaka Sayısı	2	tabaka sayısını arttırmak U değerini azaltır		
		3			
	Low-E	e <sub>min</sub> = 0,04	yayınım değerini azaltmak U değerini azaltır		
		e <sub>max</sub> =0,87			
	Şeffaf Yalıtım Malzemeleri	dış yüzeye paralel strüktürlü	strüktür yoğunluğuna göre yansımaya sayısı artmakta ve iletim yoluyla kayıplar azalmaktadır		
		dış yüzeye dik strüktürlü			
		boşluk strüktürlü			
		yarı-homojen strüktürlü			
	Film Tabakası	1	2 film tabakası ortalama kış sıcaklığı -18 °C olan yerlerde kullanılır		
		2			
	Boşluk Kalınlığı (mm)	6	boşluk kalınlığını arttırmak konveksiyon yoluyla ısı kayıplarını ve U değerini azaltır		
		9			
		12			
		20			
	Dolgu Gazı	Hava	ısı iletkenlik katsayısı düşük gaz kullanmak konveksiyon yoluyla ısı kayıplarını ve U değerini azaltır		
		Argon			
Krypton					
Xenon					

#### 4.1.2.2 Çerçevelerde Kullanılan Teknikler

Toplam pencere alanının yaklaşık %10-30'unu çerçeve oluşturduğundan, pencere elemanının performansında, çerçevenin malzemesi ve tasarımı da etkilidir. Çerçeve yapımında kullanılan başlıca malzemeler ahşap, vinil (PVC) ve alüminyumdur. Her bir çerçeve malzemesi yapısal özelliklerine ve kuruluş biçimlerine bağlı olarak farklı ısı performans göstermektedir. Yenileme çalışmalarında ihtiyaç duyulan ısı performansına bağlı olarak bu çerçeve türleri arasında değerlendirme yapıp, mevcut çerçeve ihtiyaca uygun başka bir çerçeve ile değiştirilebilmektedir.

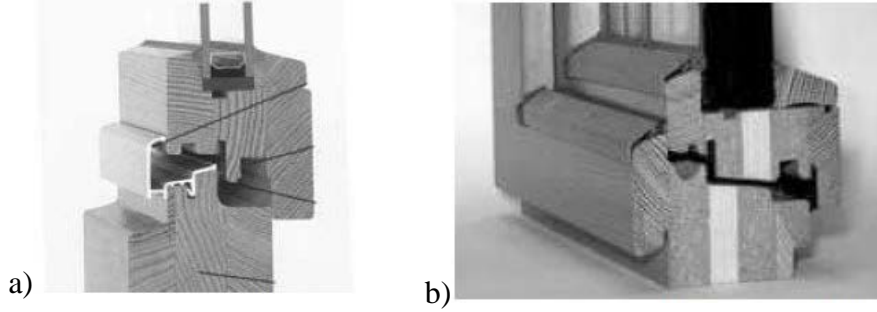
Alüminyum çerçeve, ısı geçirgenlik katsayısının diğer çerçeve malzemelerine göre daha yüksek olması nedeniyle ( $U_{\text{alüm. ısı tutucusuz}} = 10,80 \text{ W/m}^2\text{K}$ ), ısı kayıp ve kazançları açısından en dezavantajlı çerçeve tipidir (Ayçam ve Utkutuğ, 1999) (Şekil 4.14 a). Alüminyum pencerelerin ısı yalıtım özellikleri geliştirilerek ısı tutucu alüminyum çerçeveler üretilmiştir (Şekil 4.14 b). Bu sistem alüminyum çerçeve elemanlarının iç ve dış yüzeylerinin bölünerek ısı iletkenlik oranı daha düşük olan malzemelerle birleştirilmesine dayanmaktadır. Böylece normal alüminyum çerçevelere oranla  $U$  değerinde %8-15 oranında azalma sağlanır (Ayçam ve Utkutuğ, 1999). Dolayısıyla ısı kayıp oranları da azalmaktadır.



Şekil 4.14 a) İzolasyonsuz alüminyum çerçeve b) İzolasyonlu alüminyum çerçeve (URL-24)

Ahşap çerçeveler ısı performans açısından olumlu özelliklere sahiptir. Ahşap çerçevenin ısı geçirgenlik katsayısı ( $U_{\text{ahşap}} = 2,27 \text{ W/m}^2\text{K}$ ) alüminyum çerçevelere oranla daha düşüktür (Esin, 2007). Bu özelliği nedeniyle pencere sisteminde çerçeve

üzerinden gerçekleşen ısı kayıpları azalmaktadır. Ahşap çerçeve parçalarının ısı iletkenlik oranı düşük olan poliüretan (PU) gibi malzemelerle birleştirilmesiyle, ısı geçiş direnci daha da iyileştirilmiş çerçeveler üretilmesi mümkündür (Şekil 4.15).



Şekil 4.15 a) İzolasyonsuz ahşap çerçeve b) PU izolasyonlu ahşap çerçeve (URL-25)

PVC (Polyvinyl Chloride) olarak da bilinen vinil malzemenin kullanıldığı çerçeveler iyi yalıtım değerlerine sahip çerçevelerdir. Çerçevenin odacıklı yapısına bağlı olarak, ısıl özellikleri ahşabinkinden çok da farklı değildir. Vinil çerçevelerin ısıl performansını arttırmada iki yöntem vardır. Bunlardan ilki çerçeve içindeki odacık sayısının artırılmasıdır (Şekil 4.16a,b). Diğeri ise çerçeve odacıklarının ısı iletkenlik oranı düşük olan PU gibi malzemelerle yalıtılmasıdır (Şekil 4.16c). Bu çerçeve türüne yalıtılmış vinil çerçeve adı verilmektedir.



Şekil 4.16 a) 3 odacıklı vinil çerçeve b) 5 odacıklı vinil çerçeve c) Yalıtılmış vinil çerçeve (URL-25).

Yukarıda belirtilen çerçeve türleri kadar yaygın kullanımı olmayan diğeri bir çerçeve türü de cam elyaf çerçevelerdir. Cam lifinden veya cam elyafından yapılan bu çerçeveler, vinil çerçeveler gibi dayanıklı ve boşlukludur. Boşluklar yalıtımla doldurulduğu zaman ahşap, vinil ve yalıtılmış vinil çerçevelere oranla daha üstün bir

ısıll performans gösterirler. Bu yüksek performanslı çerçeveler genellikle yüksek performanslı camlarla kullanılmaktadır (Esin, 2007).

Mevcut doğramanın yeterli ısıll dirence sahip olduğu; fakat cam ünitesinin istenilen ısıll performansı göstermediği durumlarda, cam montaj yuvalarında yapılacak basit revizyonlar ile tüm çerçeve değiştirilmeden, mevcut cam ünitesine göre daha geniş ara boşluklu (12 veya 16 mm), daha üstün yalıtım özelliklerine sahip yalıtım camları kullanılması mümkündür. Tek cama uygun ahşap çerçeveler ise çıtaya ilave edilerek yalıtım camına uygun hale getirilebilmektedir.

Pencerelerin ısıll performansını belirleyen diğer bir faktör, kasa-duvar, kasa-kanat ve kanat-cam birleşimlerinde hava sızdırmazlığının sağlanmasıdır. Kasa-kanat ve kanat cam birleşiminde bunun sağlanması macun ve fitil kullanımı ile olmaktadır. Kasa-duvar birleşimlerinde ise yardımcı profiller, dolgu ve yalıtım malzemeleri kullanılmasıyla hava sızdırmazlığı sağlanmaktadır (Güzelçoban, 2007). Hava sızdırmazlığı için önlemler alınırken çerçevede meydana gelebilecek olası hareket ve termal genleşmeler dikkate alınmalı, çok rijit birleşimlerden kaçınılmalıdır.

#### **4.2 SU VE NEM ETKİSİNDEN KORUNMAK İÇİN KULLANILAN TEKNİKLER**

Binalara etki eden su ve neme karşı önlem almak ya da mevcut sorunları çözüme ulaştırmak için önce suyun kaynağının ve binaya geçiş şeklinin belirlenmesi gerekmektedir. Binaya etki eden sular, dış ortamdaki kaynaklanan sular ve iç ortamdaki kaynaklanan sular olmak üzere ikiye ayrılmaktadır.

Dış ortamdaki kaynaklanan su ve nem; hava bölgesinde ve zemin bölgesinde oluşan su ve nem olarak sınıflandırılır (Avlar, 2000). Yağmur, çığ, sis, kar gibi yağış ve hava hareketleriyle oluşan sular ile binanın zemine yakın bölgelerindeki sıçrama suyu ve dış ortamdaki su buharı binanın hava bölgesindeki su ve nemi oluşturur. Yer altı suları ve zemin nemi, sızıntı ve birikinti suları da binanın zemin bölgesindeki su ve nemi oluşturur.



İç ortamdan kaynaklanan su ve nem; kullanımdan kaynaklanan ve yapı bünyesinde var olan su ve nem olarak sınıflandırılır (Avlar, 2000) Binanın kullanıcıları ile mutfak, banyo gibi ıslak hacimler ve bitkiler nedeniyle oluşan su ve nem, kullanım kaynaklıdır. Yapı bünyesinde var olan nem ise sürekli nem ve yapı nemi olarak ele alınır. Sürekli nem; yapı ürünlerinin içinde bulunduğu ortamın coğrafik koşullarına ve ürünün yapısına bağlı olarak bünyesinde bulunan nemdir. Binanın uygulama aşamasında yapı ürünlerine eklenen suyun oluşturduğu nem de yapı nemidir. Bu nem zamanla buharlaşarak yok olur (Aydın, 2011a).

Binaları etkileyen su, yapı elemanlarından sıvı veya su buharı şeklinde geçer ve bu olay difüzyon (buhar geçirimsizlik) ya da akım yolu ile gerçekleşir. Yapı kabuğundaki nemin taşınma biçimi, depolanan nemin miktarı ve bünyede kalma süresi, kabuğu oluşturan malzemelerin fiziksel özelliklerine ve çevresel etkenlere bağlıdır (Umaroğulları, 2011). Difüzyon yoluyla geçişte yoğunluk, buhar basıncı ve sıcaklık değişimi; akım yoluyla geçişte ise emme, hava basıncı değişimi, yükseklik ve sıvı basıncı değişimi etkilidir.

Cepheyi oluşturan tabakalar içerisinde su buharı geçişi (difüzyon), su moleküllerinin, su buhar basıncının yüksek olduğu ortamdan, düşük olduğu ortama doğru denge sağlamak amacıyla hareket etmesidir. Geçiş sıcak ortamdan soğuk ortama doğru oluşur; hareket eden hava bulunduğu sıcaklığa bağlı olarak belli miktarda su buharını bünyesinde bulundurur (Aydın, 2011a). Hava içindeki su buharının temas ettiği yüzeyin sıcaklığı çığ noktası sıcaklığının altına düştüğü zaman yüzeyde su gaz halden sıvı hale geçer; bu olaya terleme denir. Malzemenin buhar geçirimsizlik değerine bağlı olarak, her iki yüzü arasındaki buhar basınç farklarından dolayı ortaya çıkan difüzyon sonucu malzemenin iç yapısında oluşan yoğunlaşma da kondansasyon (iç yoğunlaşma) olarak adlandırılır (Eriç, 2002). Su buharının gaz halden sıvı hale geçmesi, hava sıcaklıklarına, havadaki su buharı miktarına, yapı elemanını oluşturan katmanların havadaki su buharı ve ısı geçişine gösterdikleri dirence ve katmanların sırasına bağlıdır.

Akım yoluyla hareket eden su, kılcallık (kapillarite), dolaşım (konveksiyon) ve yer çekimi etkisiyle binalara sızmaktadır. Bünyesinde boşluk bulunan hidrofilyk

malzemeler suyla karşılaştıklarında boşluklarını dolduracak miktarda su emerler. Emilen su, su molekülleri arasındaki itme ve çekme kuvvetleri etkisiyle yerçekimine karşı belli çaptaki borucuklar içinde hareket edip yükselir; bu olaya kılcallık denir. Suyun yapı elemanlarından emilimi rüzgar gibi hava hareketleri yoluyla da gerçekleşir. Binaya gelen su ya da su buharı hava basıncında oluşan değişimlerle cephe yüzeyinden, yapı elemanı içine geçebilir. Her sıvının yüksekliğiyle orantılı olarak artış gösteren bir hidrostatik basıncı söz konusudur. Zeminde mevcut bulunan su yüksekliğine bağlı olarak değişen sıvı basıncı etkisiyle de bina bünyesine su geçişi olabilir (Aydın, 2011a). Bina temelinden bina gövdesine doğru kılcallık etkisiyle yükselen su cephe elemanlarına zarar vermektedir.

Binayı etkileyen su ve nemin kaynağı ve bunun binaya geçiş şekli belirlendikten sonra, cephe elemanlarında aşağıda belirtilen yenileme teknikleri kullanılarak su ve nem korunumu sağlanabilir.

#### **4.2.1 Duvarlarda Kullanılan Teknikler**

Duvarlarda meydana gelen yüzeysel ıslanma, basınçlı ve kapiler su emme olaylarına karşı yapısal ve yüzeysel su yalıtımı uygulamaları ile önlem alınmaktadır.

Yapısal su yalıtımı uygulamaları, beton elemanların imalatı sırasında imalat kolaylığı sağlamak, betonun kalitesini arttırmak ve su geçirimsizliği elde etmek amacıyla toz ya da sıvı halde bulunan yapı kimyasallarının katkı olarak kullanılması ile binalara su girişini ve etkilerini azaltan uygulamalar bütünüdür. Su/çimento oranını düşürerek beton içerisindeki kılcal boşlukları azaltmak, beton içerisindeki kapiler boşlukları tıkamak gibi fonksiyonlara sahip beton katkıları ve derz malzemeleri bu gruba girer (URL-14). Suyun betondaki genişleme veya inşaat derzlerine girmesini engellemek için duvarların iç veya dış yüzeyine uygulanan derz malzemeleri olan polietilen veya hypalon su tutucu bantlar yenileme çalışmalarında kullanılan yapısal su yalıtımı uygulamalarıdır.

Duvarlara uygulanan yüzeysel su yalıtımı, suyun bulunabileceği dış ortam ile duvar arasında su geçirimsiz katman oluşturmak için yapılan işlemler bütünüdür. Yüzeysel

su yalıtım uygulamalarıyla duvar yüzeyinde sızdırmazlık sağlanmaktadır. Bu amaçla kullanılan su yalıtım malzemeleri kullanım alanlarına ve özelliklerine göre 2 başlıkta incelenmektedir (URL-14).

### 1. Su Yalıtım Örtüleri

-Bitümlü örtüler: Okside Bitümlü Örtüler, Polimer Bitümlü Örtüler (APP/SBS katkılı)

-Sentetik örtüler: PVC (polivinilklorür), EPDM (etilen propilen dimonomer), TPO (termoplastik poliolefin), ECB/ECO, vb.

### 2. Sürme Esaslı Malzemeler

-Çimento esaslı malzemeler

-Akrilik esaslı malzemeler

-Bitüm esaslı malzemeler

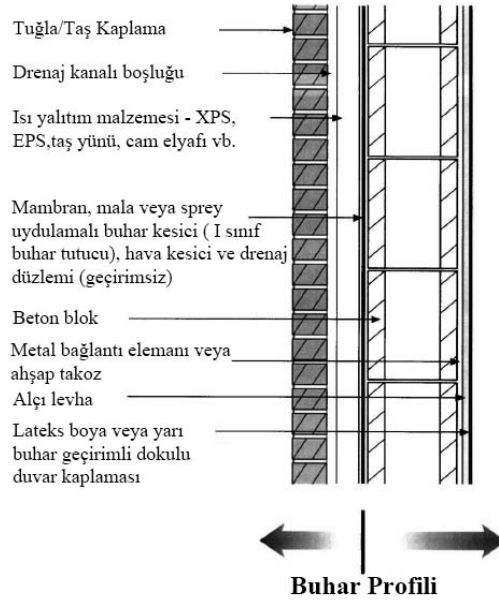
-Poliüretan esaslı malzemeler

Dış duvarlarda yüzeysel ıslanma ve su emilimini engellemek için dış duvar yüzeyindeki yatay çıkıntıların yağmur suyunu geri sıçratmasını ve suyun belli bir noktada toplanmasını önlemek gerekmektedir. Bu nedenle yatay çıkıntıların düzenlenmesinde çıkıntının yüzey eğimi, genişliği ve profili önem kazanır. Ayrıca, dış duvara çarpan yağmur suyunun etkisini azaltmak için dış duvar kaplamalarının yüzeyi, suyu kaydırıcı nitelikte olmalı veya bu amaca yönelik bir film tabakası oluşturularak yüzeyin ıslanmaması sağlanmalıdır (Eriç, 2002).

Duvarlarda yoğuşmanın önlenmesi için ise yapı elemanının ısı geçiş direncini artırmak genelde yeterlidir. Isı yalıtım malzemesinin kalınlığı ve yapısal özellikleri yoğuşmanın önlenmesi bakımından etkili birer faktördür. Umaroğulları'nın (2011) yaptığı çalışmada, her iklim bölgesi için dıştan ısı yalıtımı uygulamalarının bağıl nem değeri açısından en olumlu sistem olduğu, içten yalıtım uygulamalarının ise yalıtımsız duvardan bile daha kötü performans gösterdiği görülmektedir. Yine aynı çalışmada dıştan uygulanan ısı yalıtımında malzeme kalınlığı artışının ortalama kesit sıcaklıkları ve nemlilik değerlerini olumlu olarak etkilediği; 2 cm olan yalıtım kalınlığı 4 cm'e çıkartıldığında sıcaklık ve bağıl nem açısından dikkate değer bir fark

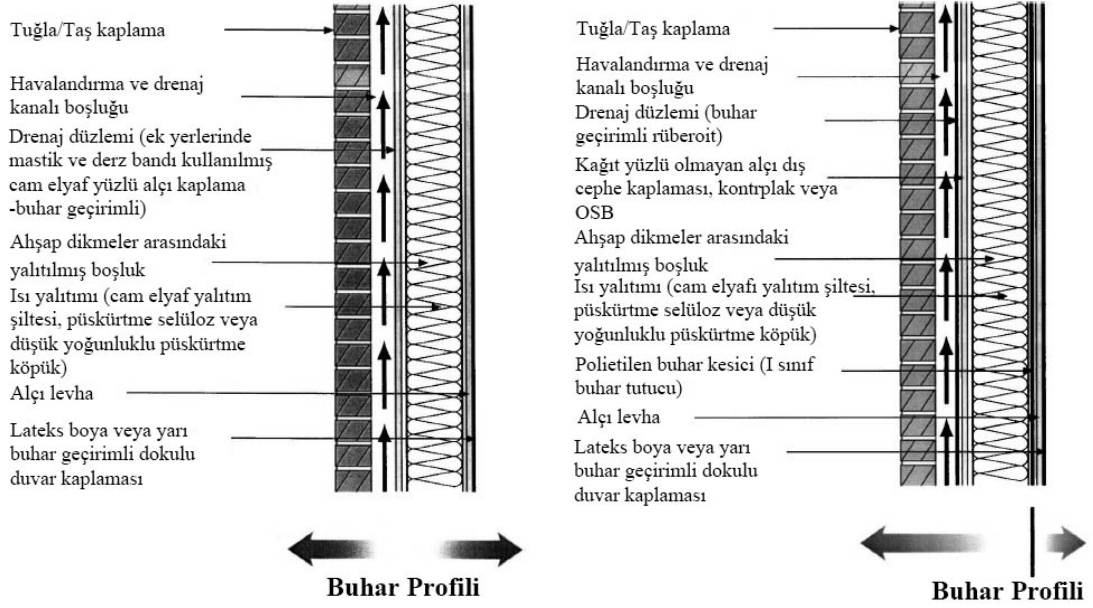
elde edildiği, ancak 4 cm ve 6 cm arasında önemsenecek bir fark bulunmadığı sonucuna varılmıştır. Bağıl nem değeri açısından dıştan uygulanan ısı yalıtımında malzeme farkının belirgin bir değişiklik yaratmadığı, içten yalıtımda ise en iyi değerlerin XPS kullanımında sağlandığı belirlenmiştir.

Duvarlarda terleme ve kondansasyon olaylarını engellemek için kullanılan diğer bir yöntem ise yapı elemanı içine yayılan su buharını frenleyerek engelleyen ve aşırı yoğun malzeme tabakaları olan buhar kesicilerin kullanımınıdır. Buhar kesici malzemelerinin duvar sistemi içindeki konumu malzemenin etkinliği açısından önemlidir. Bu malzemeler, buhar basıncının yüksek olduğu tarafa, yani yapı elemanının sıcak tarafına uygulanmalıdır (Özer, 1982). Isı yalıtım tabakası bulunan çok katmanlı bir duvar sisteminde kondansasyon probleminin engellenmesi için ısı yalıtım malzemesini yapı elemanının soğuk yüzeyine, buhar kesiciyi ise yalıtım tabakasının sıcak yüzeyine yerleştirmek gerekmektedir (Şekil 4.17).



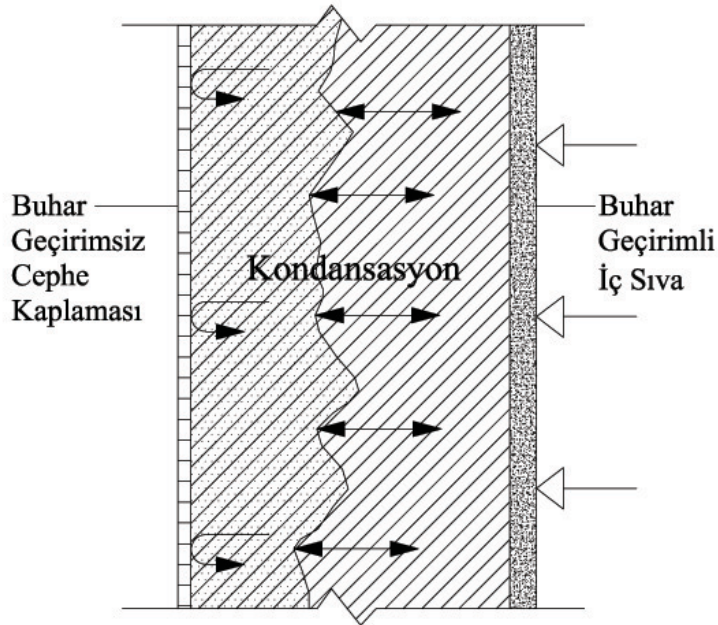
Şekil 4.17 Dıştan ısı yalıtımlı dış duvarda buhar kesici uygulaması (Trechsel ve Bomberg, 2009).

Yoğuşmanın basınç farkı nedeniyle olduğu göz önüne alındığında su ve ısı yalıtım tabakaları arasında yapılan havalandırma ile basınçlar eşitlenerek suyun olumsuz etkileri önlenir. Isı yalıtımının soğuk yüzeyinin havalandırıldığı durumlarda buhar kesici uygulamasına ihtiyaç duyulmayabilir (Özer, 1982) (Şekil 4.18a).



Şekil 4.18 Havalandırma boşluklu iskelet dış duvar kuruluşu a) Buhar kesici olmayan detay b) Buhar kesicili detay (Trechsel ve Bomberg, 2009).

Duvarı oluşturan yapı malzemelerinin difüzyon açısından sızdırmaz olması gereksizdir. Aksine içteki nemi cephenin arkasındaki hava akımına aktarabilmesi için buhar geçirgen olması gerekmektedir (Thorpe, 2010). Buhar geçirimsiz duvar kaplamaları duvar gövdesinde kondansasyona neden olmaktadır (Şekil 4.19).



Şekil 4.19 Duvar yüzeyi buhar geçirimsiz malzeme ile kaplandığında oluşan tahribat

Duvarların su ve nem etkisinden korunması için kullanılabilir bir diğer yöntem de tek kabuklu cepheye ikinci bir kabuk eklenmesidir. Bu uygulama mevcut cephenin dış atmosfer koşullarından yalıtılmasını; böylece yağış ve sıçrama sularından korunmasını sağlamaktadır. Ayrıca mevcut kabuk ile ikinci kabuk arasında kalan tampon bölge, iç ortamla iç kabuk sıcaklığı arasındaki farkın azalmasını sağlamaktadır. Bu durumda mevcut cephedeki yoğuşma sorunu engellenmektedir.

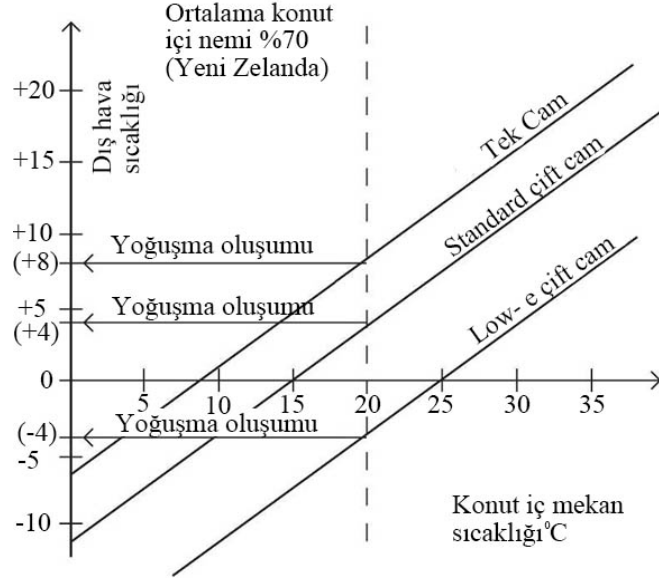
#### **4.2.2 Pencereleerde Kullanılan Teknikler**

Pencerelerde terlemeyle ilgili görülen asıl problem su buharının yapı içine geçişi değil pencerelerdeki yüzey ısısının yoğuşma ısısının altında olmasıdır (Muneer ve diğ., 2000). Tek cam plakası kullanılan pencerelerde ısı iletim değeri çok yüksektir. Bu sebeple yoğuşma daha çok bu tip pencere türlerinde sorun oluşturmaktadır. Temel olarak, pencere sisteminin termal verimliliği iyileştirilerek terleme engellenebilir. Cam yüzeyinde ve çerçevelerde ısı iletim değerinin düşürülmesi, dolayısıyla pencere sisteminin iç yüzey sıcaklığının artırılması sağlanarak yoğuşma probleminin önüne geçilebilmektedir (URL-26). Örneğin Şekil 4.20’de camlarda termal verimliliğin artmasına bağlı olarak yoğuşma ısısındaki değişimler gösterilmektedir.

Cam ve çerçevelerin ısı iletkenlik değerinin düşürülmesinde kullanılan teknikler Bölüm 4.1.2’ de tanıtıldığından bu bölümde tekrar ele alınmamıştır.

Pencerelerde ısı kaybını engellemek için cam ve çerçeve sistemleri yenilenebildiği gibi pencere sisteminin içinde veya dışında kullanılabilen, panjur ve ek pencere uygulamaları da mevcuttur. Soğuk İklim Konut Araştırma Merkezi (Cold Climate Housing Research Center) (2011) tarafından yapılan örnek incelemeleri sonucunda, bu alternatiflerden dış mekanda uygulanan pencere ve panjurların yoğuşma problemini azalttığı; iç mekanda ise plastik film ve ek pencereler yoğuşma problemini azaltırken perde ve panjurların problemi arttırdığı belirlenmiştir (Şekil 4.21) (Craven ve Garber-Slaght, 2011).

### ÖNGÖRÜLEN YOĞUŞMA

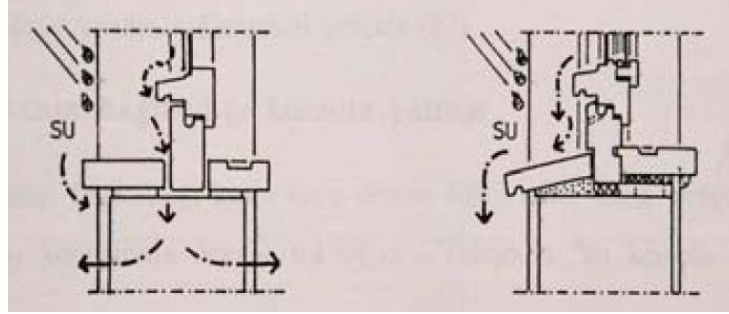


Şekil 4.20 Pencere kuruluşlarında cam özelliğine bağlı yoğuşma dereceleri (URL-26)

	Yoğuşma Direnci*	Yalıtım Değeri	Fiyat Uygunluğu	Kurulum Kolaylığı	Dayanıklılık	Fonksiyonellik
<b>Yalıtım Türü</b>						
Dış yüzeyde köptik panjurlar	●	●	◐	◐	●	◐
Dış yüzeyde mekanik panjurlar	◐	◐	◐	◐	◐	●
Dış yüzeyde ek pencere	◐	◐	◐	◐	●	◐
İç yüzeyde yalıtılmış perdeler	◐	◐	◐	◐	◐	◐
İç yüzeyde ek pencere	◐	◐	◐	◐	●	●
İç yüzeyde perde	◐	◐	◐	◐	◐	●
İç yüzeyde plastik film	◐	◐	●	◐	◐	◐
İç yüzeyde kayan panjurlar	◐	●	◐	◐	◐	◐
*Yoğuşma Direnci Kötü ◐ → En Kötü ◐ Düşük ◐ → Yüksek ●						

Şekil 4.21 Çeşitli pencere yalıtım sistemlerinin ısı yalıtımı ve yoğuşma direncinin değerlendirilmesi (Craven ve Garber-Slaght, 2011).

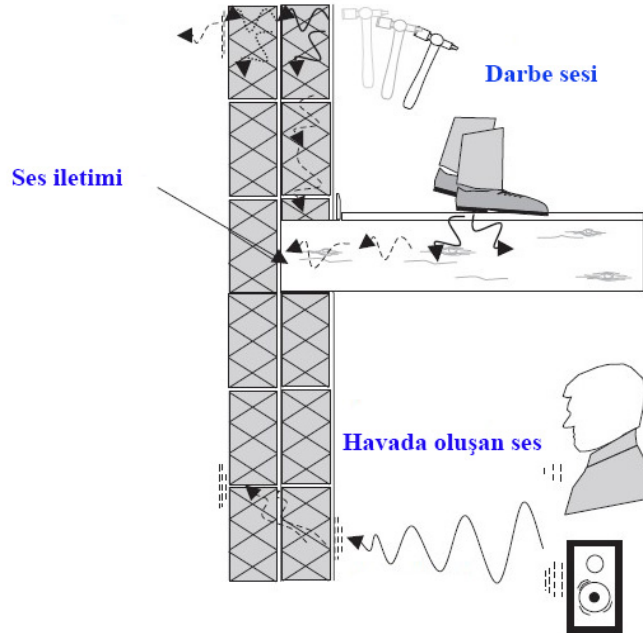
Pencerenin duvar boşluğuna oturduğu alanlarda da su geçirmezlik sağlanmasına dikkat edilmesi gerekmektedir. Duvar-çerçeve-denizlik birleşimleri akım veya difüzyon yoluyla su geçişine imkân vermeyecek şekilde yalıtılmalıdır (Şekil 4.22).



Şekil 4.22 Pencere-denizlik birleşimlerinde su yalıtımı açısından yanlış ve doğru detaylandırma örneği (Koçu ve Dereli, 2008).

#### 4.3 AKUSTİK PERFORMANSI ARTTIRMAK İÇİN KULLANILAN TEKNİKLER

Ses veya gürültü; gaz, sıvı ve katı maddelerde titreşimler yaratarak yayılan bir enerji türüdür. Ses, oluşumuna bağlı olarak hava sesi ve darbe sesi şeklinde iki ana grupta incelenmektedir (Şekil 4.23).



Şekil 4.23 Hava sesi ve darbe sesi iletimi (Gorse ve Highfield, 2009).



Hava sesi, diğere bir adıyla ortam sesi, havanın titreştirilmesi suretiyle ve hava yardımıyla yayılan ses türüdür (Toydemir ve diğ., 2000). Hava seslerine örnek olarak konuşma ve müzik sesleri gösterilebilir. Binada hava sesi iletimi, ses dalgalarının hava içerisinde hareket ederek ulaştıkları yapı elemanını titreştirmesiyle olmaktadır. Titreşimler yapı elemanı içerisinde ilerleyerek veya yapı elemanında bulunan çeşitli boşluklardan geçerek ses kaynağına komşu olan hacime iletilir (URL-14).

Darbe sesi ise katı cisimlerin birbirine çarpması sonucu oluşan; katı cisimlerde ve havada yayılan sestir (Toydemir ve diğ., 2000). Döşeme üzerinde sert tabanlı ayakkabı ile yürünmesi, duvara çivi çakılması, eşyaların düşürülmesi veya sürüklenmesiyle oluşan sesler darbe seslerine örnek olarak gösterilebilir. Binalarda darbe sesi iletimi, nesnenin yapı elemanına (duvar, tavan veya döşeme) çarpması sonucu, yapı elemanının her iki yüzeyini de titreştirerek ses dalgası üretmesiyle olmaktadır.

Binalarda akustik konforu sağlamak için önce sorunu doğru analiz etmek gereklidir. Cephe elemanlarında uygun ses yalıtımının sağlanması binanın yerleştiği bölgedeki gürültü koşullarının analizini; dış ortamdaki ses kaynakları ile ses seviyesinin tespitini gerektirmektedir. İkincil olarak da binanın işlevine bağlı olarak iç mekan gürültü seviyesi sınır değeri belirlenmelidir. Çevresel Gürültü Değerlendirilmesi ve Yönetimi Yönetmeliği'nde (2002) akustik konforun sağlanabilmesi amacıyla kabul edilebilecek iç mekan gürültü düzeyi sınır değerleri belirlenmiştir (Ek 2).

Akustik konforun sağlanması, iç mekanın dış seslerden korunması ve mekan içinde oluşan seslerin dışarıdan duyulmamasıyla ilgili bir konudur. Ses dalgaları, içinde yol aldıkları ortamdan farklı yoğunluk veya esneklikte bir ortamla karşılaştıklarında, enerjilerinin bir kısmı yansıtılır (az yoğun ortamdan çok yoğun ortama geçişte), bir kısmı soğurularak ısıya dönüşür, bir kısmı da yoluna devam eder. Ses yalıtımı konusu yapı elemanlarından yansıyan ve elemanlar tarafından iletilen ses dalgalarının engellenmesini içerir.

Yapı elemanlarında yalıtım ölçütü olarak genel performansı değerlendirmeye yarayan ağırlıklı yalıtım değerlendirme birimleri (STC,  $R_w$  vb.) geliştirilmiştir.

Değişik ülkelerin kendi şartlarına göre özelleştirdikleri çalışmalar olan bu birimlerin ana konuları benzer olmakla birlikte, ölçütler arasında farklılıklar bulunmaktadır (Şentop ve diğ., 2012). Ses geçirim sınıfı (STC) ve ses geçirme direnci değeri (R) bu alanda sıkça kullanılan birimlerdir.

Ses geçirme direnci değerinin (R) (dB), elemanın metrekare ağırlığı, tespit şekli, yüzeyi, kalınlığı, homojenlik ve titreşim faktörleri gibi yapı elemanına bağlı faktörlerin yanında, gelen sesin basınç düzeyi, frekansı, elemanın yüzeyine geliş açısı gibi ses dalgası özellikleri ile ilişkisi vardır. Ses geçirme direncini (R), sadece malzeme kitlesinin ağırlığına göre hesaplamak da mümkündür. Burada etkili olan faktör, ses dalgalarının malzemedен geçebilme yeteneğidir (Karaman Yılmaz, 2004).

Ses geçirim sınıfı (STC) tüm konstrüksiyon bileşeninin (duvar, döşeme/tavan gibi) hava sesi geçiş direnci etkinliğini belirlemek için kullanılan bir değerlendirme birimidir. STC değeri yükseldikçe binanın ses yalıtım performansı artar (Tablo 4.2) (Certainteed, 2002).

Tablo 4.2 Binaların konuşma sesi iletiminde gösterdikleri yaklaşık etkinliğin değişik STC değerleri bazında değerlendirilmesi (Certainteed, 2002).

<b>Ses Geçirim Sınıfı (STC)</b>	<b>Konuşma İşitilebilirliği</b>	<b>Gürültü Kontrol Seviyesi</b>
15-25	Normal konuşma kolayca anlaşılabilir.	Yetersiz
25-35	Yüksek sesle konuşma kolayca anlaşılabilir. Normal konuşma %50 anlaşılabilir.	Düşük
35-45	Yüksek sesle konuşma %50 anlaşılabilir. Normal sesle konuşma hafifçe duyulur fakat anlaşılamaz.	İyi
45-55	Yüksek sesle konuşma hafifçe duyulur fakat anlaşılamaz. Normal sesle konuşma genellikle işitilemez.	Çok iyi
55 ve üzeri	Yüksek sesle konuşma genellikle işitilemez.	Mükemmel

Oluşum şekilleri birbirinden farklı olan ses türlerinin yalıtılmasında da farklı teknikler kullanılmaktadır. Ortam sesinin bir ortamdan diğer bir ortama geçmesini önlemenin temel yolu, iki ortam arasında bulunan bölücü elemanların (duvar) birim alanının ses etkisiyle titreşim yapmasını (mambran titreşim) engelleyecek şekilde ağırlaştırılmasıdır. Darbe sesinin önlenmesi ise, darbenin oluşacağı yerde darbe

sesinin oluşmasına olanak vermeyecek veya oluşan darbe sesinin binanın taşıyıcı sistemine geçmesini önleyecek esnek ya da yumuşak malzemenin kullanılmasıyla sağlanmaktadır (Toydemir ve diğ., 2000).

Ses geçiş kaybı değeri birbirinden farklı olan birden fazla elemandan oluşan cepheler, birleşik cidar olarak tanımlanır. Bu tür yüzeylerin ses geçirmezliğinin belirlenmesinde, ses geçirmezlik değeri düşük olan elemanın toplam alan içindeki oranı belirleyici rol oynar. Başka bir deyişle, cephe sisteminin akustik performansının belirlenmesinde bileşik cidarı oluşturan elemanların her birinin ses geçirmezlik değerinden çok hangi oranda bir arada buldukları önem kazanmaktadır. Cephe sistemi düşünüldüğünde ses geçiş direnci değeri en düşük olan yapı elemanın, bileşeninde bulunan cam plaka nedeniyle, pencere olduğu görülmektedir. Bu bağlamda, istenilen ses geçiş direnci değerine ulaşabilmek için hem pencerelerin hem de duvarların ses geçiş kayıplarının bir arada değerlendirilmesi gerekmektedir (Erdem Aknesil, 2001).

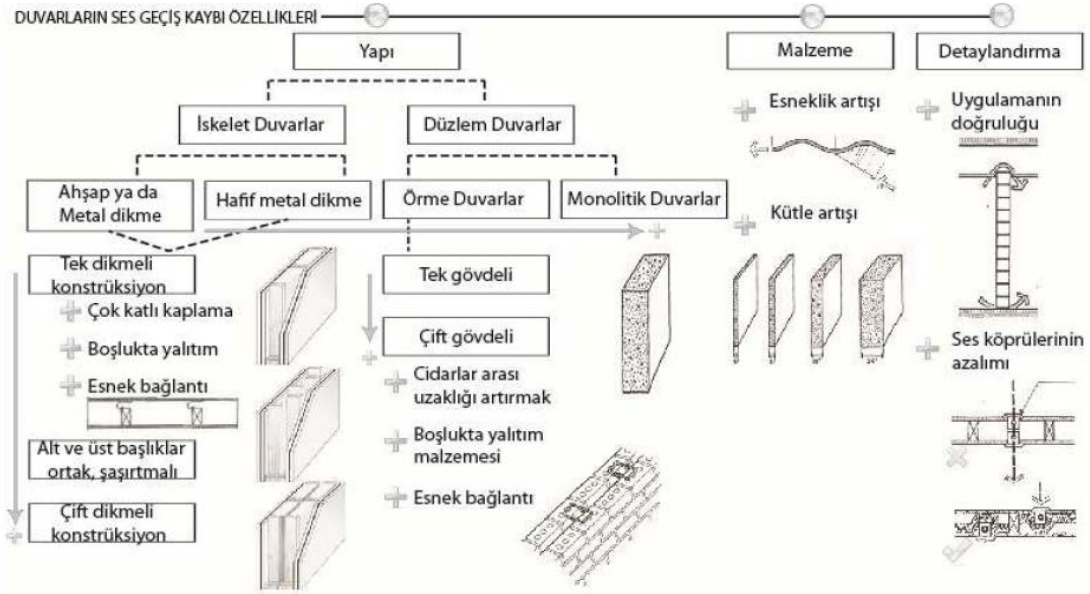
#### **4.3.1 Duvarlarda Kullanılan Teknikler**

Dış duvar elemanları, trafik gürültüsü gibi düşük frekans bileşeni daha yüksek olan çevresel gürültüye maruz kalmaktadır ve akustik performans ihtiyaçları diğer yapı elemanlarına oranla göreceli olarak daha fazladır (Şentop ve diğ., 2004). Duvarın ses geçiş direnci değerine etki eden nitelikler Şekil 4.24'te gösterilmektedir.

Avrupa Birliği ülkelerince minimum değer olarak kabul edilen 48 dB hava sesi direncinin, yatay delikli tuğla (19x19x13.5 ve 19x19x8.5), dolu briket (13.5x20x39), boşluklu briket (19x20x39), boşluklu Bims beton blok (39x19x19), gazbeton blok (60x20x25 ve 60x25x25) malzemelerle oluşturulan iki tarafı sıvalı duvarlar tarafından sağlanamadığı bilinmektedir (Karaman Yılmaz, 2004). Aynı şekilde, gelişen teknolojiye paralel olarak yapı elemanlarının hafiflemesi, elemanların ses geçirme direncini düşürmekte, dolayısıyla gürültü sorunları ortaya çıkabilmektedir.

Duvarların hava sesi yalıtımı yapabilmesi öncelikle duvarın gövde katmanının metrekare ağırlığına bağlıdır; kütle arttıkça ses geçiş kaybı da artar (Eriç, 2002).

Ayrıca sürekli elemanlar azaldığında ve elemanlar arası birleşimler esnek bağlantılarla sağlandığında ses dalgaları nedeniyle oluşan titreşimin iletimi engellenmiş olur.



Şekil 4.24 Duvarların ses geçiş direnci değerine etki eden nitelikler (Şentop ve diğ., 2004)

Duvarı oluşturan katmanların sayısı ve niteliğine bağlı olarak ses yalıtımı sağlama olanakları çok geniştir. Mevcut duvarlarda bunu sağlamanın en temel yolu duvar iç yüzeyine ses yutucu malzeme uygulamaktır. Ses yutucu malzemeler, gösterdikleri dirençle ses enerjisini mekanik enerji ile ısı enerjisine dönüştüren ve kapalı bir ortamda sesin yansıma süresini düzenleyen ürünlerdir. Camyünü, taşyünü, ahşap yünü, yumuşak poliüretan esaslı köpükler, melamin köpüğü, keçeler, delikli metaller, delikli ahşaplar, delikli alçı panolar ve mantar duvarda kullanılan ses yutucu malzemelerdendir. Mevcut binalarda, duvar iç yüzeyine yapılacak uygulamalarda, ses yutucu malzeme yapı elemanına profillerle veya yapıştırılarak tespit edilir ve üzerine kaplama yapılır (URL-14) Ses emici malzemeler bünye yapılarının gevşekliği nedeniyle darbe gibi çevre ve insan kaynaklı nedenlerle kolayca bozulurlar. Bu duruma engel olmak için malzemeyi koruyucu, aynı zamanda sesin emilmesine de olanak sağlayan ızgara ya da pano sistemlerin kullanımı yararlı olacaktır (Toydemir ve diğ., 2000).

Duvarlarda dikkat edilmesi gereken diğ er bir özellik de ses köprülerinin oluşmasını engelleyecek önlemlerin alınmasıdır. Özellikle döşeme ile duvarın birleştiği noktalarda, döşeme ile duvarın ilişkisini kesmek ve duvarın titreşime uğramasını önlemek amacıyla döşemede uygulanan yalıtım malzemesinin bir miktar duvar yüzeyine de döndürülmesi gerekmektedir (Eriç, 2002).

Duvarı oluşturan katmanlar arasında boşluk oluşturulması ses geçirimsizlik değerini arttırmaktadır. Malzeme kitlesinin ağırlığına göre hesaplanan ses geçirimsizlik değerine, boşluğun genişliğine bağlı olarak ek ses geçirimsizlik değerleri eklenir (Tablo 4.3) (Eriç, 2002). İskelet duvarlarda boşluğun ses yalıtım malzemesi ile doldurulması tek dikmeli ahşap konstrüksiyonlarda 2-8 dB, hafif metal konstrüksiyonlarda 4-8 dB arası iyileşme sağlamaktadır. Ağır metal konstrüksiyonlarda ise esnekliğin azalması nedeniyle duvar boşluğunun ses yalıtım malzemesiyle doldurulmasında görülen iyileşme daha azdır. Aynı zamanda, katmanlar arasında bırakılan boşlukta köpük polistren gibi kapalı gözenekli bir malzeme kullanılması ses yalıtımını azaltmaktadır. (Şentop ve diğ., 2004).

Tablo 4.3 Arası boşluklu malzemelerde ek ses geçirimsizlik değerleri (Eriç, 2002)

Ara boşluk (cm)	1	2	3	4	5	7	8-12	14	16	18	20
Ek geçirimsizlik değeri (dB)	3	5	7	9	10	11	12	11	10	9	7

İskelet duvarların ses yalıtım değerini arttırmada kullanılabilir pratik bir yöntem de duvarların her iki yüzüne birer katman alçı panel eklemektir. Böylece ses yalıtım özelliği 5dB veya daha fazla arttırılmaktadır (Şentop ve diğ., 2004).

Duvar iç yüzeyinde ısı yalıtımı uygulanması durumunda, ısı yalıtım malzemesi ısı tutuculuğun yanı sıra mekandaki sesin emilmesini de sağlayacağından, akustik düzenlemeye katkı sağlayacaktır (Toptancı, 2011). Ancak kullanılacak yalıtım malzemesinin kapalı gözenekli bir malzeme olmamasına dikkat edilmelidir.

Şentop ve çalışma arkadaşlarının (2004) dış duvarlarda gürültü kontrolü için yaptığı katalog çalışmasında farklı duvar ve katmanlaşma tipleri ses geçirim sınıfı (STC) değerleriyle beraber incelenmiştir (Şekil 4.25).

1.1.1.8		9 mm alçı panel 25 mm polistren Taşıyıcı araştırma tuğlası 140 x 57 x 292 mm 281.72 kg/m <sup>2</sup>	3/8" gypsum board 1" styrofoam Structural Clay Research brick 5 1/2 x 2 1/4 x 11 1/2" 57.7 psf
---------	---	---	--

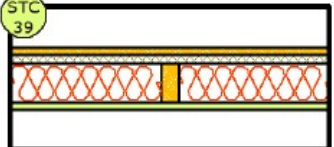
Şekil 2: Örne duvar > Tuğla > Tek gövdeli duvar sınıfından bir örnek

1.2.1.3		2 kat yağlı boya 3 hücreli hafif beton 200 x 200 x 400 mm 12.7 kg/birim harç dolgu 16mm çaplı çubuk donatı 2 kat yağlı boya	2 coats oil base paint 3 cell light weight concrete 8 x 8 x 16" 28 lbs/block grout #5 rebar 2 coats oil base paint
---------	---	---	--

Şekil 3: Örne duvar > Beton blok > Tek gövdeli duvar sınıfından bir örnek

1.1.2.8		Sıva 110 mm tuğla 50 mm boşluk ve cam yünü 110 mm tuğla Sıva	Plaster 110 mm brick 50 mm airspace with glasfiber 110 mm brick Plaster
---------	---	--	---

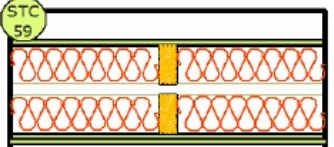
Şekil 4: Örne duvar > Tuğla > İki gövdeli duvar sınıfından bir örnek

1.1.1.1.10		16 mm kızılâğaç kaplama 20mm yalıtım levhası 40x90mm ahşap dikme R11 Yalıtım örtüsü 16 mm alçıpan levha	5/8" redwood siding 3/4" insulation board sheathing 2x4" wood studs R11 batt insulation 5/8" drywall
------------	--	---	--

Şekil 5: İskelet Duvar > Ahşap konstrüksiyon > Tek dikmeli > Esnek bağlantısız > Tek katlı kaplama sınıfından bir örnek

1.1.2.1.8		16 mm kızılâğaç kaplama 20mm yalıtım levhası 40x90mm ahşap dikme R11 yalıtım örtüsü Esnek bağlantı profili 16 mm alçıpan levha	5/8" redwood siding 3/4" insulation board sheathing 2x4" wood studs R11 batt insulation resilient channels 5/8" drywall
-----------	---	---	--

Şekil 6: İskelet Duvar > Ahşap konstrüksiyon > Tek dikmeli > Esnek bağlantı ile > Tek katlı kaplama sınıfından bir örnek

1.3.2.1		16 mm alçı panel 40x90mm ahşap dikme, R11 yalıtım örtüsü 25 mm boşluk R11 yalıtım örtüsü 40x90mm ahşap dikme, 2 katman 16 mm alçı panel	5/8" gypsum board 2 x 4" studs R11 batt insulation 1" gap R11 batt insulation 2 x 4" studs 2 layers 5/8" gypsum board
---------	---	---	---

Şekil 7: İskelet Duvar > Ahşap konstrüksiyon > Çift dikmeli > Esnek bağlantısız > Çift katlı kaplama sınıfından bir örnek

1.1.		90mm tuğla örgü 40x90mm ahşap dikme 75mm cam yünü örtü 20mm levha 16mm alçı panel	4" brick veneer 2x4" wood studs 3" Fiberglass 3/4" sheathing 5/8" gypsum board
------	---	---	--

Şekil 8: Kompozit duvar > Tuğla ve iskelet konstrüksiyon sınıfından bir örnek

Şekil 4.25 Farklı duvar ve katmanlaşma tiplerinin STC değerleri (Şentop ve diğ., 2004).

Cephe sistemi kabuk boyutunda incelendiğinde, geleneksel sistemlere göre tasarlanan tek kabuklu bir binanın, mevcut kabuğu önüne yerleştirilen ikinci bir kabuk elemanı ile akustik performansının iyileştirilebileceği görülmektedir. Ses dalgalarının geçişini; önce dış kabuk, sonra da iç kabuk elemanları azaltmaktadır. Kabuklar arasında yer alan tampon bölge sayesinde, dış ortam kaynaklı gürültüler, kullanılan cam tipi, camlama sistemi ve bağlantı detaylarına bağlı olarak büyük ölçüde yalıtılabilmektedir (Örkmez, 2012). Özellikle yoğun insan ve araç trafiğinin içinde yer alan binalarda gürültünün iç mekana girmesi ikinci kabuk sistemiyle önemli düzeylerde engellenmektedir.

### **4.3.2 Pencereelerde Kullanılan Teknikler**

Özellikle hava kaynaklı seslerin yalıtılmasında pencerelerin akustik özellikleri önem kazanmaktadır. Bu bölümde pencere sisteminin akustik özelliklerinin tayini açısından, kullanılan cam üniteleri ve çerçevelerin değerlendirmesi yapılmaktadır. Diğer yandan şu da belirtilmelidir ki, havalandırma nedeniyle pencereler açıldığında pencerenin ses yalıtım değeri sıfıra inmektedir (Eriç, 2002).

#### ***4.3.2.1 Cam Ünitelerinde Kullanılan Teknikler***

Pencere camları kalınlıkları dolayısıyla ağırlıklarının az olması nedeniyle sese karşı gerekli yalıtımı sağlayamazlar. Toplam pencere alanının yaklaşık % 90-70'i cam malzemedен oluştuğu için, pencereler cephe sisteminin ses geçişine karşı en zayıf noktaları olarak değerlendirilebilir. Dolayısıyla, birleşik cidar ses geçirmezlik değerlendirmesine göre cephelerin ses yalıtım değeri, cephede kullanılan cam (dolu-boş) oranına bağlı olarak değişecektir (Karaman Yılmaz, 2004). Pencere/duvar alanları oranının 1 olması durumunda cephenin ses yalıtımında duvarın etkisi kalmaz, sadece pencerenin yalıtım değeri ortak ses yalıtım değeri haline gelir (Alptekin, 1995). Cephe sisteminin pencere alanı oranına bağlı ses geçirimsizlik değerleri Tablo 4.4'te verilmektedir.

Tablo 4.4 Değişik cam oranlarındaki bileşik cidarın (cephe) toplam ses geçiş kaybı değerleri (dB) (Aknesil, 2001).

Bileşik cidardaki cam oranı (%)	Bileşik cidarın toplam ses geçiş kaybı (ses geçirmezliği) (%)
10	$R_{cam} + 10$
20	$R_{cam} + 7$
30	$R_{cam} + 5$
40	$R_{cam} + 4$
50	$R_{cam} + 3$
60	$R_{cam} + 2.3$
70	$R_{cam} + 1.5$
80	$R_{cam} + 1.1$
90	$R_{cam} + 0.4$

Tek cam plakasından oluşmuş pencere konstrüksiyonlarında ses yalıtımının değeri camın kalınlığına, yoğunluğuna ve esnekliğine bağlı olarak değişir. Ses yalıtım özelliğini yükseltmek için bu değerlerden birini veya birkaçını arttırmak gereklidir. Cam kalınlığı arttıkça ses yalıtımı da logaritmik olarak artar. Örneğin ses yalıtım değeri 3 mm'lik cam kalınlığında yaklaşık 25 dB, 10 mm'lik cam kalınlığında ise 30 dB'dir (Eriç, 2002).

Camın sertlik değeri azalıp, elastikliği arttıkça ses yalıtım değeri de artmaktadır. Dökme reçineden (GH) veya özel ses emniyeti folyolarından mamul ara tabakalara sahip birleşik camlar (lamine) bu etkiden yararlanırlar. Ses dalgalarının camın "çekirdeğinde" yalıtılması sayesinde ses yalıtımı belirgin şekilde iyileşmiş olur (URL-27).

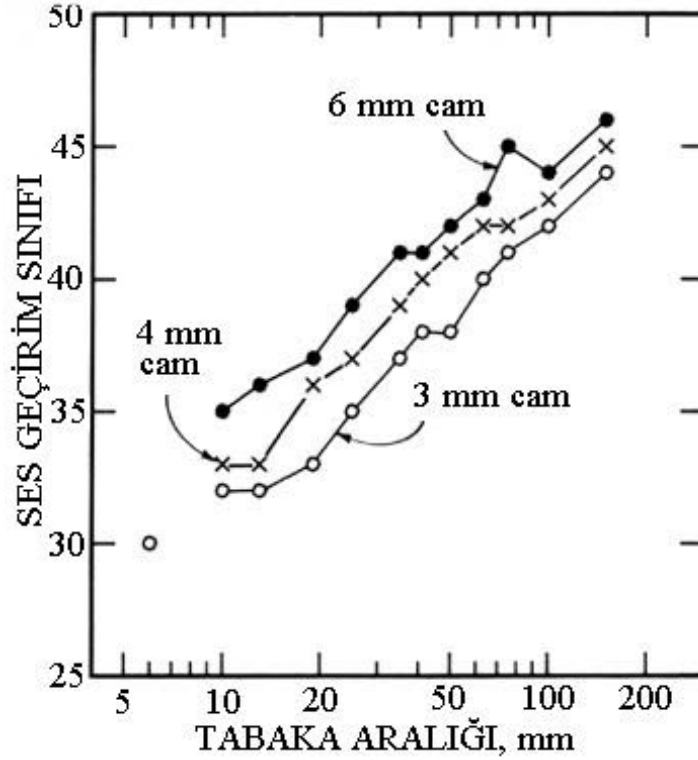
Birden çok cam plakasının kullanıldığı pencere konstrüksiyonlarında, tek plakaya oranla daha fazla ses yalıtımı sağlanabilmektedir (Tablo 4.5). Bu pencere sistemlerinde ses yalıtımı, cam plakaların ağırlığına, sertliğine, plakalar arası mesafeye, plakaların birbiri ile olan bağlantı şekline ve plakalar arası boşluğun söndürme (yutma) özelliğine bağlıdır (Alptekin, 1995). Kullanılan camların toplam kalınlığı, tek cam kalınlığıyla eşit olduğu durumda, birden çok plakanın kullanıldığı ünitelerin her zaman tek camdan daha iyi ses yalıtımı sağladığı söylenemez. Çift cam ünitesinin ses yalıtım değeri belli bir cam kalınlığı ve ara mesafesinden sonra tek camdan daha yüksek olmaktadır.



Tablo 4.5 Pencereelerde kullanılan bazı cam ünitesi örnekleri ve ses geçiş kaybı değerleri (dB) (Aknesil, 2001).

Cam ünitesi	Ses Geçiş Kaybı (dB)
3 mm pencere camı	24
4 mm pencere camı	25
4 mm pencere camı + 5 cm boşluk + 3 mm pencere camı	30
4 mm pencere camı + 10 cm boşluk + 3 mm pencere camı	35
5 mm pencere camı + 10 cm boşluk + 4 mm pencere camı	40

Genel olarak cam plakalar arası mesafe arttıkça ses yalıtımı da artar (Şekil 4.26). Çift plakadan oluşan bir ünite de cam arasındaki mesafe 7.5 mm olduğunda 37 dB'lik ses yalıtımı sağlanır. Bu nedenle çift cam uygulamalarında camlar arası boşluğu 7.5 mm'den az tutmamak gerekmektedir (Eriç, 2002). Plakalar arası mesafe 50 mm'nin üzerine çıktığında ise ses yalıtımında keskin bir yükselme olur (Muneer ve diğ., 2000).



Şekil 4.26 Cam kalınlığına ve plakalar arası mesafeye bağlı ses geçirim sınıfı (Quir, 1988)

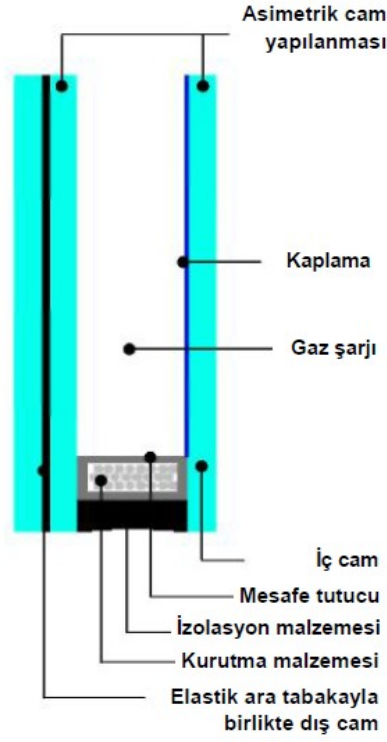
Sesin birim zamandaki titreşim sayısı sesin frekansı olarak tanımlanmaktadır. Farklı ses kaynakları farklı frekanslarda ses yayarlar. Cam kalınlıklarının ve cam plakaları arasındaki mesafenin değişmesi, cam ünitesinin yalıtım sağladığı frekans eğrisini de eski şekline paralel olmayan bir şekilde değiştirmektedir. Buna göre, belirli frekanstaki gürültülere karşı özel önlem aranan yerler için R değeri yeterli olmaz, toplam frekans eğrisini bilmek gereklidir (Alptekin, 1995).

Üç plakalı cam ünitelerde ortadaki cam plaka akustik bağlaşıma sebep olur ve tüm cam ünitenin ses söndürme değeri titreşim nedeniyle azalır. Aynı kütlede ve aynı toplam kalınlıktaki üç plakalı bir elemanın ses yalıtımı iki plakalı üniteden daha kötüdür (Alptekin, 1995). Plakalar arası boşluğu 8'er mm olan 3 plakalı bir ünitenin ses geçirme direnci, 20 mm boşluklu bir çift plakalı üniteninkinden azdır. Yüksek ses yalıtım değeri istenen binalarda 3 plakalı cam üniteleri yerine ara boşluğu 50 mm'nin üstünde olan çift plakalı ünitelerin kullanılması daha uygun olacaktır (Muneer ve diğ., 2000).

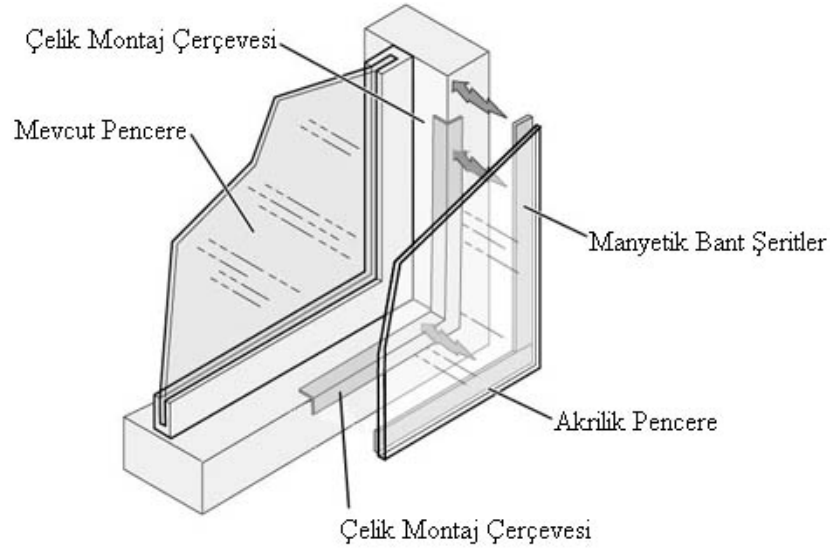
Birden çok plakalı cam ünitelerde asimetrik cam yapılanması ses yalıtım değerini arttıran bir özelliktir. Bu tip ünitelerde dış ve iç camların kalınlıkları birbirinden farklıdır. Bu sayede bir yandan kendi frekansının etkisi azalmakta, diğer yandan da çakışma kırılmaları farklı frekanslarda kalmaktadır. Çakışma kırılması, belirli bir frekans bölgesindeki ses yalıtımının belirgin bir şekilde yutulmasını tanımlamaktadır. Bu yutmanın birbirinden farklı cam kalınlıklarında aynı zamanda farklı frekanslarda kalması nedeniyle, toplam cam ünitesindeki ses yalıtımında belirgin bir iyileşme görülmektedir (URL-27).

Cam ünitelerin ses yalıtımıyla ilgili verilen bilgiler ışığında akustik olarak doğru oluşturulmuş bir ses yalıtım camı ünitesi örneği Şekil 4.27'de verilmektedir.

Gerekli akustik konforu sağlamayan cam ünitelerini yenileriyle değiştirmeden ses yalıtımını sağlamak için uygulanabilecek pratik çözümler de mevcuttur. Pencerenin iç yüzeyine eklenen akrilik esaslı ek kanat uygulaması bunlardan biridir (Şekil 4.28) (Super Soundproofing Company, 2010).



Şekil 4.27 Akustik olarak doğru yapılandırılmış bir cam ünitesi (URL-27)



Şekil 4.28 Ses yalıtımını arttırmak için kullanılan akrilik esaslı ek kanat (Super Soundproofing Company, 2010)

#### 4.3.2.2 Çerçevelerde Kullanılan Teknikler

Camın takılı olduğu çerçevenin belli özellikleri, pencerenin ses yalıtım performansını etkilemektedir. Ses yalıtımı açısından çerçevenin ses dalgaları etkisiyle kolayca titreşmemesi ve oluşan titreşimi minimum düzeyde duvara ve diğer ortama aktarması beklenir. Buna göre çerçevelerin aşağıda belirtilen şu özellikleri ses yalıtımı açısından belirleyici rol üstlenmektedir:

*Çerçeve malzemesi ve boyutları:* Çerçevenin ses yalıtım değerinin artırılması için kolay titreşmeyecek bir malzemedan imal edilmesi gerekmektedir. Çerçevenin ağırlığının artması veya yalıtılmış odacıklı yapıdaki çerçeve malzemelerinin seçimi bunu sağlamaktadır.

*Camın çerçeveye tespit şekli:* Elastik conta gibi esnek ve kalın malzemelerle yapılan tespit uygulamaları pencere sisteminin ses yalıtımını arttırmaktadır.

*Çerçevenin duvara tespitindeki kalite:* Çerçeve ile duvar arasında hava dolayısıyla ses geçişine imkan verecek boşluklar kalmamalıdır.

*Çerçevenin derz sızdırmazlığı:* Derzlerin bir sıra veya tercihen iki sıra elastik conta ile sızdırmaz hale getirilmesi ses yalıtımını arttırmaktadır. Contasız derzlerin ses yalıtımı çok kötüdür. Pencerenin ses direnci, içine takılan camın direnci ve çerçeve derzlerinin contayla sızdırmaz hale getirilişinden etkilenmektedir. Bu nedenle, pencere sisteminin ses yalıtımını belirten R değeri mutlaka, conta ve derzleri, camın takılış şekli, cam özelliği ve pencerenin dıştan dışa ölçüsü ile birlikte verilmelidir (Alptekin, 1995).

#### 4.4 GÜN IŞIĞI KONTROLÜNÜ SAĞLAMAK İÇİN KULLANILAN TEKNİKLER

Gün ışığı insan görüşünün adapte olduğu bir tam spektrum ışık kaynağıdır. Bu ışık mekanlara aydınlatma ve ısı kaynağı olarak etki etmektedir. Gün ışığından kaynaklanan bu etkiler, kullanıcıların konfor gereksinimlerini karşılamadığı veya kullanıcının mekana ait tercihlerine cevap vermediği durumlarda, istenmeyen sonuçlar doğurabilmektedir. Bu nedenlerle binalarda kullanıcı konforunun sağlanabilmesi için güneş ışınlarının iç ortama girişi, ihtiyaç dahilinde engellenerek veya mekan içine yönlendirilerek kontrol edilmelidir. Bu bağlamda gün ışığı kontrol sistemleri binalarda şu amaçlarla uygulanmaktadır (Okutan, 2012):

- Yeterince gün ışığı girmeyen mekana gün ışığını taşımak
- Aydınlatma seviyesini homojenleştirmek
- Görsel konforu arttırmak
- Gölgeleme kontrolü sağlamak
- Sıcaklık kontrolü sağlamak
- Binanın enerji tüketimini azaltarak enerji ve maliyet tasarrufu yapmak

Gün ışığının mekan içindeki dağılımının belirlenmesi için mekan içinde aydınlık seviyesi ölçümlerinin yapılması gerekmektedir. Gün ışığı yoğunluğu; gök durumu (havanın kapalılık durumu), gün ve saate bağlı olarak değişen güneşin konumu vb. nedenlerden etkilendiğinden dolayı, iç mekan aydınlık seviyesi, iç referans noktasındaki aydınlık seviyesi ile dış mekan aydınlık seviyesinin oranına bakılarak ölçülmektedir (Robertson, 2002). Bu oran, gün ışığı faktörü (DF) olarak tanımlanmakta ve yüzde (%) birimi ile ifade edilmektedir. Belirli bir referans noktasının gün ışığı aydınlık seviyesi; gök tipi, pencerelerin büyüklükleri ve konumu, cam tipi, referans noktası ile pencere arasındaki mesafe, iç yüzeylerin yansıtma katsayıları, binanın konumu, yönelimi gibi etkenlere bağlıdır.

DF değerinin %2'den düşük olduğu durumlarda mekana giren gün ışığı yeterli aydınlatma sağlayamamakta ve yapay aydınlatma kullanımı ihtiyacı doğmaktadır. DF değerinin %2 olması durumu dış mekan aydınlık seviyesinin %2'lik kısmının iç mekana

alınabildiğini belirtmektedir. DF değerinin %4 oranında olması, iç mekanın tatmin edici derecede aydınlık görünmesini sağlamaktadır (Robertson, 2002) (Şekil 4.29).

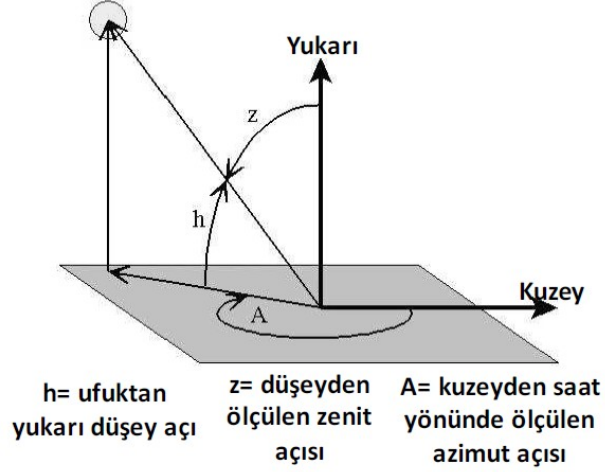


Şekil 4.29 Farklı gün ışığı faktörü miktarlarının aynı oda şartlarında bilgisayar modellemesi ile gösterilmesi (Okutan, 2008).

Gün ışığının ısı etkisinin belirlenmesinde etkili faktörler, bina yüzeyinde ve içerisinde kullanılan malzemelerin güneş enerjisini soğurma ve yansıtma özellikleridir.

İç mekanlarda ısı ve görsel konfor koşullarının sağlanması için, mekana gelen direkt güneş ışınlarının ısısal ve ışıksal etkilerini kontrol etmede farklı teknikler kullanılabilir. Bu farklı tekniklerin her birinin etkinliği, binaya ve binanın bulunduğu yapma çevre koşullarına bağlı olarak belirlenmektedir. Gün ışığının kontrolünde bu verilerin çok iyi bilinmesi ve değerlendirilmesi gerekmektedir. Aksi durumda alınacak olan önlemler çoğu kez eksik kalacaktır.

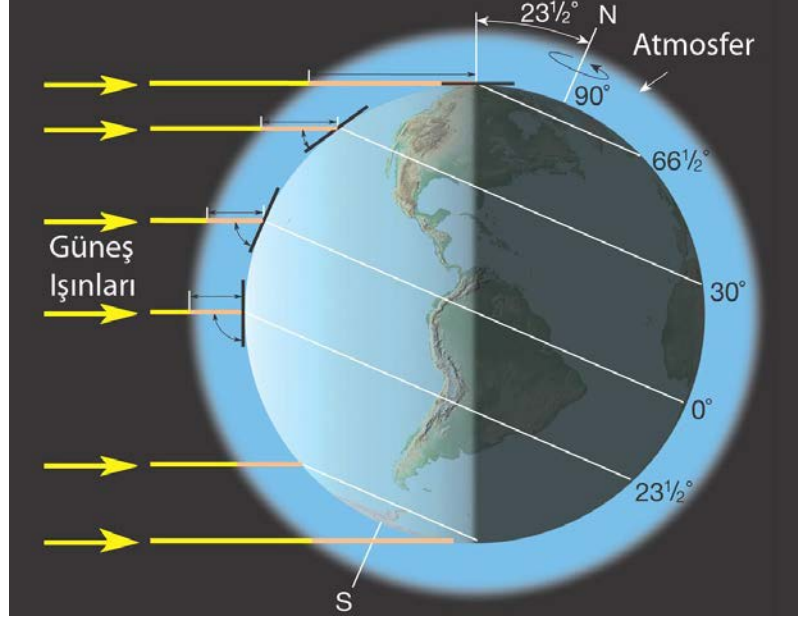
Dünyanın hem güneş hem de kendi etrafında dönmesinden dolayı, dünya üzerinde herhangi bir noktada, saat ve mevsimlere bağlı olarak güneşin konumu değişmektedir. Güneşin konumu, enlem çizgileri, mevsim ve saate göre değişen güneşin merkezi ile ufuk çizgisi arasındaki açı olan altitüd açısı ve kuzey yönü çizgisi ile güneşin merkezinden geçen düşey dairenin arasındaki yatay açı olan azimut açısı kavramlarıyla tanımlanmaktadır (Şekil 4.30). Gün ışığı ile aydınlatma hesaplamalarında güneş ışınım miktarının bilinmesi önemlidir. Bunun içinde güneşin konumu ve yeryüzü ile arasındaki ilişkiyi belirlemek gerekmektedir.



Şekil 4.30 Azimut ve altitud açıları (Kazanasmaz, 2009).

Gün ışığı ile bina ilişkisini etkileyen etkenler çevresel ve yapısal etkenler olarak iki başlıkta incelenebilmektedir. Binaların gün ışığı ile ilişkisini belirleyen çevresel etkenler aşağıda belirtilen şekilde sıralanmaktadır.

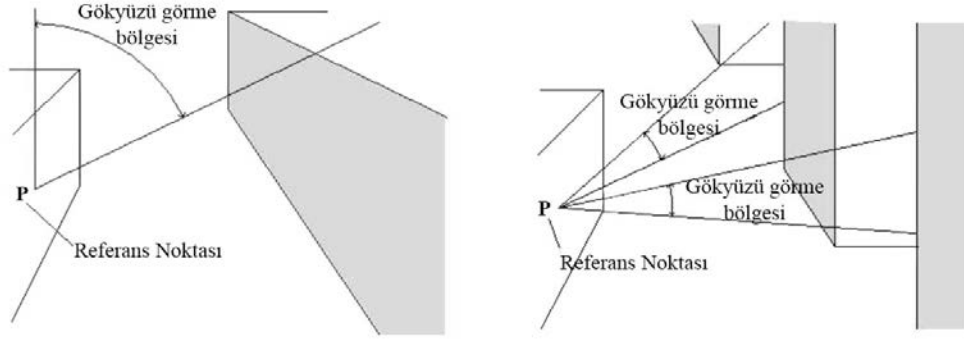
- *Binanın coğrafi konumu:* Gün ışığının dış ortamdaki aydınlık değeri ve miktarı binanın coğrafi konumuna göre değişmektedir. Güneş ışınlarının geliş açısı binanın yeryüzündeki coğrafi konumuna göre belirlenmektedir (Şekil 4.31). Sıcaklık dağılımını etkileyen temel etken de güneş ışınlarının geliş açısı olmaktadır. Binanın coğrafi konumuna göre bulunduğu iklim bölgesi ve etkilendiği doğal çevre verileri farklılık göstermekte, bu da kullanıcı konforunu sağlayan koşulları etkilemektedir. Bazı binalarda daha fazla gün ışığı iç mekana aktarılmak istenirken, bazılarında sıcaklık ve termal koşullar sebebiyle gölgeleme ön planda olmaktadır. Gün ışığı seviyesinin yıl boyunca yüksek olduğu düşük enlemlerde bulunan binalarda tasarım genellikle binaya giren güneş ışığı miktarını kısıtlayarak aşırı ısınmayı önlemek üzerine odaklanmaktadır. Yüksek enlemler farklı yaz ve kış koşullarına sahip olup, kış aylarında gün ışığı seviyeleri daha düşük olmaktadır. Bu nedenle yüksek enlemlerde bulunan binalarda genellikle gün ışığı dağılımının maksimize edilmesi hedeflenmektedir.



Şekil 4.31 Güneş ışınlarının yeryüzüne geliş açıları (Okutan, 2012)

- *Gün ışığı alma süresi:* Binalarda gün ışığı alma (güneşlenme) süresi, binanın bulunduğu coğrafi konuma göre değişmektedir. Belirgin yaz ve kış koşullarına sahip olan yüksek enlemlerde, gün ışığı seviyesinin mevsimsel değişimi alçak enlemlere göre daha fazla olmaktadır. Kışları gün ışığı alma süresinin düşük olduğu yüksek enlemlerde genellikle, gün ışığının bina içine alınması çeşitli tekniklerle arttırılmaya çalışılmaktadır. Yıl boyunca gün ışığı seviyesinin yüksek olduğu düşük enlem bölgelerinde, binaya giren gün ışığını sınırlandırılarak aşırı ısınmanın engellenmesi hedeflenmektedir.
- *Bina çevresindeki sınırlayıcılar:* Binaların çevresini saran, bitki örtüsü gibi doğal veya yapma çevre bileşenleri gibi yapay engeller, bina çevresindeki sınırlayıcıları oluşturmaktadır (Şekil 4.32). Bina çevresindeki sınırlayıcılar, binaya ulaşan gün ışığını engelledikleri ve binayı gölgede bıraktıkları için yenileme çalışmalarında gün ışığı kullanım stratejilerinin belirlenmesinde etkili olmaktadır.





Şekil 4.32 Çevre binaların yüksekliği ve yoğunluğunun binaların gökyüzü görme bölgesi (gün ışığı alımı) üzerindeki sınırlandırıcı etkisi (Okutan, 2012).

Binaların gün ışığı ile ilişkisini belirleyen yapısal etkenler ise aşağıda belirtilen şekilde sıralanmaktadır.

- *Yerleşim ve form:* Binanın konumu kadar güneşe göre yönelimi de gün ışığı kullanımını açısından önemlidir. Aynı dış ortam ve gök koşullarında referans noktalarının aydınlık değerleri mekanların yöneliminden etkilenmektedir. Her bir yönelim için farklı tasarım kriterleri önem kazanmaktadır. Kuzey yarımkürede, güney cephesindeki cam yüzeyler, kış mevsiminde güneşten ısı kazanımı sağlamaktadırlar. Yaz mevsimlerinde aşırı ısınma veya yoğun kamaşma problemlerine karşı, yarım gün boyunca doğrudan güneş ışığına maruz kalan doğu ve batı yönlerdeki pencerelerde önlemler alınması gerekmektedir.

Binanın formu da cephe üzerine düşen gün ışığı miktarında belirleyici özelliktedir. Örneğin, yüksek yapıların çevrelerindeki sınırlayıcılardan etkilenme ihtimali daha düşük olmakta, bu nedenle daha çok gün ışığı almaktadırlar.

- *Bina açıklıkları:* Gün ışığının bina içine geçebilmesi için cephe üzerinde belirli oranda açıklıklar tasarlanmalıdır. Pencere elemanının en temel fonksiyonlarından biri gün ışığını iç mekana taşımak olduğu için, boyutları ve cephe üzerindeki konumu, binaya gün ışığı alımında doğrudan etkili olmaktadır.

Işık mekana ne kadar yukarıdan girerse o kadar homojen ve ışıklı bir aydınlatma elde edilmektedir. Böylece kamaşma gibi problemler çözülmüş olmakta ve iç mekanda yüzeyler ve pencereler arasındaki kontrast azalmış olmaktadır (Kazanasmaz, 2009) Pencere açıklıklarının genişliği ise aydınlık bir iç mekan oluşturulmasında etkilidir.

- *Binanın fonksiyonu:* Farklı kullanım amaçlarına hizmet eden binaların farklı aydınlatma ihtiyacı bulunmaktadır. Bazı binalarda loş ortamlar istenirken, bazı fonksiyonlar aydınlık mekanları gerektirmektedir.
- *İç ortam yansıtıcıları:* İç mekanda kullanılan malzemelerin gelen ışığı yansıtması, malzemenin yansıtma katsayısı ile ilgilidir. Gelen ışık çarptığı malzeme yüzeyinin özelliğine bağlı olarak yansımakta, soğurulmakta veya malzemedен geçmektedir (Okutan, 2008). Duvar, tavan, döşeme ve mobilyaların yansıtıcı etkisi gün ışığının mekân içindeki yayılımı üzerinde etkili olmaktadır.

Cephelerde gün ışığı kontrolü temel olarak; cephe yüzeyine eklenen sabit veya hareketli elemanlar ya da özel camların kullanımı şeklinde iki yolla sağlanabilmektedir. Bu bölümde uygulandıkları cephe elemanı ve bileşenine bağlı olarak yenileme çalışmalarında kullanılan gün ışığı kontrol teknikleri tanıtılmaktadır.

#### **4.4.1 Duvarlarda Kullanılan Teknikler**

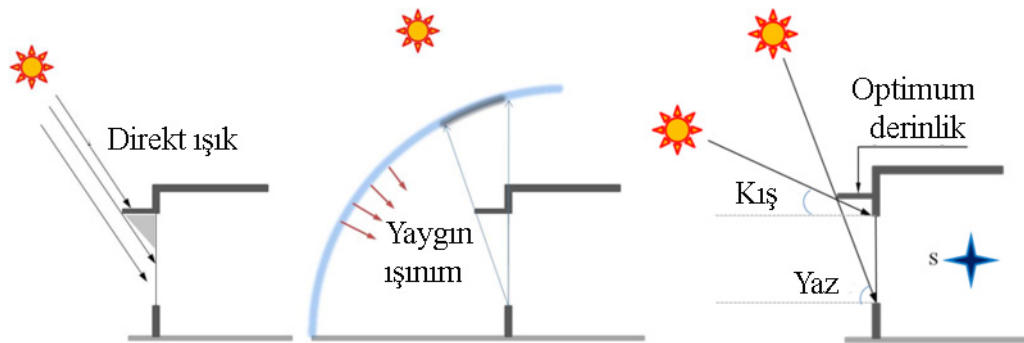
Binalarda gün ışığı kontrolünün en önemli nedenlerinden biri, binanın bulunduğu iklim koşullarına göre ortam sıcaklığının arttığı dönemlerde istenmeyen ısı kazançlarına karşı önlem almaktır. Güneş ışınlarının sağladığı ısı kazançlardan korunmada en etkin prensip, güneş ışınlarını binaya gelmeden kesmektir (Küçüközdemir, 2003). Yenileme çalışmalarıyla duvar yüzeyine eklenen gölgeleme elemanları da bu amaca hizmet ederek gün ışığı kontrolünü sağlamaktadır.

Gölgeleme elemanları, pencerenin konumuna göre iç mekandaki güneş ışınımını istenen zamana bağlı olarak denetleyen bir yapma çevre değişkenidir. Binaya doğru

uygulanmış bir gölgeleme elemanı, iklimlendirme sisteminin yükünü %50-79 oranında azaltabilmektedir (Yüceer, 2010). Bu kazanım, gölgeleme elemanı tasarımında uygun boyut ve biçimin belirlenmesi ile sağlanabilmektedir.

Güneş geometrisi, pencere ölçüleri ve kullanım seçenekleri ile binanın coğrafi konumu ve iklim verileri gibi değişkenlerin bir arada değerlendirildiği gölgeleme elemanı tasarımı, çizgisel deneysel ve sayısal yollarla gerçekleştirilmektedir. Dolayısıyla, gölgeleme elemanı tasarımının geleneksel hesaplarla yapılması, güneşin 1 yıllık hareketine bağlı olarak çıkarılan çok sayıda çizim ve denklemin birbiriyle karşılaştırılmasını gerektirmektedir. Bu hesaplamaların, **Solar Tool** gibi bilgisayar programları destekli olarak yapılması, simülasyon yapma, çok sayıda sayısal ve grafiksel seçeneği bir arada sunma açısından tasarımcıya katkı sağlayarak tasarım sürecini kısaltmakta ve kolaylaştırmaktadır (Yüceer, 2010).

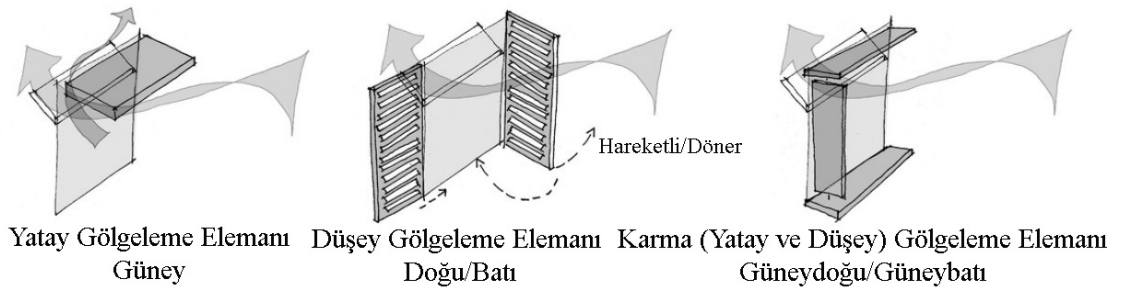
Gölgeleme elemanı tasarımında en önemli nokta, sistem veriminin güneşin bir yıllık devrimine bağlı olarak değişkenlik göstermesidir. Yaz aylarında güneş ışınlarının mekana girmesini engelleyerek termal konforu sağlayan gölgeleme elemanları, kış aylarında da aynı etkiyi yaratarak termal konforu düşürebilmektedir. Bu durumun engellenmesi için yaz ve kış aylarındaki güneşin geliş açısına bakılarak optimum gölgeleme elemanı boyutunun belirlenmesi gerekmektedir (Şekil 4.33). Pencere yüzeylerindeki ışınımın, gölgelik alanın %35'in altında kalması durumunda gerçekleştiği göz önüne alındığında; gölgeleme elemanının kış aylarında, <%40 gölgelik ve yaz aylarında ise >%70 gölgelik alan sağlaması uygun bir çözüm olarak kabul edilmektedir (Yüceer, 2010).



Şekil 4.33 Optimum gölgeleme elemanı tasarımının şematik gösterimi (URL-28).

Gün ışığını yansıtma ve soğurma açısından yapı malzemelerine uygulanan renklerin farklı davranış gösterdiği unutulmamalıdır. Güneş ısını soğuran bir malzemeden üretilmiş bir gölgeleme elemanı, yaz aylarında etkin bir şekilde gölgeleme yaptığı halde, iç mekanda ısı artışına neden olabilmektedir. Bu nedenle gölgeleme elemanı tasarımında kullanılan malzeme de önem taşımaktadır.

Yukarıda anlatılan tasarım kriterlerine göre projeye özgün olarak üretilen gölgeleme elemanları, hareket kabiliyetlerine göre sabit ve hareketli; cephedeki pozisyonlarına göre yatay, düşey ve karma elemanlar olarak sınıflandırılmaktadır (Şekil 4.34).



Şekil 4.34 Yatay, düşey ve karma gölgeleme elemanlarının şematik gösterimi (Pelsmakers, 2012)

- *Yatay gölgeleme elemanları:* Bu elemanlar güney ve güneye açık cephelerde, gün ışığının dik açıyla geldiği ve direkt ışın etkilerinin çok rahatsızlık verdiği aylar boyunca güneşin direkt ışınlarını kesmek amacıyla kullanılmaktadır. Yatay gölgeleme elemanları ile doğu ve batı cephelerinde yeterli güneş kontrolü performansı sağlamak mümkün değildir (Küçüközdemir, 2003).

Gölgeleme elemanları yatayda düzenlenirken yapı yüzeyi boyunca yükselmekte olan ısının hava akışının engellenmemesine dikkat edilmelidir (Kalemci, 2005). Bu durum gölgeleme elemanlarının masif saçaklar yerine, yatay panjurlar şeklinde parçalı yapıda yapılmasıyla önlenmektedir.

Yatay gölgeleme elemanları, hareketli sistemler olarak kullanıldığında güneş ışınlarının geliş açılarını takip edebilmekte ve farklı açılar için tam koruma

sağlayabilmektedirler. Güneş ışınlarının en yatık geldiği durumlarda bile koruma sağlayan bu sistemlerin dezavantajı, iç-dış mekan arasındaki görsel ilişkiyi sınırlandırmalarıdır.

- *Düşey gölgeleme elemanları:* Doğu ve batı yönlerindeki cephelerde dar açı ile gelen güneş ışınımı üzerinde etkili olan gölgeleme elemanlarıdır.

Düşey gölgeleme elemanları cephe üzerinde; cepheye paralel ve 90° açılı olarak yerleştirilen kalkan şeklinde paneller (Panjurlar), cepheye dik olarak tasarlanan düşey elemanlar (Kanatlar) ve cepheye plan düzlemine göre açılı olarak yerleştirilen elemanlar, olmak üzere 3 şekilde bulunabilmektedir.

Düşey gölgeleme elemanları bina yüzeyine paralel veya dik hareket edecek şekilde düzenlenebilmektedirler. Yapı yüzeyine paralel bir aks çevresinde hareket ettirilen elemanların bina yüzeyiyle yaptığı açı, ışınımın yükseklik açısına bağlı olarak değişmektedir (Kalemci, 2005).

- *Karma gölgeleme elemanları:* Yatay ve düşey elemanların tek başlarına istenilen performansı gösteremediği durumlarda, yatay ve düşey elemanların birlikte kullanılmalarıyla karma gölgeleme elemanlar oluşmaktadır. Bu elemanlarla yatay ve düşey açılarla gelen gün ışığı kontrol edilmiş olmaktadır.

Yatay ve düşey gölgeleme elemanlarının küçük boyut ve aralıklarla birleştirilmesiyle oluşan sisteme kafes sistemler denilmektedir. Kafes sistemlerin daha büyük boyutlar ve aralıklarla tüm cephe yüzeyinde kullanılmasıyla kaset sistemler oluşur. Düşey ve yatay elemanlarla sınırlandırılmış boşluğun kullanılabilir kadar büyük boyutlara ulaştığı sistemlere de loca adı verilmektedir (Kalemci, 2005).

Yukarıda tanımlanan gölgeleme elemanları dışında, storlar ve delikli panolar da cephelerde gölgeleme amacıyla kullanılmaktadır. Bu elemanların düşük havalandırma ve aydınlatma performansları ile iç-dış mekan arasındaki görsel ilişkiyi zayıflatmaları nedeniyle kullanımları önerilmemektedir (Baker, 2009). Yenileme

çalışmalarında kullanılabilir gölgeleme elemanları ve özelliklerinin özeti Ek 3'te verilmektedir.

Gölgeleme elemanları bina ile doğrudan temas halinde olduklarından kazandıkları ısıyı iletim yoluyla iç mekana aktarabilmektedirler. Bu durum iç mekanda ısı performansını olumsuz yönde etkileyeceğinden, gölgeleme elemanı ile bina arasında boşluk kalacak şekilde düzenleme yapmak gerekmektedir. Bu şekilde elemanın kazandığı ısının iç mekana iletilmesi önlenmiş gibi, konstrüksiyon hafifletmekte, elemanlar arasındaki hava sirkülasyonu sayesinde bina bünyesinde biriken ısı miktarı azalmış olmaktadır (Kalemci, 2005).

Gelişen teknolojiyle gün ışığı kontrolünü sağlamak amacı ile alınan önlemlerin karakterleri ya da malzemeleri farklılaşmakla beraber amaçları değişmemektedir. Binada gün ışığı kontrolünü sağlayan bu elemanlardan beklenen güneş ışınımının istenmeyen etkilerini mekandan uzaklaştırırken, iç ile dış mekan arasındaki ilişkiye de olabildiğince az zarar vermeleridir. Ayrıca yazın güneşin etkisini azaltan kontrol elemanlarının kışın da aynı etkiyi yaparak güneş enerjisinden yeterince yararlanmayı engelleyebileceği unutulmamalıdır. Bundan dolayı gün ışığı kontrolünde kullanılan elemanlar değişen mevsim koşullarına uyum sağlayabilecek şekilde tasarlanmalıdır. Bu bağlamda sabit elemanlardan otomatik olarak bina otomasyon sistemleriyle ya da elle ayarlanabilen, hareketli sistemler tercih edilmelidir.

Cephelerde kullanılan gölgeleme elemanları fonksiyonel açıdan olduğu kadar estetik açıdan da binaları etkilemektedir. Güneş kontrol elemanlarının mimari tasarımla beraber düşünülüp, binanın mimari karakteri ile bütünleştirilmesi gerekmektedir. Marcel Breuer'in "Güneş kontrol elemanları yapının dışında yer almalıdır, cephenin elemanı olan güneş kontrolü mimarinin de elemanıdır." sözleri bu konunun önemine işaret etmektedir.

#### **4.4.2 Pencereelerde Kullanılan Teknikler**

Adolf Loos'a göre pencere manzarayı çevrelemez, o ışığın kaynağıdır. Bu bağlamda, gün ışığı kontrolünde en kritik nokta binanın dış mekanla ilişkisini sağlayan

pencerelerden alınan ışığın kontrolü olmaktadır. Mekanın yapay aydınlatma ve iklimlendirme yüklerinin belirlenmesinde pencereler üzerinden mekan içine alınan ışığın belirleyici etkisi olmaktadır. Bu sebepten özellikle sıcak iklim bölgelerinde gün ışığının aydınlatıcı etkisinden faydalanılırken, ısı kazançlarının olabildiğince azaltılmasına çalışılmaktadır.

Binalarda mekan içine yayılan ışığın miktarı, pencerelerin yönlenmesine, boyutlarına ve kullanılan cam ünitelerinin özelliklerine bağlı olarak değişmektedir. Mekan içindeki uygun gün ışığı dağılımı ise pencerenin cephe üzerindeki lokasyonu, yüzeye çarpan ışığın yansıma ve kırılma özelliği ile iç mekanda kullanılan yüzeylerin yansıtıcılığına ve rengine bağlı olmakla birlikte, pencerenin en üst noktasının döşemeye olan uzaklığı ile direkt ilişkisi bulunmaktadır.

Geleneksel pencere sistemleri ile gün ışığı iç mekanın sınırlı mesafelerdeki derinliklerine kadar yayılabilirken, yeni aydınlatma teknolojileri kullanılarak, güneş ışığının yönlendirilmesi ile iç mekanın daha uzak mesafelerine yeterli düzeyde ve nitelikte gün ışığı almak mümkün olabilmektedir. Bu teknolojilerin yenileme projelerinde kullanılması sayesinde gün ışığı kontrollü bir şekilde iç mekana alınarak iklimsel konfor koşulları sağlanmakta; gün ışığı dağılımının nitelik ve nicelik açısından iyileştirilmesi ile görsel konfor koşulları oluşturulmuş olmaktadır. Bu bölümde yenileme projelerinde kullanılabilecek teknikler, uygulandıkları pencere bileşenine göre tanıtılmaktadır.

#### *4.4.2.1 Cam Ünitelerinde Kullanılan Teknikler*

Cephelerde kullanılmak üzere seçilen cam malzeme iç-dış mekan arasındaki görsel bağlantıya zarar vermeden, gün ışığının mekan üzerindeki istenmeyen etkilerini azaltır nitelikte olmalıdır. Bu nedenle cephelerde kullanılan saydam yapı bileşenlerin yani cam ünitelerinin malzeme seçimi gün ışığı kontrolü açısından önem kazanmaktadır.

Cam malzemenin gün ışığı kontrolü performansının belirlenmesinde malzemeye ait aşağıda açıklanan değerler etkili olmaktadır:

- *Işık Geçirme Katsayısı:* Cam malzeme gibi saydam yüzeyler, üzerlerine düşen ışığın belli bir yüzdesinin diğer yüzlerine geçişine olanak vermektedir. Diğer tarafa geçen ışığın yüzeye gelen ışık miktarına oranı ışık geçirme katsayısı olarak adlandırılmaktadır (Manav ve diğ., 2009). Cephe sistemlerinde kullanılan cam türünün ışık geçirme katsayısı iç mekan gün ışığı aydınlık düzeyini etkilemektedir.
- *Gün Işığı Yansıtma:* Cam yüzeyine gelen ışığın cam tarafından geri yansıtılan yüzde cinsinden miktarıdır (URL-29).
- *Güneş Enerjisi Toplam Geçirgenlik:* Camın dış yüzeyine gelen toplam güneş enerjisinin iç mekana giren yüzdesidir. Cam malzemenin güneş enerjisi toplam geçirgenlik değeri azaldıkça, iç mekanın ısı kazanç değeri düşmektedir (URL-29).
- *Gölgeleme Katsayısı:* seçilen cam malzemenin, güneş enerjisi toplam geçirgenliğinin 3 mm renksiz camla kıyaslanmasıdır. Daha düşük gölgeleme katsayısı, daha iyi güneş kontrolü demektir (URL-29).

Yenileme çalışmalarında, mevcut cam ünitelerinin, kullanıcı ihtiyacına bağlı olarak seçilecek gelişmiş teknoloji cam üniteleri ile değiştirilmesi istenilen güneş kontrolünü sağlamaya yardımcı olmaktadır. Gelişmiş gün ışığı ile aydınlatma sistemlerinde kullanılan cam üniteleri, kullanılan camın çalışma prensibine göre pasif ve aktif sistemler olmak üzere iki grupta incelenmektedir.

Pasif sistemler, optik yasaları kullanarak, iç mekana gün ışığının alınmasını ve güneş kontrolü yapılmasını sağlamaktadır. Bu sistemlerle, gün ışığının kontrollü olarak mekana alınması ve güneş ışınımının mekanlarda yarattığı ısı kazancının kontrolü amaçlanmaktadır. Cam malzemeye bu özellikler üretim sırasında katılmaktadır. Bu sistemleri oluşturan camlar tayfsal seçici camlar ve açısız seçici camlardır.

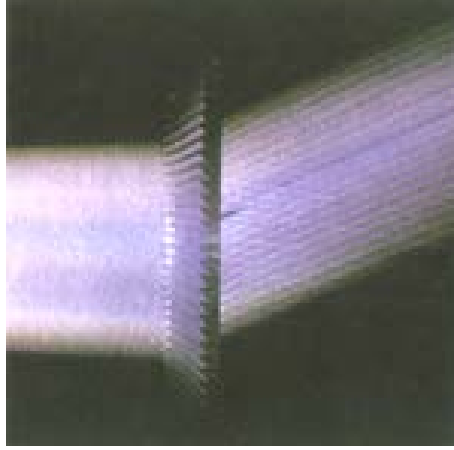
- *Tayfsal seçici camlar:* Camın gün ışığı geçirgenliğini olabildiğince yüksek tutarak, güneş ışınımı geçirgenliğinin düşürülmesi amacıyla yalnızca spektrumun görülemeyen bölümü için etkili olan bazı özel boya ve kaplamalar kullanılmaktadır. Bu boya ve kaplamalar sayesinde tayfsal seçici camlar oluşmaktadır. Güneş ışınımını gün ışığından daha fazla engelleyen camlarda,



toplam güneş ışınımı geçirgenliğinin gün ışığı geçirgenliğine oranı 1'den küçüktür. Bu ölçüt cam performansını değerlendirmede önemlidir. Camların geçirgenlikleri, yutuculukları ve yansıtıcılıkları spektrumun 3 farklı bölgesi için gün ışığı, güneş ışınımı ve içeriden dışarıya uzun dalga ışınım geçişi için ayrı ayrı ele alınmalıdır.(Manav ve diğ., 2009)

Low-e camlar olarak da bilinen tayfsal seçici camlar (spectral selective glazing), görülebilen ışınımı olabildiğince geçiren fakat kızılötesi ve morüstü ışınımı büyük oranlarda yutan veya yansıtan camlardır. Güneş kontrollü cam ünitelerinde dıştaki camın iç yüzeyine güneş kontrol kaplaması yapılmıştır. Olumsuz bir özellik olarak, bütün güneş kontrol camları ısı kırılma riski taşımaktadır (URL-29). Tayfsal seçici camlar, kaplamalı cam üniteleri olarak Bölüm 4.1.2.1'de tanıtılmaktadır.

- *Açısal seçici camlar:* Güneşin yükseliş açısı günün ve yılın en sıcak zamanlarında dik açığa yakın değerlerdedir. Açısal seçici camlar, güneş yükseliş açısının dik veya dike yakın olduğu sıcak mevsimlerde gelen ışığı geçirmemekte, küçük yükseliş açılarıyla gelen ışığı geçirmektedirler. Cephelerde uygulanan gölgeleme elemanlarıyla en basit ve etkili bir biçimde ısı kazancı engellenebilirken iç mekana giren gün ışığı miktarı da azalmaktadır. Açısal seçici camların kullanımıyla bu sakıncanın ortadan kaldırılabilmesi sağlanmaktadır (Yener, 2009). Bu tip camlar, bu nedenle sıcak iklim bölgeleri için uygun bir çözüm olarak kullanılmaktadırlar.
  - *Prizmatik Paneller:* Üzerlerine gelen gün ışığını yansıtma ve kırılma ilkelerini kullanarak yönlendiren ve iç mekana alan sistemlerdir (Şekil 4.35). Yayınık gök ışığını odanın derinliklerine yönlendiren prizmatik paneller, optik özellikleri sayesinde direkt güneş ışığının da kontrolünü sağlamaktadırlar. Kullanılan malzemeye bağlı olarak panellerin verimlilik katsayısı %70-80'lere kadar çıkmaktadır (Okutan, 2008).



Şekil 4.35 Prizmatik panelin ışığı yönlendirişi (Okutan, 2008)

Prizmatik elemanlar, bir tarafı düz diğer tarafı prizmatik olarak yerleştirilmiş olan saydam materyallerden oluşmaktadır. Prizmatik elemanların dişleri farklı açılarda bulunmaktadır. Prizmatik paneller, 1-25 cm incelikte kare paneller veya asitle taşlama yöntemiyle üretilmiş, 1 mm'den ince esnek filmler halinde bulunabilmektedir. Film halindeki kullanımları çift cam arasında uygulamaya izin vermektedir. Prizmatik paneller sabit veya hareketli olabilmekte; pencerelerin içine veya dışına yerleştirilebilmektedir.

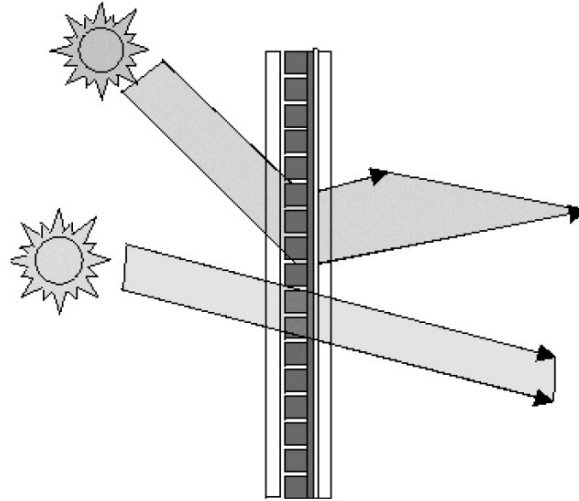
Bu sistemler, gelen ışığın belli bir kısmını engellediği için ortamdaki gün ışığı faktörü değerini düşürmektedir. Yapılan araştırmalar bu sistemin ışık geçirgenlik oranının % 40 olduğunu göstermektedir. Bu durum özellikle kapalı gök koşullarının hakim olduğu bölgelerde sistemin performansını düşürmektedir. Kapalı gök koşullarında güneşin konumundan bağımsız olarak sistemin performansı sabit olup, iç mekanın genel aydınlık düzeyinde yaklaşık %35-40 civarında bir düşüş görülmekte; fakat aydınlığın düzgün dağılımı sağlanabilmektedir. Bununla birlikte kamaşma sorunu çok azdır (Manav ve diğ., 2009).

Açık gök koşullarının bulunduğu bölgelerde ise, iç mekanda pencere çevresindeki bölge prizmatik panel kullanımı ile direkt güneş ışığından korunmaktadır. Engellenen güneş ışığının bir kısmı sistem tarafından tavana

yönlendirilmekte, böylece iç mekanın arka kısımlarındaki bölgelerin aydınlık düzeyinde artış sağlanmaktadır. Genel olarak sistem, direkt güneş ışığını dışarıda bırakarak iç mekanda görsel ve iklimsel konforu sağlamayı amaçlamaktadır (Manav ve diğ., 2009).

Prizmatik panellerin dış ortam görünürlüğü üzerinde de etkisi bulunmaktadır. Manzaranın önemli olduğu durumlarda veya direkt güneş ışığının yansıtılması sırasında kamaşma sorunu olabileceğinden sistemin pencerenin göz hizası üzerindeki üst kısımlarına yerleştirilmesi doğru olacaktır (Okutan, 2008).

- *Lazer Kesim Paneller:* Saydam akrilik bir panel üzerine lazer ile kesikler atılarak elde edilen sistemin amacı, istenmeyen direkt güneş ışığının dışarıda bırakılarak, gün ışığının iç mekana alınmasıdır. Lazer kesim paneller yüksek açıyla gelen ışığı yönlendirirken, normale yakın açıyla gelen ışığı içeriye geçirmektedir (Şekil 4.36). Bu sistem özellikle ekvatorial bölgede güneş ışığından kaynaklanan aşırı ısınma ve kamaşma sorununa çözüm bulmak için geliştirilmiştir (Manav ve diğ., 2009).



Şekil 4.36 Lazer kesim panellerin çalışma prensibi (Manav ve diğ., 2009).

Yaklaşık 3mm-6mm kalınlığında olan paneller, genellikle iki cam bileşen arasına yerleştirilmektedir. Ancak kesikleri bulunan yüzey lamine cam ile korunursa camın dışına da yerleştirilebilmektedir (Okutan, 2008).

Kesikler ışığı yukarıya doğru yönlendirmekte, bu da kamaşmaya neden olabilmektedir. Bu nedenle lazer kesim paneller, pencere sistemlerinde göz seviyesinin altında kullanılmamalıdır. Lazer kesimli paneller üzerinden dış ortam tam net olmasa da görülmektedir (Okutan, 2008).

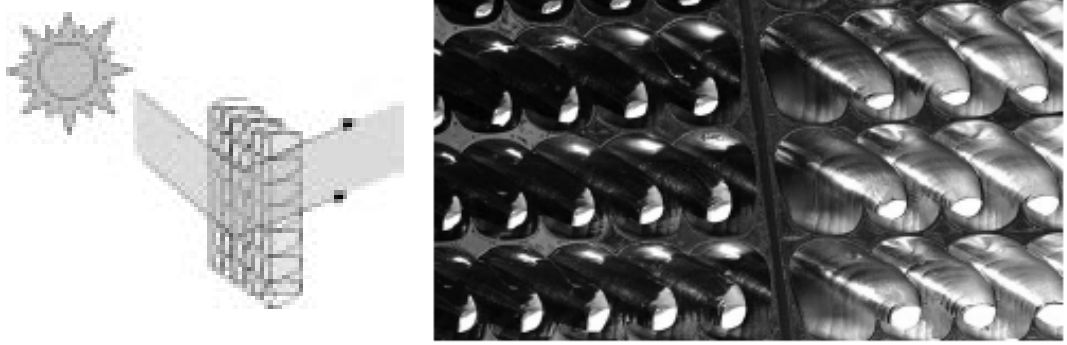
- *Holografik Optik Elemanlar:* Üzerinde holografik ızgara bulunan polimerik bir film tabakasının iki cam panelin arasına lamine edilmesiyle elde edilen elemanlardır. Bu elemanlar üzerlerine gelen direkt gün ışığını yansıtmakta, yayınık ışığı ise bina içine yönlendirmektedir. Yapılan testlerde, holografik optik elemanların kullanıldığı cam sistemlerinin hacimde daha yansıtıcı bir tavan ile birlikte kullanılmasıyla, mekanın derin bölgelerine yayılan ışığın bu elemanlar kullanılmadığı durumlara göre iki kat daha fazla olduğu belirlenmiştir (Manav ve diğ., 2009). Kapalı gök koşullarının hakim olduğu bölgelerde kullanıma uygundur.

Sistem, direkt gün ışığına maruz kaldığı durumlarda renk bozulmasına sebep olduğu için direkt gün ışığı almayan cephede kullanılması gerekmektedir (Okutan, 2008).

Kullanım amacına bağlı olarak bu sistemler pencere dışına düşey konumlandırılabilmesi gibi, cephenin üst kısmında 45° açıyla da yerleştirilebilmektedir (Manav ve diğ., 2009). Gün ışığı simülasyon sistemleri holografik optik elemanların tasarımında yetersiz kalmaktadır. Bu sebepten bu tip elementleri birleştiren sistem tasarımları fiziksel örnekleme teknikleri gerektirmektedir (Okutan, 2008).

- *Anidolik Petekler:* İçi boş reflektörlerden oluşan bu sistemler, yüksek açısal seçiciliğin yanında, direkt güneş ışığı ve kamaşmanın da yönlü kontrolünü sağlamaktadır (Şekil 4.37). Her bir reflektörün içinde ikişer tane üç boyutlu parabolik yoğunlaştırıcı bulunmaktadır. Parabolik yoğunlaştırıcılardan ilki dışarıya yönlendirilmiştir ve yüksek eğim açılı ışığı geri yansıtırken, düşük eğim açılı ışığı sistem içine geçirmektedir. İkinci yoğunlaştırıcı eleman ters yönde yerleştirilir ve yayınık ışığı hacmin iç bölgelerine yönlendirmekle

görevlidir. Kamaşmayı engellemek amacıyla ışık tavana doğru 25 derecelik açıyla yönlendirilmektedir (Ünal ve diğ., 2005)



Şekil 4.37 Anidolik petek sisteminin yapısı (Okutan, 2008)

Anidolik petek sistemleri, uygulamada stor düzeninde veya pencerelerde göz hizası üzerinde sabitlenerek kullanılabilir. Reflektörlere zarar gelmemesi için bütün uygulamalarda sistem çift cam arasına yerleştirilmelidir. Direkt güneş ışığını kontrol ederken, ısıtma-soğutma yüklerini de azaltan bu sistem, çoğunlukla açık gök koşullarına sahip bölgeler için tasarlanmıştır. Fakat kapalı gök koşullarına sahip bölgelerde de kullanılabilirler.

Gelişmiş gün ışığı ile aydınlatma sistemlerinden bir diğeri olan aktif sistemlerde cam elemanların özellikleri üzerlerine düşen gün ışığı miktarına bağlı olarak değişmektedir. Gün ışığı kontrolünde aktif rol alan bu camlar aşağıda belirtilen şekilde sınıflandırılmaktadır.

- *Elektrokromik camlar:* Bu camlar, içinden elektrik akımının geçmesiyle saydamlık oranı değişen elemanlardır. Sıvı kristalli cam parçacıklı elektrokromik camlar, iki cam yüzey arasındaki sıvı kristallerin hareketiyle, saydam bir yüzeyin saydamlık oranının değişmesi ilkesi ile üretilmektedir. İki iletken levha arasına yerleştirilen kristal saydam sıvı elektrik akımı verildiğinde oluşan gerilim nedeniyle harekete geçmekte ve sıvı kristallerin düzenli hale geçmesi ile cam saydamlaşmaktadır. Elektrik akımı kesildiğinde ise kristaller dağınık hale

geçmekte, bu nedenle cam matlaşmakta ve görünürlük kaybolmaktadır. (Manav ve diğ., 2009)

Günümüzde, tungsten trioxide elektrokromik kaplamaların low-e camlarla birlikte kullanıldığı 2 m<sup>2</sup> büyüklüğe kadar üretilebilen çeşitli çift cam pencere sistemleri mevcuttur. Bu tür pencerelerle, konfor ve enerji tasarrufu ile ilgili gereksinmelerin sağlanmasında, cephenin içinde veya dışında herhangi bir güneş kontrol elemanına ihtiyaç duyulmamaktadır. Bu malzemeler, tamamen camlı cepheler için uygundur. Uygulanan voltaja bağlı olarak renkli durumdan orta ve tamamen renksiz hale geçmektedirler. Renkli durumdan renksiz duruma geçmeleri 30 saniye ile 5-10 dakika arasında değişmektedir. Bu geçiş manuel veya bina otomasyon sistemine bağlı olarak gerçekleştirilebilmektedir (Yener, 2007).

- *Gazokromik camlar:* Bu sistemin etkileri elektrokromik camlar gibidir. Cam katmanları arasına camı renklendirmek için hidrojen verilmekte, saydamlığın ilk haline geri dönmesi için de oksijenle birleştirilmektedir. Film kalınlığının ve hidrojen konsantrasyonunun değişimi ile renklenme özellikleri değişmektedir. Camların renklenme süresi 20 saniye, berraklaşma süresi ise 1 dakikadan azdır (Yener, 2007).
- *Termokromik camlar:* Bu camların geçirgenliği sıcaklığa bağlı olarak değişmektedir. Eleman, cam katmanları arasına yerleştirilen bir tür jel kullanılarak oluşturulmaktadır. Termokromik camlar, soğukta saydam haldelerken, sıcaklık arttıkça saydamlıkları azalmakta ve yansıtıcı özellikleri artmaktadır. Bu durumda camdan gelen görüntü bulanıktır. Değişimin sınırının sabit olması dezavantajdır (Yener, 2007).
- *Fotokromik camlar:* Bu camların ışık geçirgenliği, üzerine gelen ışık miktarına bağlı olarak değişmektedir. Harmandan renkli camlarda ışık geçirgenlik özelliği sabitken, fotokromik camlar ultraviyole veya kısa dalga boylu görünür ışığa maruz kaldığında ışık geçirgenliği azalmakta, yutuculuk artmakta ve bulutlu bir görüntü oluşmaktadır (Sev ve diğ., 2004). Bu değişimin sınırı sabittir. Kızılötesi

ışınların geçirimi azaltılmadığından sistem ısı kazancını etkilememektedir (Yener, 2007).

Bu camlar yaz ve kış aylarında otomatik olarak renk değiştirmekte ve kendi kendine ısınmaktadır. Kamaşmanın önlenerek görsel konforun sağlanması açısından uygun olan bu sistemin diğer avantajları, çok dayanıklı olmaları ve kimyasallara karşı direnç göstermeleridir.

Gelişmiş gün ışığı ile aydınlatma sistemlerinin yenileme projelerinde kullanımına karar verilmeden önce seçilen bazı sistemlerin, kurulum ve bakım açısından maliyetli sistemler olduğu göz önüne alınmalıdır. Bu sistemlerin daha genele yayılabilmesi için projelerde bilinçli şekilde kullanılmaları ve yaygın satışlarla birim maliyetlerinin düşmesi gerekmektedir (Okutan, 2012).

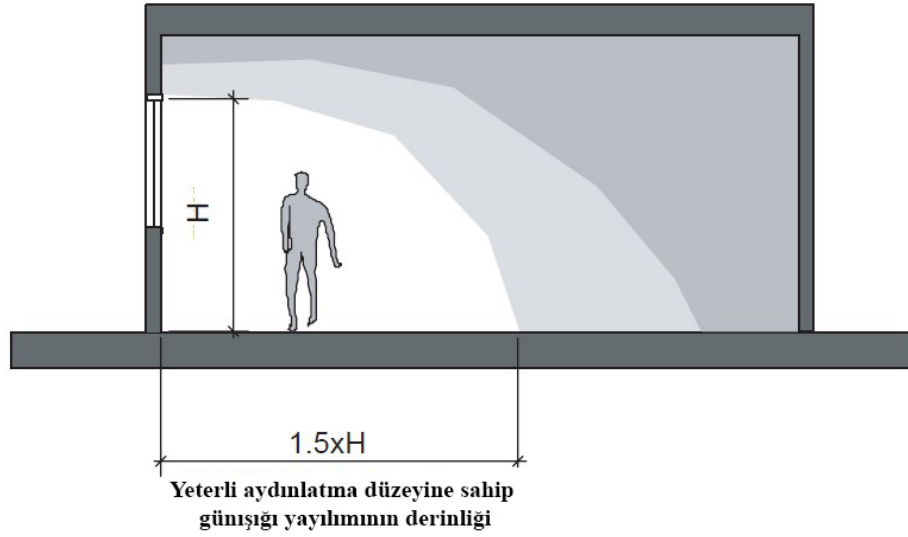
#### 4.4.2.2 Çerçevelerde Kullanılan Teknikler

Yenileme çalışmalarında kullanılacak gün ışığı yönlendirme sistemlerinden biri de ışık rafı sistemidir. Pencereyi alt ve üst bölümlere ayıran ışık rafları, üzerine düşen direkt gün ışığını içeriye yansıtarak, iç mekanda pencereye uzak bulunan bölgelerin aydınlanmasını sağlamaktadır (Kazanasmaz, 2009). Işık rafları genellikle yüksek tavanlı binalarda, göz seviyesinin üzerine yerleştirilmektedir. Pencerenin alt kısmı dış görüşü sağlarken, üst kısmından mekan içine ışık almaktadır. Pencerenin iç veya dış yüzeyinde, yatay veya yataya yakın elemanlar şeklinde düzenlenen ışık rafları, cepheyle bütünleşen elemanlar olabilecekleri gibi sonradan monte edilen elemanlar da olabilmektedirler (Yener, 2007) (Şekil 4.38).

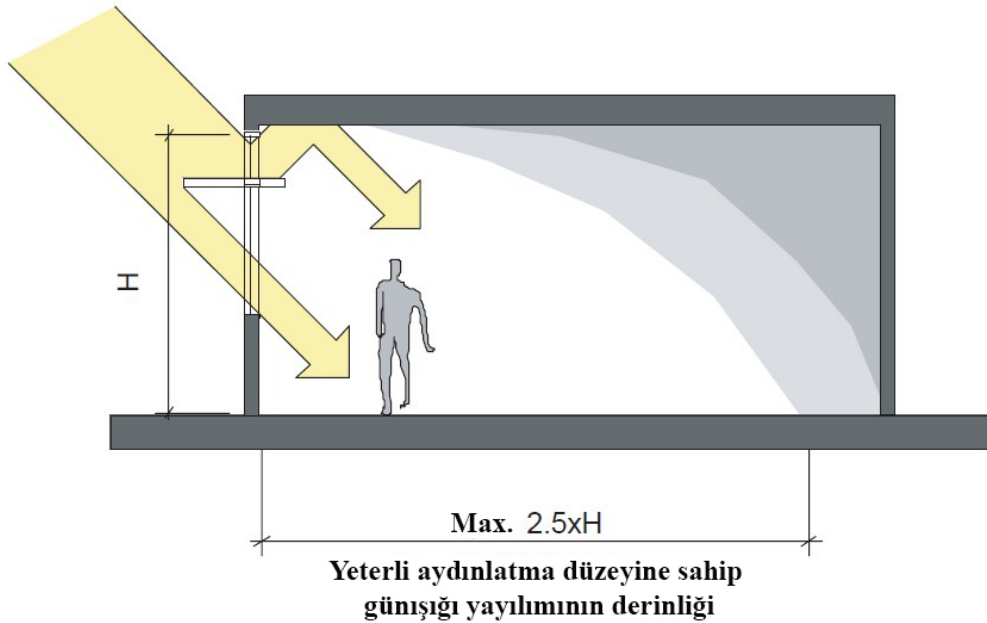


Şekil 4.38 Işık rafı sistemi içeren pencere modülü (URL-30)

Pencereler gibi çevresel aydınlatma sistemleri gün ışığını mekanın yaklaşık 4.5 m kadar içerisine alabilmektedir (Mulder, 1995) (Şekil 4.39). Ancak ışık rafı sistemi gibi geliştirilmiş tekniklerle gün ışığının mekan içindeki yayılımını arttırmak mümkündür. Bu sistem sayesinde güneşli bir günde binanın güney cephesinin çevresel aydınlanma aralığı yaklaşık 7.6 m olabilmektedir (Mulder, 1995) (Şekil 4.40).



Şekil 4.39 Bir pencere sisteminde yaklaşık gün ışığı yayılımı (Robertson, 2002)



Şekil 4.40 Işık rafı kullanılarak sağlanan gün ışığı yayılımı (Robertson, 2002)



Işık rafı sistemleri kamaşma probleminin kaynağı olan, istenmeyen direkt güneş ışığının iç mekana girmesini engellemektedir. Işık rafları sayesinde güneş ışığı tavana yansıtılmakta, böylece kamaşma önemli ölçüde azalmakta ve mekan içindeki ışık yayılımı artmaktadır (Mulder, 1995). İç mekana giren ısı miktarını da azaltan ışık rafları, iç mekandaki gün ışığı seviyesi arttırmaz, ancak aydınlık seviyesini yayarak hem görsel hem de termal açıdan daha konforu bir iç mekan sağlanmış olurlar (Okutan, 2012).

Işık rafının derinliği ve cam yüzeyindeki yüksekliği enlem ve iklimsel verilere dayanarak belirlenmelidir. Ayrıca mekanın derinliği ve yönü de tasarımda etkili olmaktadır. Işık rafları yüksek güneş açılarında daha verimli çalışmaktadır. Düşük açılarda rafların, gün ışığı yakalamak için, iç mekana doğru genişletilmesiyle verimliliği artırılabilir (Mulder, 1995). Genelde yaz mevsiminde ışık rafına doğrudan gün ışığı alımı istenmeyen bir durumdur. Düşük enlemlerde iç ışık rafının boyu üstten gelen direkt güneş ışığını engelleyecek kadar uzatılabilir. Dış ışık rafının boyu ise pencerenin gölgelenmek istenen alanına bağlı olarak uzatılmalıdır. Bu sistemle pencereye yakın olan kısımda gölgeleme yapmak mümkün olsa da kendi başına ışık rafı etkili bir gölgeleme elemanı olarak görülmemelidir (Okutan, 2012). Direkt güneş ışığı alımının çok olduğu, güneye yönlendirilmiş, derin hacimli ve yüksek tavanlı binalarda sistemden en iyi verim sağlanmaktadır (Yener, 2007).

#### **4.5 YANGIN GÜVENLİĞİNİ ARTTIRMAK İÇİN KULLANILAN TEKNİKLER**

Büyük boyutlu ve kontrolsüz yanma olarak tanımlayabileceğimiz yangın, cephelerde çeşitli etkenlere bağlı olarak gelişmekte ve yayılmaktadır. Cephelerin yangından korunması ile ilgili teknikleri belirlemeden önce bu etkenleri incelemek doğru güvenlik stratejisini oluşturmak açısından önemlidir.

Yangın olayının oluşması için yangın üçgeni birleşenleri olarak bilinen, yanıcı madde, ısı ve oksijenin ortamda bulunması gerekmektedir. Yangının gücü; yanıcı madde ve oksijen arasında hızlı bir şekilde meydana gelen, ısı ve ışık yaratan, reaksiyonlar dizisinden oluşan yanma olayının şiddetine bağlı olan bir değişkendir

(Özgünler, 2013). Yanma olayının şiddetini etkileyen en önemli faktör yanıcı maddenin cinsi ve miktarıdır. Buna bağlı olarak yangının türü ve gücünü yanmakta olan malzemenin cinsine göre değişebileceği görülmektedir. Yanan maddenin cinsi bilindiğinde yangına karşı alınacak önlemler daha etkili olacaktır.

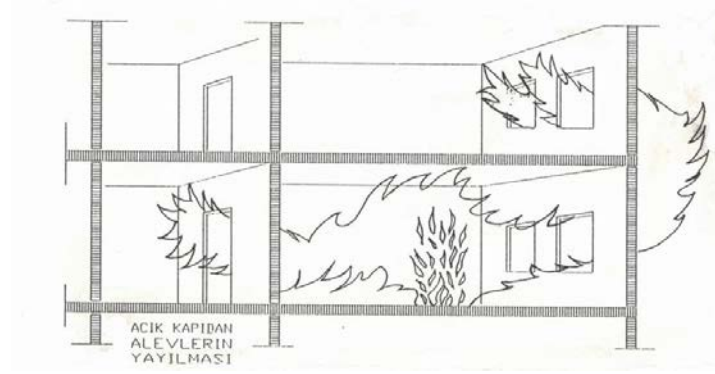
Yangın olayının başlangıcının engellenemediği durumlarda, yangının yayılımı kontrol altına alınarak vereceği zarar en aza indirilmeye çalışılmalıdır. Binalarda yangının yayılımı, ısı enerjisinin sıcaklıkları farklı iki malzeme arasındaki geçişi (ısı transferi) etkisiyle, yanmakta olan malzemelerin diğer malzemeleri tutuşturmasıyla gerçekleşmektedir. Maddeler arası ısı transfer çeşitleri Bölüm 4.1’ de tanıtılmaktadır.

Isı transfer çeşitlerini yangının yayılımı açısından incelediğimizde, özellikle bitişik nizamdaki binalarda ve daireler arasında yangının yayılmasında iletim yoluyla ısı transferinin etkili olduğu görülmektedir. Yangınlarda, taşınım yoluyla ısı transferi olayında taşıyıcı genelde rüzgarın da yardımıyla güçlenen havadır. Çoğu yerleşmede yangınlar, rüzgarın taşıdığı yanan malzemelerin veya çok sıcak gazların, komşu binaların cephe veya çatısındaki yanıcı malzemeleri tutuşturmasıyla yayılmaktadır.

Yangın yayılmasını etkileyen ısı transferi çeşitlerinden en etkilişi ışıdır (Özgünler, 2013). Işımanın etkisi belirgin olarak uzaktaki binaların ışımayı alan yüzeylerindeki yanıcı malzemelerin tutuşması ile görülür. Örneğin, yanan bir binanın cephesindeki alevlerden yayılan ışımanın şiddetine bağlı olarak oldukça uzak mesafelerdeki binaların cephelerindeki yanıcı malzemeler tutuşabilmektedir.

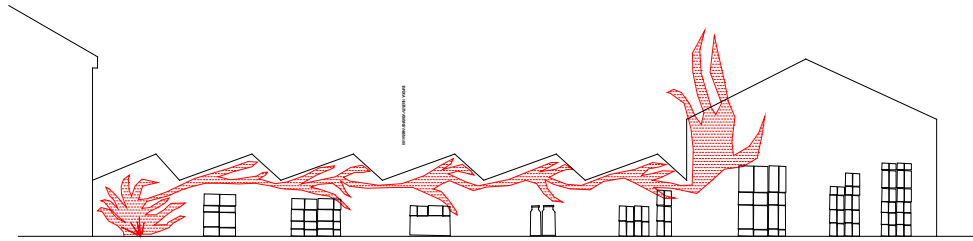
Yangın önlemlerinin alınmasında etkili diğer bir konu, olası yangın kaynağının belirlenmesidir. Bir binanın cephesi (dış kaplaması) dört farklı kaynağa bağlı olarak tutuşabilmektedir. Bunlar;

- Bina içerisindeki bir mahalde meydana gelmiş olan bir yangından çıkan alev ve sıcak hava akımının cephedeki duvar boşluklarından dış cepheye geçmesi, cephe dış yüzeyini yalayarak yükselmesi ve bu sırada dış cephe elemanlarının tutuşma sıcaklığına gelmesi yoluyla tutuşma (Şekil 4.41).



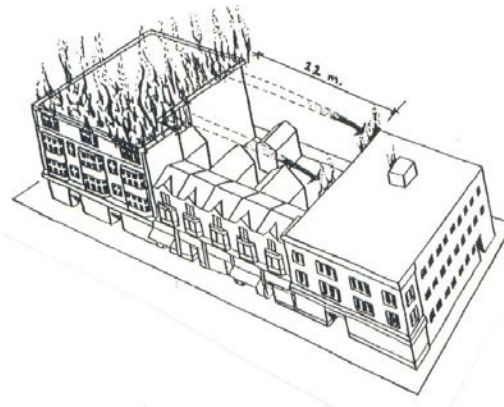
Şekil 4.41 Yangın anında alevlerin pencere boşluklarından yükselerek üst katlara yayılması (Özgünler, 2013).

- Yakında bulunan bir yangında meydana gelen ısının ve yanan küçük parçacıkların taşınım yoluyla cepheye ulaşması ve bu sırada yapı dış cephe elemanlarını tutuşturması (sıçrama) yoluyla tutuşma (Şekil 4.42).



Şekil 4.42 Bir fabrika binasında taşınım yolu ile alevlerin yayılması (Özgünler, 2013)

- Belli bir uzaklıkta bulunan bir yangında meydana gelen ısının radyasyon yoluyla cephe elemanlarına ulaşması ve bu nedenle cephe elemanlarının tutuşma sıcaklığına gelmesi yoluyla tutuşma (Arpacıoğlu, 2004) (Şekil 4.43).



Şekil 4.43 Yangının ısı yayılımı yolu ile yayılması (Özgünler, 2013)

•Cephede yapılan bir çalışma anında oluşan ısı ve/veya kıvılcım nedeniyle meydana gelen tutuşmadır (Özgünler, 2013).

Yangının ne zaman, nerede ve ne şekilde meydana geleceği önceden tahmin edilemeyeceğinden, binalarda yangın güvenliğini sağlamak için çeşitli önlemler alınmaktadır. Binalarda uygulanan yangın güvenlik önlemleri, aktif ve pasif güvenlik önlemleri olarak iki grupta incelenmektedir. Aktif güvenlik önlemleri, yangın süresince işlevi olan ve yangının çıktığı anda aktifleşen sistemlerdir. Bunlar insanların güvenli bir şekilde tahliye edilmesi ve yangının söndürülmesine kadar geçen süreçte alınacak olan önlemleri kapsamaktadır. Aktif güvenlik önlemleri; yangın algılama ve uyarı sistemleri, duman kontrol sistemleri, yangın engelleme ve söndürme elemanları ve itfaiye yaklaşımı ve erişimi olarak 4 başlıkta incelenmektedir (İplikçi, 2006). Aktif güvenlik önlemleri binalarda yapısal bir değişiklik getirmediği için bu çalışma kapsamına alınmamaktadır.

Binalarda yangın güvenliğini sağlamak için kullanılan diğer bir yöntem olan pasif güvenlik önlemleri, binada kalıcı işlevi bulunan, binanın tasarım aşamasından başlayarak ele alınan ve bina inşaatında uygulanan önlemlerdir. Pasif yangın güvenlik önlemleri, binanın yerleşim yerinden, binadaki pencere büyüklüklerine, mekanların birbirlerine göre konumlandırılmasına, malzeme seçimine, bina çıkışlarının ve kaçış noktalarının boyut ve özelliklerine kadar pek çok tasarım değişkenini etkileyen önlemlerin toplamıdır. Binalarda pasif yangın güvenlik önlemleri uygulanarak aşağıda belirtilen hedeflerin sağlanması amaçlanmaktadır (Başdemir ve Demirel, 2010);

- Zehirleyici gaz ve dumanın bina içinden uzaklaştırılması
- Yangından kaçış rotasının, merdivenlerin, toplu buluşma alanlarının ve kolayca algılanabilecek kaçış yollarının planlanması
- Binada yangın geçirimsiz bölümlerin sağlanması
- Yanıcı olmayan ya da tutuşma ısı yüksek, zehirli gaz ya da duman çıkarmayan yapı malzemelerinin kullanılması
- Taşıyıcı sistemin yüksek sıcaklıklara dayanması

Cephelerde yangın güvenliğinin sağlanması amacıyla bu çalışma tanıtılacak olan teknikler, pasif yangın güvenlik önlemleri kapsamına girmektedir.

#### **4.5.1 Duvarlarda Kullanılan Teknikler**

Bir yangının evre binalara ve bina bütününe yayılmasını engelleyerek, oluşacak can ve mal kayıplarının sınırlandırılmasında binanın dış kabuğunun yangından korunmasının önemi büyüktür. Araştırmalarda cephe elemanlarının yangınların yayılmasında etkin rol üstlendikleri gözlemlenmiş, yangına karşı korunmaları gerektiği belirlenmiştir. Çoğu binada cephe alanının büyük bölümünü dış duvarlar oluşturduğundan cephelerde yangın güvenliğinin sağlanmasında duvarlarda alınacak pasif yangın güvenlik önlemleri önem kazanmaktadır. Ayrıca duvarların yüzeylerinin çok uzun olması ve korunmasız olmaları yangın dayanımlarını olumsuz yönde etkilemektedir.

Cephelerde alev ve yangın yayılmasına karşı alınabilecek asgari önlemler yürürlükte bulunan Binaların Yangından Korunması Hakkındaki Yönetmelik'in (BYKHY) (2007) 27. maddesi ile belirlenmektedir. Buna göre;

“Dış cephelerin, yüksek binalarda zor yanıcı malzemeden ve diğer binalarda ise en az zor alevlenici malzemeden olması gerekir. Cephe elemanları ile alevlerin geçebileceği boşlukları bulunmayan döşemelerin kesiştiği yerler, alevlerin komşu katlara atlmasını engelleyecek şekilde döşeme yangın dayanımını sağlayacak süre kadar yalıtılır. Alevlerin bir kattan diğer bir kata geçmesini engellemek için iki katın pencere gibi korumasız boşlukları arasında, düşeyde en az 100 cm yüksekliğinde yangına dayanıklı cephe elemanıyla dolu yüzey oluşturulur veya cephe iç kısmına en çok 2 m aralıklarla cepheye en fazla 1.5 m mesafede yağmurlama başlıkları yerleştirilerek cephe otomatik yağmurlama sistemi ile korunur.”

BYKHY (2007), Yapı Elemanlarının Yangına Dayanım (Direnç) Süreleri ve Bina Kullanım Sınıflarına Göre Yangına Dayanım (Direnç) Süreleri ile ilgili de standartlar içermektedir. Aynı yönetmelikte yüksek bina cephelerinde kullanılacak malzemeler için A1 ve A2 sınıfı, diğer binalar için ise B ve C sınıfı malzeme kullanımı

önerilmektedir. Yapı malzemeleri için yanıcılık sınıfları BYKHY Ek 2' de verilmektedir.

Cephede yangın yayılımının, kullanılan malzeme ve cephe geometrisi ile ilişkili olduğu bilinmektedir (Şekil 4.44). Dış duvarlarda yanıcı malzemelerin kullanımı birçok ülkede yapı standartlarıyla sınırlandırılmıştır. BYKHY'nin 27. maddesi de yangınla mücadelede başvurulan ilk yöntem olan malzeme kontrolünü önermektedir. Buna bağlı olarak duvar kuruluşunda kullanılan malzemelerin seçimi önem taşımaktadır. Şunu belirtmeliyiz ki, yanmaz olarak nitelendirilebilecek bir malzeme bulunmamaktadır; ancak yüksek sıcaklığa dayanıklı malzemeler vardır. Önemli olan yanma süresinin geciktirilmesi ve bu süre içinde alınacak önlemlerle yangının söndürülmesidir (Eriç, 2002) Yangın riskinin olduğu yerlerde, yangına karşı direnci yüksek malzemeler kullanmak kaçınılmaz bir durumdur.



Şekil 4.44 Cephe kaplamasının yanıcılığı ve cephenin geometrik yapısı nedeniyle oluşan baca etkisinin yangını destekleyerek üst katlara yayması sonucu oluşan tahribat, Knowsley Heights, Liverpool, 1991, (Arpacıoğlu, 2004).

Duvar kuruluşunda kullanılan malzemenin duvarın yangın davranışı bakımından önemi nedeniyle, aşağıda belirtilen risk faktörlerinin malzeme seçiminde dikkate alınması gerekmektedir (Arpacıoğlu, 2004).

•**Yangın yükü:** Bölüm 3.2.2.5'te tanımlanan yangın yükü, binada kullanılan yanıcı malzemelerin miktarıyla ilgilidir. Yanıcı malzemelerin kullanımı binanın yangın yükünü, dolayısıyla yangın riskini arttıracığından tercih edilmemelidir.

•**Tutuşma kolaylığı:** Kolay tutuşan malzemeler yangının yayılmasını hızlandırmaktadır. Bu nedenle kullanılacak malzemelerin kolay tutuşabilir olmamasına dikkat edilmelidir.

•**Duman ve zehirli gazların oluşumu:** Yangın esnasında yanan malzemelerin oluşturduğu duman ve zehirli gazlar müdahaleyi zorlaştırmakta ve insan hayatını tehdit etmektedir. Yapı malzemesi seçiminde, malzemelerin yanma durumunda duman ve zehirli gaz çıkarmayacak türden olmasına dikkat edilmelidir.

• **Yangın dayanıklılığı:** Yapı bileşeni ya da elemanın, yük taşıma, bütünlük ve yalıtıcılık özelliklerini belirli bir süre koruyarak yangına dayanması gerekmektedir. Duvarlarda bu özellikleri mümkün olduğunca uzun süre koruyan, yani yangın dayanımı yüksek malzemeler kullanılmalıdır.

Mevcut bir binanın dış duvarlarında yangın güvenliğini arttırmak için önce duvarda kullanılmış olan malzemeleri yukarıda belirtilen kriterlere göre değerlendirmek gerekmektedir. Özellikle cephelerde kullanılan inorganik esaslı ısı yalıtım malzemeleri yangın açısından önemli risk oluşturmaktadır. Hammaddesi petrol türevleri olan bu malzemeler kolay tutuşma eğilimindedir (Tablo 4.6). Eğer duvar bileşeninde yangın riskini arttıran bir malzeme kullanılmışsa değiştirilmeli; değiştirmenin mümkün olmadığı durumlarda çeşitli kaplamalar ya da yangın yalıtım malzemeleriyle duvar yüzeyi korunmalıdır.

Tablo 4.6 Türlerine ve yangın dayanımlarına göre ısı yalıtım malzemeleri (İplikçi, 2006)

Malzeme		Hammadde	Kullanım Yeri	Kullanım Amacı	Yangına Dayanım Sıcaklığı (°C)
İnorganik (Mineral Kökenli) Yalıtım Malzemeleri	Camyünü	Kum, soda, boraks vb.	Yapı, araç, tesisat sanayi	Isı ve ses yalıtımı	Bağlayıcısız 550, Bağlayıcılı 250
	Taşyünü	Bazalt kayası	Yapı, araç, tesisat sanayi	Isı ve ses yalıtımı, yangın durdurucu	Bağlayıcısız 750-1000, Bağlayıcılı 650
	Perlit	Volkanik kaya	Yapı	Isı yalıtımı	1200
Organik (Sentetik Kökenli) Yalıtım	EPS	Petrol türevi	Yapı	Isı yalıtımı	75
	XPS	Petrol türevi	Yapı	Isı yalıtımı	75
	Poliüretan	Petrol türevi	Yapı	Isı yalıtımı	110-120
	Polietilen	Petrol türevi	Yapı	Isı yalıtımı	105

Cephe duvarlarının yangın yalıtımında, yüksek ısı etkisinde dahi yanmazlık özelliği taşıyan, duvar sistemine yangın sırasında belirli süreler için sağlaması gereken, yük taşıma, yalıtım, bütünlük gibi özellikleri kazandıran yalıtım malzemeleri tercih edilmelidir. Bu malzemeler, yanmaz (A sınıfı) ve ısı geçişine yüksek direnç gösteren malzemelerdir. Binalarda yangın yalıtımı amacıyla kullanılan malzemelerin başlıcaları; camyünü, taşyünü, alçı panolar, lifli çimento panolar, seramik yünü, perlit, vermikülit, camköpüğü, kalsiyum silikat, özel mastikler, ısı ile genişleyen özel boyalar, özel kapı ve cam fitilleridir (Şekil 4.45, Şekil 4.46). Yalıtım malzemelerinin tespitinde plastik türevi tespit elemanları yerine ısı artışına daha dayanıklı olan metal elemanlar tercih edilmelidir (Gür, 2007). Bu malzemeler sadece cephe duvarlarında değil, binaların taşıyıcı sistemlerinde, çatılarda, döşemelerde, kapı ve camlarda, derzlerde, boru ve havalandırma kanalı geçişlerinde, şaftlarında, elektrik tavaalarında, kaçış yollarında etkin olarak kullanılmaktadır (URL-14).



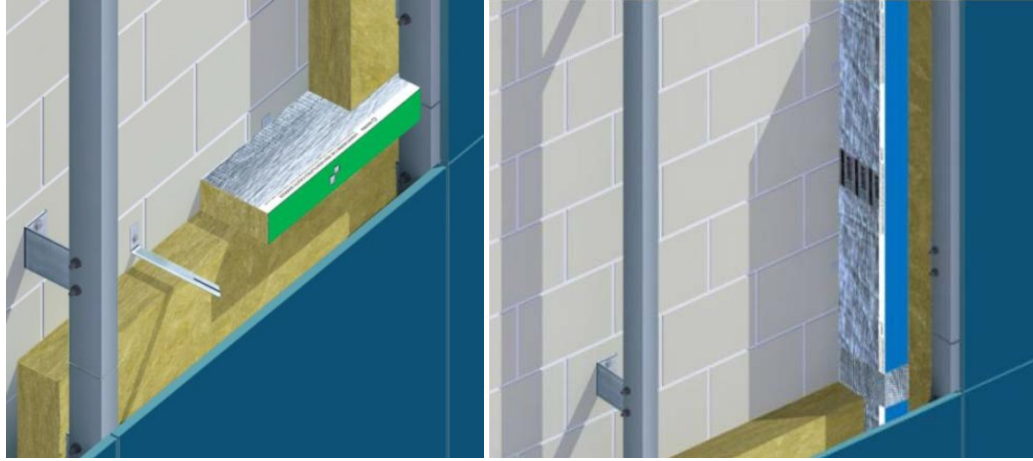


Şekil 4.45 Kapalı hücreli poliüretan köpük uygulaması (URL-31)



Şekil 4.46 Taşyünü yalıtım malzemesi uygulaması (URL-32)

Yangın yalıtım malzemesinin, tüm dış duvar yüzeyinde kullanılmadığı durumlarda, yangının yayılımını ve dumanın geçişini önlemek üzere kat döşemesi ile cephe arasında yangın kesici bariyerler olarak uygulandığı durumlar da mevcuttur (Şekil 4.47). BYKHY (2007) dış cepheyi oluşturan duvar bütününe özellikle döşeme hizalarında en az REI30 (R: yük taşıma kapasitesi, E: bütünlük, I: yalıtım, 30: dayanım süresi, dakika) olacak şekilde yangına dayanımlı olması gerektiğini belirtmektedir. Bu süre fonksiyon, yükseklik gibi parametrelere bağlı olarak yönetmeliğin EK-3 bölümünde öngördüğü şekilde arttırılmaktadır.



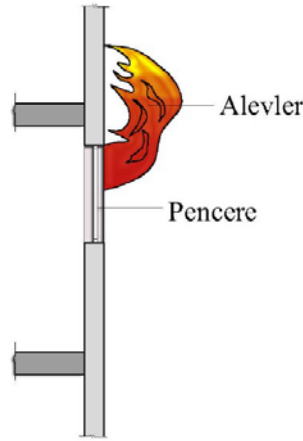
Şekil 4.47 Giydirme cephe ile duvar arasında yatayda ve düşeyde düzenlenmiş yangın bariyerleri (URL-33)

Mevcut binalarda cephe kaplama sistemleriyle de yangın güvenliğini sağlamak mümkündür. Dış duvarlarda cephe kaplaması kullanımı halinde kaplama malzemesinin yangına dayanımının test edilmiş olması gerekmektedir. Kaplama malzemelerinden beton ve tuğla gibi malzemeler, metallere göre daha az ışıma ile ısı iletilirler; bu sebepten yangın güvenliğini sağlama açısından daha etkilidirler. Bazı durumlarda kaplama malzemesinin altında yangın geciktirici yalıtımlar kullanılsa dahi, duvar yüzeyinde kullanılan buhar kesiciler ve kaplamaların ek yerlerinde kullanılan contalar gibi yanıcı malzemeler yangın güvenliğini tehdit edebilmektedir (İplikçi, 2006). Bu nedenle, cephe kaplama detayları dikkatli bir şekilde incelenmeli ve kaplama malzemelerinin birleşim yerlerinde kullanılan malzemelerin de yanmaz özellikte olmasına dikkat edilmelidir. BYKHY’de iskelet taşıyıcılı sistemlerde cephe elemanlarını taşıyan tüm sistemin en az REI30 olacak şekilde yangına dayanımlı olması gerektiği belirtilmektedir (Özgünler, 2013). Bu süre fonksiyon, yükseklik gibi parametrelere bağlı olarak yönetmeliğin öngördüğü şekilde arttırılmaktadır.

BYKHY’de çift cidarlı duvarlarda alınması gereken yangın güvenlik önemleri de tanımlanmaktadır. Buna göre, çift cidarlı duvarlarda havalandırma boşlukları; yüksek konutlarda en az 3 katta bir, diğer fonksiyon gruplarında her kat döşeme hizasında yangına dayanıklı (EI30) malzemeler ile yalıtılmalı, alev ve duman geçişi

engellenmelidir (Özgünler, 2013). Bu süre fonksiyon, yükseklik gibi parametrelere bağlı olarak yönetmeliğin EK-3 bölümünde öngördüğü şekilde arttırılmalıdır.

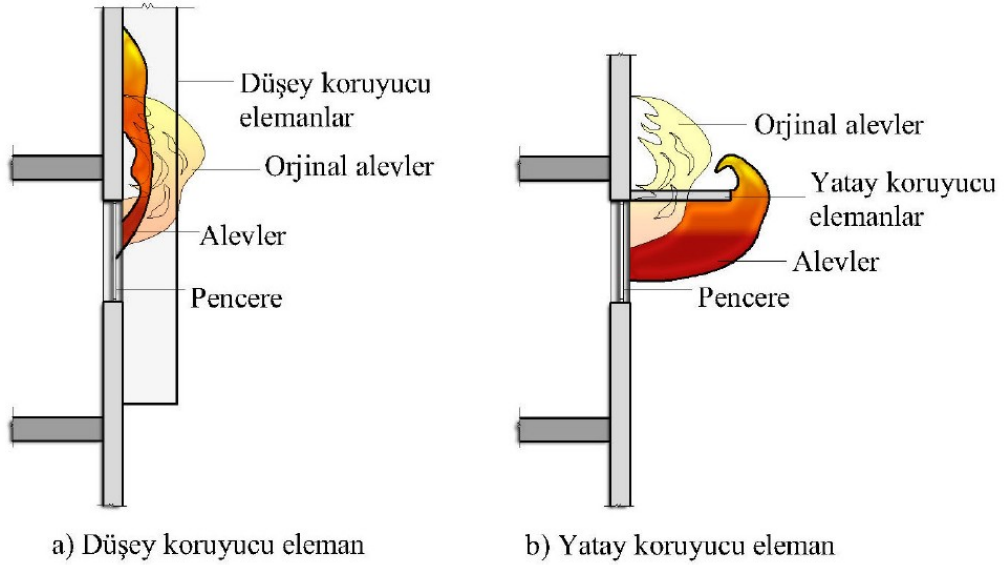
Yangın, bina cephelerinde aşağıdan yukarıya doğru yayılmaktadır. Kırık bir camdan veya açık bir kapıdan çıkan alevler, yukarıya doğru kıvrılıp cephe duvarına ve üst kat penceresine doğru ulaşma eğilimi göstermektedir (Şekil 4.48). Yangının üst katlara ulaşmasını engellemek için pencerelerin çevresinde yatayda ve düşeyde engeller tasarlanabilmektedir. Özellikle yangına en az 30 dakika dayanıklı özel pencereler kullanılmadığı takdirde, cephede en az 50 cm çıkıntılı yatay alev itici nervürler düzenlenmelidir.



Şekil 4.48 Pencereden cephe yüzeyine ateş ve ısı yayılımı (İplikçi, 2006)

Binalarda cephe tasarımının yangına etkileri üzerinde yapılan bir laboratuvar çalışmasında, pencerelerin çevresine yatay ve düşey paneller yerleştirilerek yangın durumunda alevlerin seyri gözlemlenmiştir (İplikçi, 2006). Buna göre, bina dış yüzeyindeki elemanları dikey elemanlarla sınırlamak, tutuşma bölgesinde bulunan alevlerin duvarın çok daha yukarısına ulaşmasına ve ısının geri beslemesine neden olmaktadır (Şekil 4.49-a). Pencere üzerine yerleştirilen yatay eleman ise alevleri duvar yüzeyinden uzaklaştırmakta ve yangının pencere üzerinden yayılmasını önemli ölçüde engellemektedir (Şekil 4.49-b). Bu çalışmadan hareketle cephelerde kullanılan güneş kırıcı, gölgelik gibi yatay elemanların, yangına dayanıklı

malzemelerden olmaları şartıyla, cephelerde yangın korunumuna katkıda buldukları söylenebilmektedir.



Şekil 4.49 Düşey ve yatay engellerin ısı ve alev yayılımına etkileri a) Düşey koruyucu eleman b) Yatay koruyucu eleman (İplikçi, 2006)

#### 4.5.2 Pencereelerde Kullanılan Teknikler

Pencereler, ışınım yoluyla yangını çevre binalara yaymaları, cephedeki yapısal elemanların yangın dayanımını azaltmaları, yangının binanın dış yüzeyine yayılmasını sağlayarak yangını üst katlara taşınmaları nedeniyle binaların yangın güvenliğinde olumsuz rol oynamaktadırlar. Bu nedenle pencere sisteminde kullanılan cam, çerçeve ve bunların diğer cephe elemanlarıyla birleşim detayları önemli olmaktadır. Pencereelerde, çerçeve ve camların yangına maruz kalmayan diğer yüzeylerine doğru olan ısı geçişine gösterdikleri direnç yalıtım özelliklerini belirtmektedir (İplikçi, 2006). Binanın yangın yüküne bağlı olarak belirlenen sıcaklıkta, tüm pencerelerin yangını kontrol altında tutacak yalıtım değerine sahip olması gerekmektedir.

#### 4.5.2.1 Cam Ünitelerinde Kullanılan Teknikler

Gerekli yangın yalıtımına sahip olmayan cam üniteleri, yangının başlangıç aşamasında kırılarak çerçevelerinden ayrılmakta, duvar boşluğundan çıkan alevler nedeniyle de yangının yayılmasına sebebiyet vermektedirler. Yangın durumunda camlar kaçınılmaz olarak kırılmaktadır. Ancak bu durumun mümkün olduğunca geciktirilmesi, mümkünse kırılma durumunda camın dağılarak çerçeveden ayrılmaması yönünde önlemler alınmalıdır.

BYKHY’de yangın duvarlarında bırakılacak kapı ve pencere gibi boşlukların en az yangın duvarının yarısı kadar yangın geciktirici özellikte olmaları gerektiği belirtilmektedir. Yalıtılmış camlar; yönetmelikçe dış duvarlarda 100 cm olarak önerilen, pencere ve dolu duvar arasındaki güvenli mesafeye uyulmadığı durumlarda kullanılmak zorundadır.

Yangın nedeniyle camın kırılması, farklı ısı dalgalarının cama çarpması sonucu camın karşı koyamayacağı kadar yüksek termal basınçların oluşması nedeniyle meydana gelmektedir. Deneysel sonuçlarda camın kırılma sıcaklığının 70-200 °C arasında değiştiği belirlenmiştir. Camın kırılmasının ortalama olarak 100 °C’de gerçekleştiği düşünüldüğünde, yangın esnasında camın bu sıcaklığa ulaşarak kırılması yaklaşık 12-13 dakika almaktadır (İplikçi, 2006).

Mevcut binalarda çokça kullanılan düz cam yangına tepki vermesi açısından A1 sınıfı yanmaz malzeme olmasına rağmen yangın direnci çok iyi değildir. Bu cam türü, iki yüzü arasında oluşacak 40 santigrat derecelik sıcaklık farkı ile kırılmaktadır (Pilkington, 2010). Sıradan lamine güvenlik camlarının yangın direnci de düz camdan farklı değildir. Yaklaşık 250 santigrat derecede cam plakaları bir arada tutan polivinil butiral (PVB) folyo eridiğinde sıradan lamine cam kırılmaktadır. Standart sertleştirilmiş cam yüksek sıcaklıklara ve sıcaklık farklarına daha dirençli olsa da genellikle 300 santigrat derecenin üzerindeki sıcaklık farklarına dayanmamaktadır (Pilkington, 2010).

Camların yangın dayanımı ile ilgili problemin çözümünde 3 yaklaşım bulunmaktadır. Bunlar;

1. Camın kırılması durumunda bile bütünlüğünün bozulmayacağı bir mekanizmayla camın kontrol altına alınması (telli cam).
2. Yangın sonucu ortaya çıkan basıncın camı kırmaya yeterli olmayacak kadar düşük olabilmesi için camın termal genişleme katsayısının düşürülmesi. Başka bir deyişle termal basıncın camı kırmaması için camın güçlendirilmesi.
3. Çift cam kaplama sistemlerinin termal farklılıkları mümkün olduğunca düşürebilecek şekilde tasarlanmasıdır.

Mevcut bina cephelerinde yangın güvenliği cam ünitelerinde yangın yalıtımlı camların kullanımı ile sağlanabilmektedir. Duvar boşluklarında yangın yalıtımı için kullanılan cam üniteleri TS EN 1363-1 ve 1364-1 standartlarına göre test edilmekte ve TS EN 13501-2 standartlarına göre E (Bütünlük), EW (Bütünlük ve Radyasyon azaltma) ve EI (Bütünlük ve Yalıtım) olarak sınıflandırılmaktadır (URL-34).

E sınıfı camlar, yangın alevi ve yangın sırasında ortaya çıkan gaz ve dumanın geçişini kırıldıktan sonra dağılmayarak belli bir süre ertelerler. Yangın esnasında cam şeffaflığını korur. Telli buzlu, telli polisajlı camlar ve borosilikat camlar bu sınıfa örnektir.

EW sınıfı camlar, bünyelerindeki ısı yansıtıcı kaplama sayesinde, yangın alev ve dumanına ek olarak yangın sırasında oluşan radyan ısının diğer tarafa geçişini de kontrol etmektedirler.

EI sınıfı camlar, yangın alevi ve dumanına ek olarak yangın ısısının geçişini de geciktirirler. Özel dolgulu ve çok katmanlı olan bu camların yaklaşık 120°C sıcaklığa kadar saydam kalan ara dolguları, yangın ısı karşısında köpürerek genişmekte ve opaklaşmaktadır.

Yangın camlarının performans ve dayanım süreleri uygun doğrama ve montaj malzemeleri ile beraber akredite laboratuvarların test raporlarıyla sertifikalanmış olmalıdır.

#### 4.5.2.2 Çerçevelerde Kullanılan Teknikler

Çerçeveler yangın geciktirici özellikleri açısından önemli birer unsurdur. Pencerelerin yangın dayanımında sistemin bütünlüğü açısından cam ünitelerinin yangın davranışı kadar çerçevelerde kullanılan malzemelerin de önemi vardır. Çerçevelerde kullanılabilen malzemelerin yangın davranışlarına bakılarak seçim yapılması gerekmektedir.

Ahşap çerçeveler için yangına dayanım süresi 60 dakika olup, metal elemanların macun gibi birleştiricilerle oluşturulduğu çerçevelerde yangına dayanım süresi 240 dakikaya kadar yükselmektedir (İplikçi, 2006).

Ahşap çerçeve malzemesi hafif ve sert olmak üzere iki grupta incelenmektedir. Her iki ahşap türünün de yangın anında kömürleşme hızları 0,5 mm/dakikadır. Hafif ahşap çerçeve ve yalıtımsız camlarla kurulan pencerelerin yangın dayanımı genellikle 30 dakika ile sınırlıdır. Yalıtımlı camlarla kullanıldığında ahşap çerçeveli pencere sisteminin yangın direnci 60 dakikaya kadar çıkmaktadır. Sert ahşap çerçeve ve yalıtımsız camlarla kurulan pencerelerin yangın dayanımı genellikle 60 dakikadır. Sert ahşapların yangına dayanım süresinin uzun oluşu, daha yavaş kömürleşme sağlayacaktır. Sert ahşap çerçeveler yalıtımlı camlarla kullanıldığında yangın dayanımı 90 dakikaya çıkmaktadır.

Ahşap çerçevelerinin yüksek sıcaklıkta dayanımını devam ettirme süresi konusunda diğer malzemelere göre üstünlüğü vardır. Ancak, ahşap çerçeveler tamamen yandıkları zaman tehlikeli durum oluşturabilmektedir. Ahşap çerçeveler, uygun birleşim detayları ve yalıtım camlarıyla uygulandıklarında duman geçirimsiz özelliktedirler.

Çerçeve yapımında kullanılan diğer bir malzeme türü olan alüminyumun erime sıcaklığı çok düşüktür. Yangın dayanımı en fazla 30 dakikadır. Bu nedenle; arka parçaları çoğunlukla metal veya mineral/alçı kaplamalarla desteklenir. Ek yerlerinin dışında duman geçirmezler. Ek yerlerinde ise kuru ve soğuk duman sızdırma eğilimindedirler.

Cephelerde bulunan duvar boşluklarına yerleştirilen çerçeve sistemlerinde vinil (PVC) yaygın olarak kullanılmaktadır. Petrol yan ürünlerinden üretilen PVC çerçevelerin en büyük dezavantajı yanabilir olmalarıdır. PVC'nin yangın durumundaki davranışları, kimyasal bileşenlerine, kullanılan katkı maddelerine, biçim, boyut ve kömürleşme hızına bağlı olarak değişmektedir. Yüksek sıcaklık artışlarına ve yangın yayılımını engellemeye karşı belirli bir davranış göstermedikleri ve yanmazlığı meydana getirmede katkıları olmadığı bilinmektedir (İplikçi, 2006).

PVC malzemeler yandıklarında çeşitli zehirli gazlar açığa çıkarırlar. Bu malzemelerin yanma sonucu oluşturduğu bilinen zehirli gazlardan bazıları; karbon monoksit, acrolein, benzen, fosgen ve hidrojen siyanürdür (İplikçi, 2006). Yangın anında yanan bir PVC malzemedan çıkan dumanın rengi genellikle siyah olmaktadır.

Alüminyum ve PVC çerçevelerin yapısında bulunan boşlukların yalıtılmasıyla bu çerçeve türlerinin yangın dayanımı arttırılabilmektedir (Şekil 4.50). Alçı plakalar ve yenilikçi alüminosilikat dolgular çerçevelerde kullanılan yangına dayanımlı dolgu malzemeleridir (URL-35)



Şekil 4.50 Yapısal boşlukları yangına dayanımlı dolgu malzemeleriyle doldurulmuş alüminyum çerçeve (URL-35).

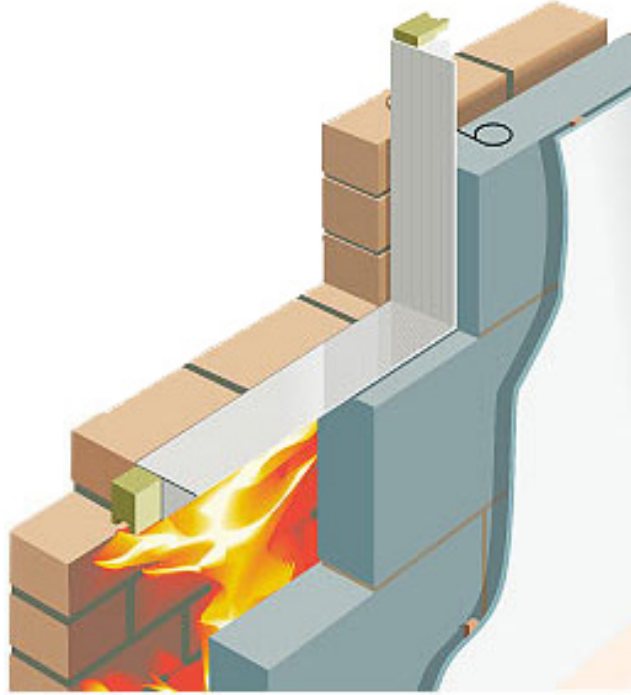
Cam, çerçeve ve duvar birleşimlerinde alınan önlemler ısı ve duman yayılımının önlenmesi bakımından önemlidir. Yangın sırasında şişen bantlar boşlukları



doldurarak duman ve oksijen sızıntısını önleyen yangın geciktiricilerdir. Yanmaz, alev almaz malzemeden imal edilen bu bantlar, 100°C' ye kadar sıcaklıkta şeklini korumakta, 170°C' den sonra şişmeye başlamaktadırlar (URL-36)

Yangına dayanıklı contalar duman sızıntısını önlemek için açılan kanatlarda kullanılmaktadır. Isı yalıtımı sağlayan fitiller ise cam ile çerçeve arasında kullanılmaktadır. Kendinden yapışkanlı olan bu malzemeler yangın sırasında duman ve oksijen sızıntısını önleyen ve ısı yalıtımı sağlayan yangın geciktiricilerdir (URL-36).

Çift cidarlı duvarlarda duvar boşluğuna çerçeve yerleştirilmeden havalandırma katmanında kullanılacak yangın bariyerleri sayesinde yangının duvar içindeki havalandırma katmanından yükselerek diğer mahallerdeki çerçeveleri tutuşturması engellenebilmektedir (Şekil 4.51) .



Şekil 4.51 Çift cidarlı duvarda çerçeve ve havalandırma boşluğu arasında yangın bariyeri uygulaması (URL-37).

#### 4.6 ESTETİK PERFORMANSI ARTTIRMAK İÇİN KULLANILAN TEKNİKLER

Mimarlıkta estetik, biçim ve içeriği belirleyen bir değer sistemidir. 19. yüzyılda, mimarlıkta iskelet (taşıyıcı sistem) ve derinin (yapı kabuğu) ayrışmasıyla açığa çıkan mimarın derinin tasarımcısı olarak görülme durumu, strüktürden bağımsız olarak yüzeyi yani yapı kabuğunu bir tasarım problemi haline getirmektedir (Yıldırım Özgencil, 2004).

Estetik her ne kadar sübjektif bir değer yargısı olsa da, bu değer sisteminin bilimsel bir temele oturtulması gereği, estetik değer yargılarını oluşturan belli kriterler koyulması gerekmektedir. Resim, heykel, seramik gibi bir sanat nesnesi olan mimari yapıların şekillenmesinde; renk, doku, boşluk, çizgi, perspektif, leke gibi temel tasarım elemanları ve ritim-hareket, denge, vurgu, kontrast, birlik, çeşitlilik gibi temel tasarım ilkeleri önemli rol üstlenmektedir. Bir mimari ürünün estetik değeri, bu temel tasarım elemanları ve temel tasarım ilkelerinin kullanılmasındaki başarı ve yetkinlikle bağlantılı olmaktadır. Mimari ürün hakkında estetik yargıya varıldığında da aslında bu temel tasarım elemanları ve ilkelerinin ilişkilendirilmeleri hakkında yorum yapılmaktadır (Göğebakan, 2012).

Binalarda estetik değer oluşturmak için kullanılan görsel değişkenlerin başında biçim, form, doku, ölçek ve renk bulunmaktadır. Bu değişkenler kullanılarak binaya katılan değerler şu şekildedir (Temiz, 2009):

- *Renk*: Çeşitlilik duygusu
- *Ölçek*: Bütünlük, kuşatılmışlık, güçlülük duygusu
- *Doku*: İmaj
- *Biçim ve form*: Çekicilik ve ilginçlik duygusu

Mimaride estetik değerlendirme için sadece renk, form ve dokunun algılanması yeterli değildir. Bu görsel değişkenlerin bir bütün halinde algılanması ve bunların boyutsal, ıssal, görsel ve işitsel olarak algıyı etkilemeleri ile oluşan sekiz temel algısal yargı sonucu estetik değerlendirme yapılabilmektedir. Binaların estetik

değerlendirmesinde kullanılan bu sekiz temel algısal yargı; memnuniyet, güçlülük, çeşitlilik, ferahlık, bütünlük, özgün olma, etkilenme ve kuşatılmışlıktır (Temiz, 2009).

Bu bilgiler ışığında bir binanın estetik performansını değiştirmek için cephelerde yapılabilecek uygulamaların, cephenin rengini, dokusunu, ölçeğini, biçim ve formunu değiştirmek üzerine kurulu olduğu anlaşılmaktadır. Cepheye eklenen veya çıkarılan her bir katman ya da kabuğun cephenin estetik performansı üzerinde olumlu/olumsuz etkileri olduğu unutulmamalıdır. Yani cephe üzerindeki her türlü yenileme çalışmasının az ya da çok oranda cephenin estetik performansının değişmesi üzerinde etkisi bulunmaktadır. Bu çalışma kapsamında estetik performansı arttırmak üzerine tanıtılacak teknikler, cephenin boyanması gibi basit bakım ve onarım teknikleri dışındaki, cephenin algısında köklü değişiklikler yaratacak yenileme teknikleridir.

#### **4.6.1 Duvarlarda Kullanılan Teknikler**

Cephe yüzeyini oluşturan duvarlar, binaların estetik değerinin şekillenmesinde kullanılan temel elemanlardır. Duvarın ele alınış biçimindeki arayışların çeşitliliği, estetik kriterlerin çeşitlenmesine neden olmaktadır. Bu çeşitlenmeye duvar yüzeyinde kullanılan farklı malzemeler ve bunların görsel etkileri de eklenmektedir. Doğal malzemelerde renk, doku ve biçim seçenekleri sınırlı bir düzeyde olsa da, geliştirilen polimer teknolojisiyle istenilen yüzey özelliğine sahip malzemelerin cephelerde kullanılmak üzere üretimi mümkün olmaktadır. Günümüzde, yüzeyin estetik değer oluşturmadaki önemi, biçimin öneminin önüne geçmektedir. (Yıldırım Özgencil, 2004)

Yenileme çalışmalarında binaların görünüm özelliklerini değiştirmek amacıyla dış duvarlara çok çeşitli türde kaplama alternatifi uygulanabilmektedir. Atmosfer koşullarıyla birebir etkileşim içinde olan bu kaplamaların tek görevi binaya estetik değer katmak değildir. Duvar gövdesini dış atmosferik koşullardan koruyacak olan kaplama malzemelerinin; atmosferin kimyasal etkilerine dayanıklı, güneşin zararlı etkilerinden bozulmayacak, sıcaklık farkları nedeniyle oluşacak genleşme ve

daralmalardan zarar görmeyecek, yağış sularından bozulmayacak ve suyu içine almayacak, don etkisiyle bozulmayacak, içten gelen ve iç yüzeyde oluşan buharın dışarıya çıkmasına engel olmayacak ve kolay alev almayacak malzemeler olması gerekmektedir (Toydemir ve diğ., 2000). Tablo 4.7’de dış duvarlarda kullanılan belli başlı iç ve dış kaplamalar sınıflandırılarak tanıtılmaktadır.

Tablo 4.7 Dış duvarlarda kullanılan iç ve dış kaplamalar (Deniz ve diğ., 2011)

KAPLAMA TÜRÜ	KAPLAMA ÖRNEKLERİ	UYGULAMA ŞEKLİ
Sıvı veya Hamur Kaplamalar	Sıva, boya, badana.	Sürme, çarpma veya püskürtme.
Parçalı Birimli, Plak, Levha veya Pano Kaplamalar	Taş blok, pişmiş toprak tuğla, seramik veya cam mozaik, ahşap, plastik veya metal lambri, seramik veya taş plak, ahşap, metal, plastik, lifli beton, alçı veya cam levha, ahşap veya metal pano, kompozit (sandviç) pano.	Örme, yapıştırma ve/veya tespit parçalarıyla sabitleme (asma, çakma, vidalama, perçinleme).
İnce Esnek Levha Kaplamalar	Kağıt, linolyum, PVC, kauçuk, kumaş, metal yaprak.	Germe, yapıştırma ve/veya tespit parçalarıyla sabitleme.
Taşıyıcı Kagir Gövde Kaplamalar	Aynı zamanda taşıyıcı olan kagir yığma gövde bileşenleri (taş blok, pişmiş toprak tuğla, beton blok, kalsiyum silikat tuğla, kerpiç, cam tuğla.	Çeşitli tekniklerle örme.

Dış duvarlarda Tablo 4.7’de ele alınan kaplama türlerinden sıva veya hamur kaplamalar kullanılarak yapılan yenileme çalışmaları bakım ve basit onarım kapsamında değerlendirilmektedir. Taşıyıcı kagir gövde kaplamalar ise bina içinde taşıyıcılık görevi üstlendiklerinden dolayı, yenileme çalışmalarında uygulanabilecek türden kaplamalar değildir. Bu nedenle bu iki tür kaplama bu çalışma kapsamında incelenmemektedir.

Yenileme çalışmalarında kullanılacak dış duvar kaplama türleri olan parçalı birimli, plak, levha veya pano kaplamalar ile ince esnek levha kaplamalar bina

cephesine uygulanma yöntemlerine bağılı olarak, yapıştırıcıyla tespit edilen kaplamalar ve konstrüksiyon sistemiyle tespit edilen kaplamalar olarak iki grupta incelenmektedir.

- *Yapıştırıcıyla Tespit Edilen Kaplamalar:* Boyutları yaklaşık 30x50 cm'yi geçmeyen plaka halindeki rijit duvar kaplamaları ve kağıt, linolyum, kauçuk gibi ince esnek levha kaplamalar yapıştırıcıyla tespit edilebilecek duvar kaplamalarıdır. Bu kaplamalar bir yapıştırıcı harç tabakasıyla duvar gövdesine doğrudan tespit edilebileceği gibi, gövde üzerine yapılmış bir sıvanın üzerine de yapıştırılabilmektedirler.

Yapıştırıcıyla tespit edilen kaplamalarda en büyük risk kaplama malzemesinin zamanla duvar yüzeyinden ayrılmasıdır. Bu riski azaltmak için kaplama malzemelerinin arka yüzleri harçla aderansı arttıracak şekilde yivli veya dişli olarak üretilmelidir. Ayrıca kaplama malzemelerinin boyutları, ağırlıkları ve harç kalınlığı düşme riskini engelleyecek şekilde ayarlanmalıdır. Düşey plaka kaplamaların derzlerinin, plakaların genişmesine olanak tanıyacak rijitlikte bir derz dolgu malzemesiyle doldurulmasıyla, ısıl genişmeler ve küçülmelere bağılı olarak kaplama malzemesinin duvardan kalkmasını engellemek mümkündür. Yoğun ve su emmeyen taşların harç ile tespiti de sakıncalıdır (Toydemir ve diğ., 2000).

Yapıştırıcıyla tespit edilen başlıca dış duvar kaplamaları şu şekildedir:

- *Cam kaplamalar:* Opak camlar ve cam mozaikler olarak iki grupta incelenmektedirler. Opak camlar 5x10 cm, cam mozaikler ise 10x10, 13x13, 20x20, 20x40, 30x60 mm boyutlarında üretilmektedirler. İki türün de geniş bir renk skalası bulunmaktadır (Şekil 4.52). Küçük boyutlardaki bu kaplama malzemelerinden çeşitli şekiller ve figürler içeren panolar da oluşturulabilir. Bu malzemelerin buhar geçirgenlikleri düşük olduğundan, gece-gündüz, yaz-kış sıcaklık farklarının fazla olduğu bölgelerde ve fazla buhar oluşan hacimlerin dış duvarlarında kullanılmaları uygun değildir (Toydemir ve diğ., 2000).



Şekil 4.52 Cam mozaik renk kartelası (URL-38)

- o *Seramik kaplamalar:* Yarı boşluklu ve boşluksuz gruptan gre ve porselen mozaikler, gre ve yarı-gre seramikler ile boşluklu gruptan pişmiş toprak plaketer bu kaplama türüne aittir. Sırlanmış, yarı boşluklu ve boşluksuz kaplamalar su buharı geçişine izin vermemektedir. Bu durum göz önüne alınarak dış duvar kaplaması olarak kullanılacak seramikler, uygulanacakları duvarın su buharı geçiş rejimine göre seçilmelidir (Toydemir ve diğ., 2000).

Boşluklu yapıdaki seramik malzemeler sırlı olarak dış duvarlarda kullanılmamalıdır. Sır malzemesinin genleşme katsayısı, boşluklu seramik malzemedan daha fazla olduğu için bu malzemelerin dış duvarda kullanımda sır yüzeyinde kaçınılmaz olarak çatlamlar meydana gelecektir.

Gre mozaikler ve porselen mozaikler 2x2 cm gibi küçük boyutlarda ve çeşitli renklerde üretilen kaplamalardır. Dış duvar kaplaması olarak yaygın şekilde kullanılan gre ve yarı gre seramik kaplamalar 10x10-33x33cm gibi daha büyük boyutlarda üretilmektedir. Bu malzemeler uygulanmadan önce buhar geçirimsiz olmalarının yaratacağı sakıncalar açısından önlemler alınmalıdır. Kaplamanın genleşmesine olanak sağlayacak derz malzemelerinin kullanılması bu kaplama türünde de önem taşımaktadır.

Dış yüzeyleri cilalı veya dokulu olarak üretilen plaket kaplamaların gözenekli yapıları nedeniyle buhar geçirgenlikleri yüksektir. Şekil 4.53'te farklı plaket kaplama malzemeleri ve plaket kaplama uygulanmakta olan bir dış duvar örneği gösterilmektedir. Yüzeylerin temiz kalmasını sağlamak ve

su kaydırıcılığını arttırmak üzere kaplama yüzeyine silikon reçinesi sürülmesi tavsiye edilmektedir (Toydemir ve diğ., 2000).



Şekil 4.53 Çeşitli plaket kaplama malzemeleri ve harçla tespit edilen bir plaket kaplama uygulaması (URL-39)

- *Doğal ve yapay taş kaplamalar:* Bu kaplama malzemeleri, 2-5 cm kalınlıkta ve taşın cinsine bağlı olarak belirlenen boyutlarda üretilmektedir. Yapıştırıcıyla tespit edilen doğal ve yapay taşlarda dikkat edilmesi gereken konu, malzemenin harçla aderansının iyi olmasıdır. Bunun sağlanmasında malzemenin biçimsel ve yapısal özellikleri etkili olmaktadır. Uygulamalarda, su emme kabiliyeti az olan taşlar ile yapışma yüzeyi pürüzsüz olan taşların harç ile tespitinin iyi sonuç vermediği unutulmamalıdır.
- *Konstrüksiyon Sistemiyle Tespit Edilen Kaplamalar:* Bu tür uygulamalarda kaplama malzemeleri, duvar yüzeyiyle aralarında hava katmanı oluşacak şekilde, ızgara veya kenet sistemiyle, kuru olarak duvara tespit edilmektedir.

Konstrüksiyon sistemiyle tespit edilen kaplamalarda dikkat edilmesi gereken husus, yağmur, kar suyu, atmosferde bulunan partiküller ve yabancı nesnelere gibi istenmeyen dış etkenlerin kaplama malzemesinin arkasına geçişinin engellenmesidir. Kaplama malzemelerinin birbiriyle geçmeli olarak birleşmesi veya aralarına özel plastik macun ya da fitiller konulmasıyla bu durum engellenebilmektedir. Diğer taraftan, boşluklu kaplama malzemeleri de estetik açıdan tercih edilen malzemelerdir. Bu malzemelerin uygulandığı duvarlarda su

taahliyesine ve temizlemeye izin verecek kanallar bırakılmalı, duvar yüzeyinin sudan korunması için önlem alınmalıdır.

Bu tür uygulamaların, yapıştırıcıyla tespit edilen kaplamalara göre avantajlı olan yanı duvar ile kaplama malzemesi arasında kalan hava katmanının cephe performansına olan olumlu etkisidir. Hava katmanında amaca uygun önlemler alındığı takdirde binanın su ve nemden korunması, ısı ve akustik performansının artırılması sağlanacaktır.

- o *Seramik kaplamalar:* Boşluklu gruptan prese tuğlalar, pişmiş toprak plaketler ve porselen seramikler bu kaplama türünde bulunup konstrüksiyon sistemiyle tespit edilebilen kaplamalardır.

5x9x19cm boyutlarında üretilen prese tuğlalar, düzgün yüzeyleri, az su emen yapıları ve yüksek mekanik mukavemetleri ile dış cephe kaplaması fonksiyonunu çok iyi yerine getiren malzemelerdir. Kaplandığı duvar ile arasında hava boşluğu kalacak şekilde duvarın dış yüzeyine örülen prese tuğlalar yer yer ana duvara metal elemanlarla tespit edilir. Aynı zamanda mevcut duvar ile kaplama arasında kalan hava boşluğu yalıtılarak cephe sisteminin etkinliği artırılabilir. Şekil 4.54'te prese tuğla kaplanarak yenilenmiş bir binanın yenilemeden önceki ve sonraki hali gösterilmektedir.

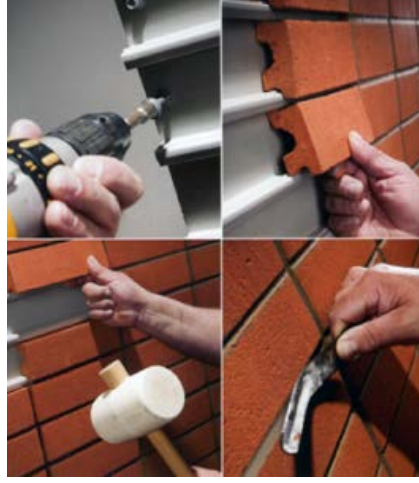


Şekil 4.54 Prese tuğla kaplanarak yenilenmiş bir binanın yenileme çalışmasından önceki ve sonraki hali (URL-40)

Yapıştırıcıyla tespit edilen duvar kaplamalarında tanıtılan plaket kaplamalar ve porselen seramikler, daha düzgün ve hızlı duvar örgüsü elde etmek



amacıyla geliştirilmiş olan özel metal konstrüksiyon sistemleriyle de tespit edilebilmektedir (Şekil 4.55).



Şekil 4.55 Konstrüksiyon üzerine plaket kaplama tespitinin uygulama aşamaları (URL-41)

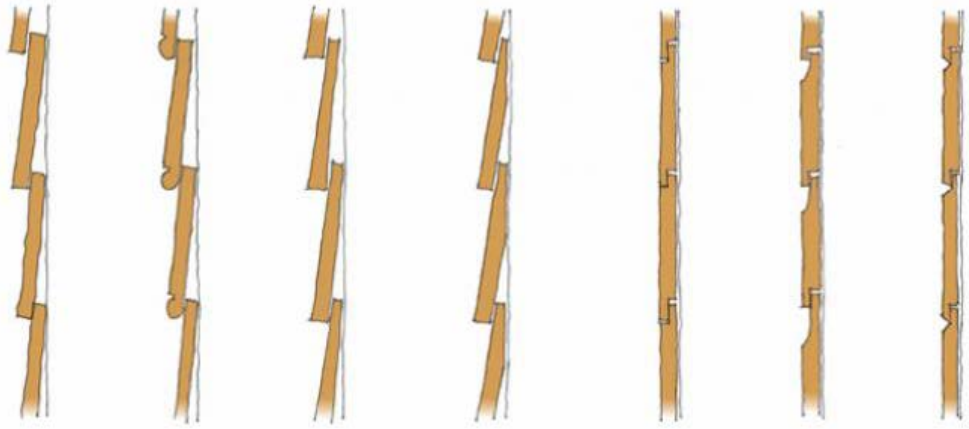


Şekil 4.56 Konstrüksiyon sistemiyle tespit edilen porselen seramik kaplamalar (URL-42)

- *Ahşap kaplamalar:* Bu kaplama türü tahta kaplamalar ve pano kaplamalar olarak iki grupta incelenmektedir.

Düşey ya da yatay olarak uygulanabilen tahta kaplamalar genellikle 22 mm kalınlığında, 150-250 mm genişliğinde ve çeşitli uzunluklarda üretilmektedir

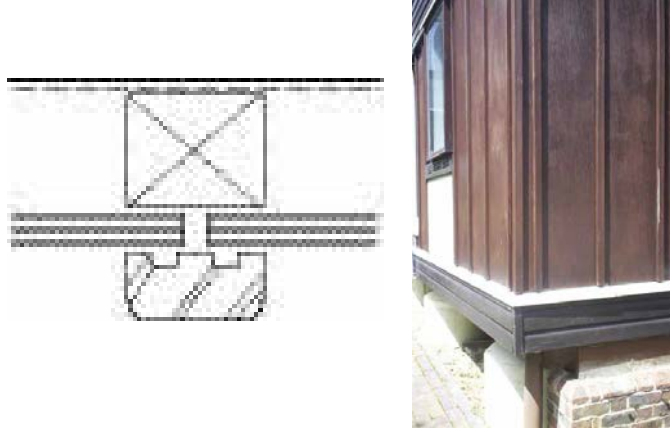
(URL-43). Tahta kaplamaların duvara tespiti, 50-60 cm aralıklarla kaplama yönüne ters olarak duvara yerleştirilmiş ızgara sistemleriyle gerçekleştirilmektedir. Tahta kaplamalar yatay olarak uygulandıklarında su akışını engellemeyecek ya da suyu kaplama içine doğru yönlendirmeyecek detaylar uygulanması gerekmektedir (Şekil 4.57). Bunun sağlanması için tahtalar yalı baskısı yarım geçme ve lamba zıvana geçme biçimlerinde profillendirilerek biçilmektedir. Düşey tahta kaplamalarda su sorunu kaplama tahtalarının ek yerlerinde lamba zıvana geçmeler uygulanarak çözülmektedir. Her iki yönde uygulanan kaplamalarda da kaplama malzemesinin arkasına bitümlü pestil ve polietilen folyo gibi su yalıtım malzemeleri yerleştirilmesi bu tür kaplamalarda yaşanan su sorununun aşılmasında etkilidir.



Şekil 4.57 Yatay ahşap cephe kaplamalarında detaylandırma çeşitleri (URL-43)

Ahşap kaplamaların diğer bir türü olan pano kaplamalarda kaplama malzemesi olarak, sudan etkilenmeyen özel reçinelerle yapıştırılmış, yüzleri fenol veya melamin tabaka kaplı kontrplak, MDF veya marangoz levhaları kullanılmaktadır (Toydemir ve diğ., 2000) (Şekil 4.58). Ahşap panoların boyutları konstrüksiyon kalınlığına ve kullanıcı ihtiyacına göre değişmekle birlikte, tahta kaplama malzemesine oranla daha büyüktür. Bu özellikleri sebebiyle pano kaplamalar daha hızlı ve kontrollü şekilde uygulanmakta ve derzlerden kaynaklanan su sorunları daha az görülmektedir. Kaplama tespit ızgarası panonun yatay ve düşey derzlerinin arkasında devam edecek şekilde

60-80 cm aralıklarla yerleştirilir. Pano kaplamalarda düşey derzler V şeklinde, yarım geçme veya baskı binisiyle; yatay derzler ise kaplamanın arkasına dönen çinko bir damlalık ve mastik yardımıyla oluşturulmalıdır.

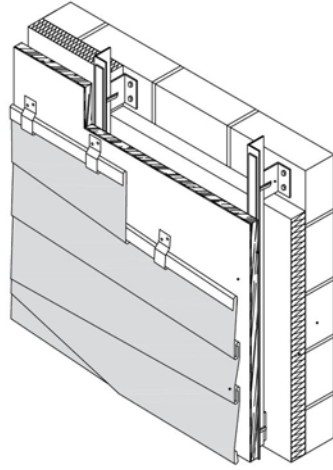


Şekil 4.58 Plywood pano kaplaması düşey derz detayı ve görünüşü (Hislop, 2007)

Tüm ahşap kaplama türlerinde su sorunu sadece kaplama malzemeleri arasından giren suyla sınırlı değildir; zeminden gelen su ve sıçrama suları da bu tür kaplamalar için sorun oluşturmaktadır. Buna karşı alınacak önlem, kaplama alt kotunun zeminden 50-60 cm yukarıda, su basman seviyesinin üst hizasına gelecek şekilde bitirilmesidir.

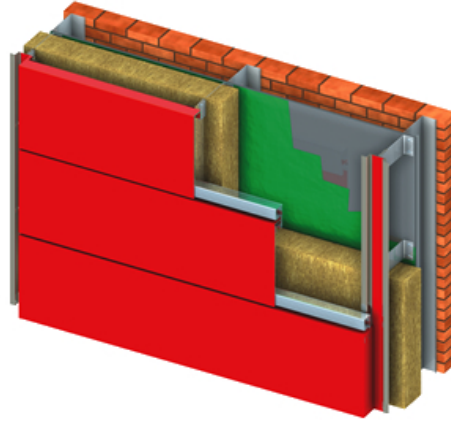
- o *Metal kaplamalar:* Alüminyum, bakır, çinko, kurşun, demir sac, emaye sac gibi yapı metalleri ve bronz, paslanmaz çelik, pirinç gibi alaşımlardan döküm yoluyla elde edilen levhalar, binalarda duvar kaplaması olarak kullanılan metal malzemelerdir (Toydemir ve diğ., 2000).

Metal kaplamaların duvar gövdesine uygulanması malzemenin kalınlık ve boyutlarına göre farklı şekillerde yapılmaktadır. Alüminyum, kurşun, paslanmaz çelik, bakır, çinko gibi sac halinde levha olarak üretilebilen metal malzemeler suyun geçemeyeceği biçimde birbirlerine kenet şeklinde bağlanarak duvardaki ahşap bir taşıyıcıya bir askı kenetinin çivilenmesiyle tespit edilirler (Şekil 4.59).



Şekil 4.59 Bakır cephe kaplaması detayı ve görünüşü, Novotel Paddington (URL-44)

Metal kaplamalarda diğer bir uygulama şekli malzemelerin birbirine özel profillerle geçirilmesi sonra da özel şekilli kalıplara takılması veya duvara yatay ya da düşey olarak tespit edilmiş konstrüksiyonlara vidalanması şeklinde gerçekleşmektedir (Şekil 4.60). Bu tespit biçimi profilli olarak üretilmiş veya preslenerek rijitliği artırılmış metal malzemelerde kullanılmaktadır.



Şekil 4.60 Alüminyum duvar kaplaması detayı (URL-45)

- o *Doğal ve yapay taş kaplamalar:* Konstrüksiyon sistemiyle tespit edilecek doğal ve yapay taşlarda, kullanılan malzemenin cinsi, sertliği ve işlenme

özellikleri tespit elemanı seçiminde belirleyici rol üstlenmektedir. Tortul taşlarla yapay taş kaplama malzemeleri, yapılarının işlemeye elverişli olması nedeniyle lama ve kenetlerle tespit edilmektedir. Daha sert yapıda olan ve bu sebeple işleme zorluğu bulunan başkalaşım ve katılaşım taşları ise daha çok tel kenet ve kancalarla tespit edilmektedir (Toydemir ve diğ., 2000).

Doğal ve yapay taş kaplama malzemesinin uygulanmasına, uygulama alanının en altından başlanmalıdır. Kaplama malzemesinin ağırlığını dengelemek ve daha güvenli bir tespit sağlamak amacıyla kat yüksekliğinde en az iki adet yatay taşıyıcı eleman kullanılmalıdır. Kaplama ile duvar arasında kalan 1-2 cm'lik boşlukta bitüm gibi yalıtım malzemeleri kullanılarak taşların arka yüzeyleri korunabilir.

- *Çimento levha kaplamalar:* Düz, ondüle ve pano halinde üretilebilen bu kaplamalar büyük levha boyutlarında olabileceği gibi, arduvaz tekniğinde 30x30 ve 40x40 cm boyutlarında da uygulanabilmektedir. Düz ve ondüle levhalar kaplandıkları duvarla aralarında 4-5 cm aralık kalacak şekilde, ahşap veya metal ızgara konstrüksiyon sistemiyle, dışarıdan vidalanarak tespit edilmektedir. Bu kaplamalarda dikkat edilmesi gereken husus, duvarla kaplama arasındaki hava katmanında, havanın düşey hareketinin sağlanabilmesi için yatay yöndeki tespit ızgaralarına hava kanalları açılmasıdır (Toydemir ve diğ., 2000).

Ahşap yonga ve çimentonun belirli oranlarda karıştırılmasıyla üretilen çimento yonga levhalar da günümüzde dış duvar kaplama malzemesi olarak kullanılmaktadır. Ahşabın hafifliği, elastikliği ve işlenebilirliği ile çimentonun suya ve neme dayanıklılığı, yanmaya ve çürümeye karşı direnci bir araya getirilerek daha nitelikli bir kaplama malzemesi oluşturulmuştur. Bu tip levhaların genel olarak iki yüzü de mineraller kullanılarak zımparalanmakta, böylece çevre şartlarına dayanıklılığı artırılarak daha uzun ömürlü olması sağlanmaktadır. Ahşap, taş vb. desenlerde veya desensiz olarak üretilmiş çimento yonga çeşitleri mevcuttur (Şekil 4.61) (URL-46).



Şekil 4.61 Ahşap görünümlü çimento yonga levha uygulaması (URL-46).

- *Polimer kaplamalar:* Polimer malzemeler, doğrudan cephe kaplaması olarak kullanılmak yerine, kompozit malzemeler olarak kullanılmaktadır. Akrilik polimer, melamin formaldehit, lamine formaldehit, cam elyaf takviyeli plastik (CTP) gibi lamine malzemeler ile epoksi ve polivinil alkol (PVA) betonlarından üretilen cephe panelleri polimer esaslı duvar kaplamalarıdır. Çok çeşitli renk ve desenlerde üretilebilen bu kaplama malzemelerinde üç boyutlu kabartmalar da yapılabilmektedir.
- *Prefabrike duvar kaplama panelleri:* Bu tür panellerinin dış yüzleri seramik, cam, mozaik, doğal taş, çimento levha gibi malzemelerle kaplanabilmekte, fugalama, profillendirme ve renklendirme yöntemleriyle görünüm çeşitliliğinin artırılması sağlanabilmektedir. Özellikle profillendirilmiş cephe elemanlarında kirlenme sorununa sıkça rastlanmaktadır. Panel seçimi yapılırken bu sorun dikkate alınmalıdır. Yol ve trafik gibi taşıma koşullarından etkilenen panel boyutları, en fazla 3.8x6 metreye kadar ulaşabilmektedir. İsteğe bağlı olarak küçük boyutlarda da üretim yapılmaktadır (Ayaydın ve Koman, 2004).

Bu paneller mevcut duvara arada hava katmanı kalacak şekilde konstrüksiyon sistemiyle veya duvarla aralarında boşluk bırakılmadan ankraj elemanlarıyla bağlanarak tespit edilebilmektedir. Panellerin ek yerleri, plastik macun, özel



derz profilleri, fitiller veya metal profillerle kapatılarak derz sızdırmazlığı sağlanmaktadır.

- *İnteraktif kaplamalar:* Otomasyon sistemleriyle kontrol edilen ekranların veya led ışık sistemlerinin kaplama malzemesi olarak kullanıldığı sistemlerdir. Bu kaplamalar çevrelerindeki hareketlere cevap verecek şekilde renk değiştiren uygulamalar olabildiği gibi kitle iletişim aracı olarak kullanılıp çeşitli yayınlar yapan, literatürde “medya cephe” (Media Facade) olarak geçen uygulamalar da olabilmektedir (Şekil 4.62, Şekil 4.63).



Şekil 4.62 Medya cephe, Ziggo Dom, Amsterdam (URL-47)



Şekil 4.63 Led cephe kaplaması, Ziggo Dom, Amsterdam (URL-48)

- *Fotovoltaik panel kaplamalar:* Güneş enerjisinden, elektrik veya ısı enerjisi üreten fotovoltaik paneller binalarda duvar kaplaması olarak

kullanılabilmektedir. Bu panellerin çalışma prensipleri ve verimliliklerini etkileyen faktörler Bölüm 4.7.1’de tanıtılmaktadır.

Duvarların estetik performansını iyileştirmede kaplama yapmak en etkin yol olsa da tek yol değildir. Duvar yüzeyine eklenen her türlü elemanın (gölgeleme elemanı gibi) binanın estetik değerine katkısı vardır. Bunun yanında duvarların estetik görünüşünü bozan çiçeklenmeler su ve seyreltik HCl asidi, pas lekeleri ise %10’luk CrCl<sub>2</sub> eriyiği ile yıkanarak da giderilebilir (Güler ve diğ., 2010). Basınçlı su ve kum püskürtme yöntemiyle yüzey temizliği yapılabilir. Bu uygulamalar binanın estetik performansını iyileştirmenin yanında çok köklü değişimler yaratmayacaktır.

#### **4.6.2 Pencerelerde Kullanılan Teknikler**

Pencerelerde estetik performansın artırılması için kullanılan teknikler, çerçeve ve cam ünitelerinde renk ve doku değişimini sağlayacak şekilde, malzeme değişikliği yapmak üzerine odaklanmaktadır.

##### *4.6.2.1 Cam Ünitelerinde Kullanılan Teknikler*

Cam ünitelerinde görsel etkinin çeşitlenmesi, değişik renk kullanımı, yansıtıcı filmlerle yaratılan ışık oyunları ve cam üzerine işlenen çeşitli dokular ile sağlanmaktadır.

Renk, nesnelere bütünlük etkisini oluşturan önemli elemanlardan birisidir. Bir mimari ürünün beğenilmesi için renginin iyi etüt edilmiş olması gerekmektedir. Bunun yanı sıra rengin insanları mutlu, mutsuz, tedirgin etme gibi özellikleri vardır. İnsanlar kolay algılanabilen, temiz görünümlü renklere önem vermekte ve bu özelliği estetik boyutta önemli bir değerlendirme ölçütü olarak ifade etmektedirler. Bu nedenle açık ve doğal renkler daha çok tercih edilmektedir. Renklerin bu etkileri küçük alanlardansa büyük alanlar üzerinde daha etkilidir (Temiz, 2009).



Cam malzemenin çeşitli tekniklerle renklendirilmesi ve görsel bir öge olarak mimaride kullanımı olanaklıdır. Üreticiler, 14 renkli bir palet ve bu renklerin karışımıyla oluşabilecek yaklaşık 1000 farklı renk seçeneği sunabilmektedirler (URL-49). Şekil 4.64'te renkli cam ünitelerinin kullanımıyla bir kongre merkezi için alışlagelmişin dışında bir görüntü veren Montreal Kongre Merkezi görülmektedir.



Şekil 4.64 Palais Des Congres, Montreal, 2003 (URL-50)

Günümüzde seramik-emaye kaplamalı cam üniteler çeşitli renkler, desenler, noktalar, çizgiler ve ağ örgülere sahip olarak üretilebilmektedir (Şekil 4.65). Seramik-emaye kaplamalı cam, hava etkilerine dayanıklı ince bir seramik tabakasının bir doku düzeni içinde camın yüzeyine uygulanması ile elde edilmektedir. Camın yüzeyine talep edilirse yansıtıcı bir kaplama tabakası uygulanabilmektedir. Seramik-emaye kaplamalı camlar güneş ışınlarının yaklaşık % 25'ini yansıtmaktadırlar. Genel olarak camın kaplamalı yüzey alanından hemen hemen hiç güneş ışığı geçmediği kabul edilmektedir (Sev ve diğ., 2004).

Son yıllarda mimari alanda estetik etki yaratmak amacıyla kullanılmaya başlanmış cam türlerinden biri dikroik kaplamalı camlardır (Şekil 4.66). Bu camlar ışığı spektral renklere bölerek çeşitli optik etkilerin oluşmasını sağlamaktadırlar (Sev ve diğ., 2004).



Şekil 4.65 Seramik kaplama yöntemiyle elde edilmiş cam ünitesi, Atelier Ruche, Tokyo, 2002 (URL-51).



Şekil 4.66 İç mekanda dikroik kaplamalı camların oluşturduğu etki, Christian İlahiyat Okulu, Sweeny Şapeli, Indianapolis, ABD (Sev ve diğ., 2004).

#### 4.6.2.2 Çerçevelerde Kullanılan Teknikler

Çerçeve yapımında kullanılan her malzemenin cephenin estetik performansı üzerinde farklı etkileri bulunmaktadır. Alüminyum, PVC, ahşap ve cam elyaf çerçeve malzemeleri farklı görsel (renk, doku gibi) ve ısıl algı özelliklerine sahiptir. Bu

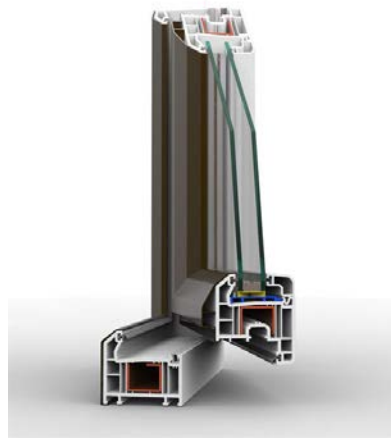
malzemelerden herhangi birinin seçiminde kendi algısal özellikleriyle beraber, cephede kullanılan diğer malzemelerle uyumları da önemli olmaktadır.

Ahşap çerçeve malzemesi, dokusu, rengi, doğal ve sıcak bir malzeme oluşu nedeniyle estetik olarak güzel bulunmakta ve tercih edilmektedir. Fakat bu malzemenin maliyeti ve bakım zorluğu nedeniyle kullanımı gittikçe azalmaktadır.

Ülkemizde en çok tercih edilen çerçeve malzemesi olan PVC, kullanıcı beğenisine sunulmak üzere farklı renk ve dokularda üretilmektedir (Şekil 4.67). Aynı şekilde alüminyum çerçevelerde de renk seçenekleri bulunmaktadır. Alüminyum veya ahşap görüntüsü verilebilen PVC çerçevelerle hem PVC'nin ısı performansını ve bakım kolaylığından faydalanılabilmekte, hem de istenilen görsel etki yaratılabilmektedir (Şekil 4.68).



Şekil 4.67 PVC çerçeve için bir üreticinin sunduğu renk ve doku seçenekleri (URL-52)



Şekil 4.68 Alüminyum çerçeve görünüşü verilmiş bir PVC çerçeve (URL-52)

#### **4.7 YENİLENEBİLİR ENERJİ KAYNAKLARINDAN FAYDALANMAK İÇİN KULLANILAN TEKNİKLER**

1970’li yıllarda başlayan enerji krizi ile enerji fiyatlarındaki yükseliş; endüstriyellemenin ve nüfus artışının getirdiği enerji tüketimindeki artış ve buna bağlı çevre kirliliği, enerji kullanımında büyük bir payı olan binaların yenilenebilir enerji kaynaklarına yönelmesine neden olmuştur. Çevresel etkileri azaltılarak daha ekonomik bir ürün haline getirilmek istenen mevcut binalarda da yenileme çalışmaları sayesinde yenilenebilir enerji kaynaklarından yararlanmak mümkündür.

Yenilenebilir enerji kaynakları, güneş, rüzgar, su, jeotermal, biyokütle vb. şekilde sıralanmaktadır. Konu bina cephesi ölçeğinde ele alındığında kullanımı en kolay yenilenebilir enerji kaynağı güneştir. Güneş ışınımını enerjiye dönüştüren sistemler ürettikleri enerji türlerine göre; ısı enerjisi üreten, güneş enerjili ısıtma sistemleri (Solar Thermal Systems), elektrik enerjisi üreten ısı elektrik sistemler, (PV Systems), ısı ve elektriği aynı anda üreten güneş enerjili ısıtma sistemleri olarak sınıflandırılmaktadır (Ünver, 2013).

Güneş enerjisinden ısı ve elektrik enerjisi üreten sistemlerin verimliliğini binanın bulunduğu coğrafi bölge direkt olarak etkilemektedir. Bu bakımdan ülkemiz avantajlı durumda bulunmaktadır. Türkiye’nin dünya üzerindeki konumu güneş enerjisince



zengin sayılan ve güneş kuşağı adı verilen bir bölgede bulunmaktadır. Ülkemizde yıllık ortalama güneşlenme süresi 2651.5 saat; yıllık güneş enerjisi ışınım şiddeti ise 1344.5 kWh/m<sup>2</sup> olarak belirlenmiştir (Tunçalp ve diğ., 2002). Bu duruma rağmen ülkemizde güneş enerjisinden yeterli ölçüde faydalanılmadığı bilinmektedir. Türkiye'nin coğrafi bölgelere göre yıllık ortalama güneş ışınım şiddetleri ve güneşlenme süreleri Tablo 4.8'de verilmiştir.

Tablo 4.8 Coğrafi bölgelere göre Türkiye'de yıllık ortalama güneş ışınım şiddetleri ve güneşlenme süreleri (Tunçalp ve diğ., 2002)

Coğrafi Bölgeler	Yıllık Ortalama Güneş Işınım Şiddetleri (kWh/m <sup>2</sup> )	Yıllık Ortalama Güneşlenme Süreleri (saat)
Güney Doğu Anadolu Bölgesi	1491.2	3015.8
Akdeniz Bölgesi	1452.7	2923.2
İç Anadolu Bölgesi	1432.6	2711.5
Ege Bölgesi	1406.6	2726.1
Doğu Anadolu Bölgesi	1398.4	2692.5
Marmara Bölgesi	1144.2	2525.7
Karadeniz Bölgesi	1086.3	1965.9

Mevcut binaların cephelerine uygulanacak yenilenebilir enerji kaynaklarından yararlanma sistemleri, kullanıldıkları yapı elemanlarını ya da yapı yüzeylerini, verimsel gerekliliklerinden dolayı biçimsel; yüzeysel özelliklerinden dolayı ise görsel olarak etkilemektedirler. Bu nedenle bina cephelerinin estetik performansı da değişmektedir.

#### 4.7.1 Duvarlarda Kullanılan Teknikler

Yenileme projelerinde cephe duvarlarının yüzeyine eklenecek yeni katmanlar ve elemanlar sayesinde yenilenebilir enerji kaynaklarından faydalanmak mümkün olmaktadır. Enerji üretimi konusu çağımızın en büyük sorunlarından biri olduğundan yenilenebilir enerji kaynaklarından faydalanmak üzere yapılan çalışmalar devam etmekte; bu amaçla binalarda kullanılan tekniklere her geçen gün yenisi eklenmektedir. Duvarlarda güneş enerjisinden faydalanmak için kullanılan

tekniklerin başında fotovoltaik (PV) sistemler, saydam yalıtım ve güneş duvarı uygulamaları gelmektedir.

Fotovoltaik paneller (güneş pilleri), yüzeylerine gelen güneş ışığını doğrudan elektrik enerjisine dönüştüren yarı iletken sistemlerdir. Yüzeyleri kare, dikdörtgen, daire şeklinde biçimlendirilen PV panellerin alanları genellikle 100 cm<sup>2</sup> civarında, kalınlıkları ise 0,2-0,4 mm arasındadır. Güneş enerjisi, PV panellerin yapısına bağlı olarak %5-20 arasında bir verimle elektrik enerjisine çevrilebilmektedir. PV sistemler, enerji ihtiyacının özelliklerine, ekonomik koşullara ve bağlanılan elektrik şebekesi koşullarına göre çeşitli biçimlerde oluşturulabilmektedir.

PV sistemlerin mimari ile ilişkilendirilmesi, mevcut bir binaya sonradan ilave etme/ekleme (Building Added PV, BAPV) veya tasarım aşamasında bina ile bütünleştirme (Building Integrated PV, BIPV) olmak üzere iki ayrı biçimde gerçekleştirilebilmektedir (Ünver, 2013). Bina ile bütünleşik (BIPV) fotovoltaik sistemlerde fotovoltaik paneller yapısal bir eleman olarak görev almaktadır. Mevcut binalarda bu sistemin kullanımı yapı elemanının BIPV panellerle değiştirilmesiyle sağlanmaktadır. BAPV paneller ise duvarlarda cam, doğal taş, seramik gibi cephe kaplama malzemeleri yerine kullanılabilir.

Işığı elektrik enerjisine çeviren fotovoltaik sistemlerin verimi, üzerlerine gelen güneş ışığı miktarı ile doğru orantılıdır. Sisteme direkt yoldan dik olarak ulaşan güneş ışığının enerjisi, gökten gelen yayınık ışığa göre çok daha fazla olmaktadır. Sistemin verimliliğini arttırmak açısından, panellerin gün içinde direkt güneş ışığını olabildiğince uzun süre alabilecek ve güneş ışınlarının dik açı ile gelmesini sağlayacak şekilde yerleştirilmeleri önem taşımaktadır. Bu nedenle, binanın coğrafi konumu, bina formu, binanın güneşe göre yönelimi, fotovoltaik panellerin bina cephesindeki yönü, güneş ışını ile yaptığı açı (panellerin eğimi), sisteme gölge atabilecek doğal veya yapay engellerin varlığı gibi etkenlere yenileme çalışmasının projelendirilmesi sırasında dikkat edilmelidir.

Fotovoltaik panellerin cephe duvarlarında kullanım imkanı çok geniştir. Bu paneller duvar kaplama malzemesi olarak duvar gövdesine, düzlemsel veya açılı/eğimli

biçimde tespit edilebilmekte, kaplamayı tek başlarına oluşturabilecekleri gibi çeşitli kaplama malzemeleriyle beraber kullanılabilirler. Çeşitli formlarda üretilen fotovoltaik paneller, cephelerin estetik değerine de katkı sağlamaktadırlar (Şekil 4.69).



Şekil 4.69 Binanın en çok rüzgar ve güneş alan cephesine bir sarmaşık yığını gibi kaplanmış, hem güneş hem de rüzgar enerjisi kullanarak enerji üreten fotovoltaik yapraklar (URL-53).

BAPV paneller duvarlara metal ızgaradan oluşan konstrüksiyon sistemiyle tespit edilmektedir. Bu panellerinin performansı, güneş ışınımını denetleme kapasitesi ve su/hava sızdırmazlık özelliği ile doğrudan bağlantılıdır. Güneş ışınımından yararlanma ve zararlı etkilerinden korunma olanağı, uygun yönlenme (güney), opak, geçirgen ve yarı geçirgen bileşen organizasyonu, PV panellerin ısı geçirgenlik direnci ve güneş ışınımını karşılayabilme açısı ile ilişkilidir. Diğer yandan duvar kaplaması olarak kullanılan PV panellerin verimliliği, duvarla aralarında kalan hava tabakası sayesinde belirgin bir şekilde artmaktadır. PV panellerin arkasında kalan havalandırma alanı termal akımın panelin arkasında ve duvarda sirkülasyonuna izin vermektedir. Bu durum ısının birikimini önleyerek özellikle dış atmosfer sıcaklığının yüksek olduğu zamanlarda PV panellerin performansını yükseltmektedir (URL-54).

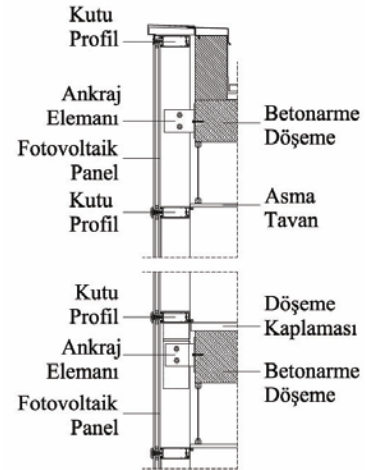
PV paneller, güneş ışığının iç mekanlarda neden olduğu kamaşma ve yüksek ısı kazançlarının engellenmesi için cephe duvarlarında kullanılan gölgeleme

elemanlarına entegre edilebilmektedir. PV panellerden oluşan gölgeleme elemanları, güneşin olumsuz etkilerini denetlediği gibi bina kabuğundaki PV kullanım yüzeylerini de arttırmaktadır (Şekil 4.70).



Şekil 4.70 Fotovoltaik güneş kırıcılar kullanılan bir bina, Avignon, Fransa (URL-55).

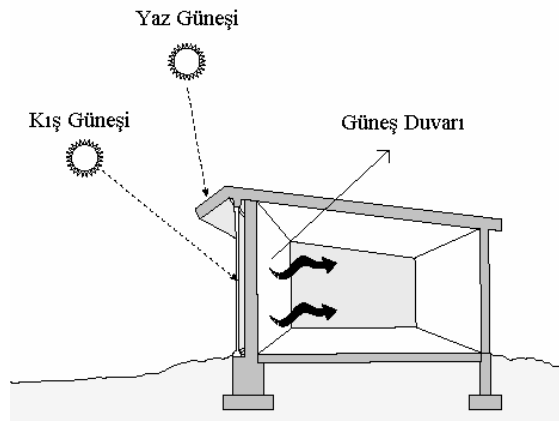
Fotovoltaik paneller giydirme cephelerde spandrel kısımlar gibi güneş kontrolü istenilen bölgelerde de kullanılabilir. Bu bağlamda, giydirme cephe, çift cephe sistemleri vb. uygulamalara entegre edilebilmektedirler (Şekil 4.71).



Şekil 4.71 Giydirme cephede fotovoltaik panel kullanımı (URL-55)



Cephe duvarlarında yenilenebilir enerji kaynaklarından yararlanmak için kullanılan tekniklerden bir diğeri olan güneş duvarları (trombe duvarı), beton, tuğla, taş, kerpiç gibi malzemelerin yanında su tanklarından da imal edilebilen ve güneş ısısını en yüksek düzeyde soğurabilmek amacıyla koyu bir renkle boyanmış duvarlardan oluşturulmaktadır. Binaların güney cephesine yerleştirilen bu duvarların dış yüzü, bir miktar hava boşluğu kalacak şekilde tek veya çift cam ile kapatılmaktadır. Camdan geçen güneş ışınımı hem duvar tarafından soğurulmakta ve duvarı ısıtmakta, hem de cam ile duvar arasındaki hava tabakasını ısıtmaktadır. Duvarla cam arasında kalan ısı, duvarın alt ve üst kısımlarına açılan transfer kanallarından yayılım yoluyla iç hacime iletilmektedir. Güneş duvarının çalışma prensibi Şekil 4.72’de gösterilmektedir.



Şekil 4.72 Güneş duvarı çalışma prensibi (Tunçalp ve diğ., 2002)

Uzun yıllar süren araştırmalar sonucunda geliştirilen güneş duvarı, %70'lere varan verimliliği ile yenilenebilir enerji kaynaklarından yararlanılarak hazırlanan sistemler arasında, en yüksek verimliliğe sahip sistemlerden biridir (Tunçalp ve diğ., 2002).

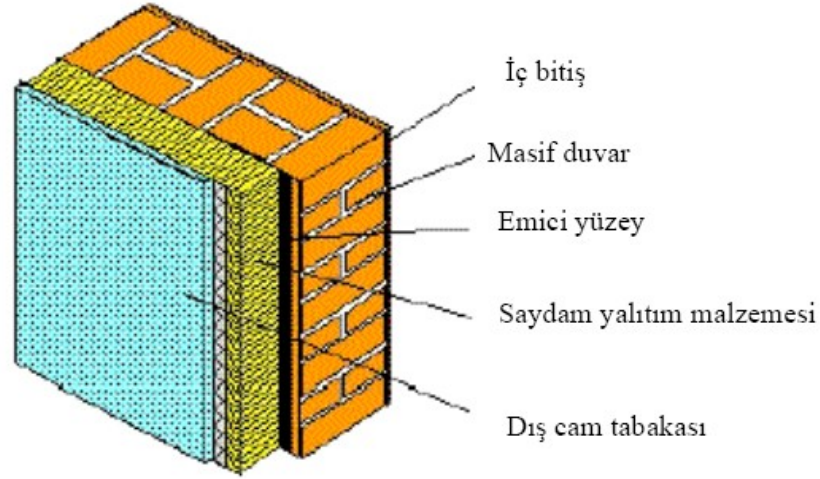
Günümüzde, güneşten pasif ısıtma sağlamaya yönelik olarak kullanılan en güncel uygulamalardan birisi saydam yalıttır (TI). Isı kayıplarının azaltılmasında kullanılan opak yalıtım malzemeleri ile ısıtma gerektiren dönemlerde güneş enerjisinden ek bir ısı kazanımı sağlamak mümkün değildir. Buna çözüm olarak dış duvar kuruluşlarında ısı yalıtımı ve ışık geçirgenlik özelliği olan saydam yalıtım malzemesi uygulanmaya başlamıştır. Saydam yalıtım uygulaması ile duvarın ısı

direncinin artırılmasının yanı sıra mekanların ısıtılmasında güneş enerjisinden yararlanmak mümkün olmaktadır (Özbalta ve diğ., 2003).

Optik olarak yarı saydam olan ve saydam yalıtım olarak anılan gerecin en önemli özelliklerinden biri, ısı yalıtımı yapmasının yanı sıra güneş ışınlarını en az % 40 oranında geçirerek masif duvara iletmesidir. Yalıtım ve ışın geçirgenlik saydam yalıtım gerecinin önemli iki özelliğidir. Ancak saydamlık ve yalıtım özellikleri birbirini ile ters orantılıdır. Literatürde saydam yalıtım malzemeleri için güneş ışınımı geçirgenliği ( $\tau$ )  $\geq 0.40$  ve ısıl iletkenlik  $k \leq 1.0$  W/m<sup>2</sup>K olarak kabul edilmektedir. Özbalta ve çalışma arkadaşlarının (2003) yaptığı bir araştırma sonucu, saydam yalıtımın duvarların enerji depolama özelliğini %12.7 oranında iyileştirdiği gözlenmektedir. Yeşildal ve Koçlar Oral'ın (2004) İstanbul için yaptığı bir çalışmada, ısıtmanın istendiği dönemde 0.040 m kalınlığında saydam yalıtım malzemesi kullanımı ile %45 enerji tasarrufu, 0,122 m kalınlığında saydam yalıtım malzemesi kullanımı ile %88 enerji tasarrufu sağlandığı görülmüştür.

Saydam yalıtımlı duvar kuruluşlarında sistemin etkinliği yalıtım gerecinin strüktürel yapısına ve düzenlenme yönüne bağlı olarak değişmektedir. Güneşten sağladıkları ısı kazancına yönelik performansları ve strüktürel nitelikleri bağlamında saydam yalıtım malzemeleri; katmanları emici yüzeye paralel düzenlenen malzemeler, petek dokulu veya kapiler tüpler, homojen (aerojel ve jel) yapılı malzemeler şeklinde gruplandırılabilir (Kartal, 2009).

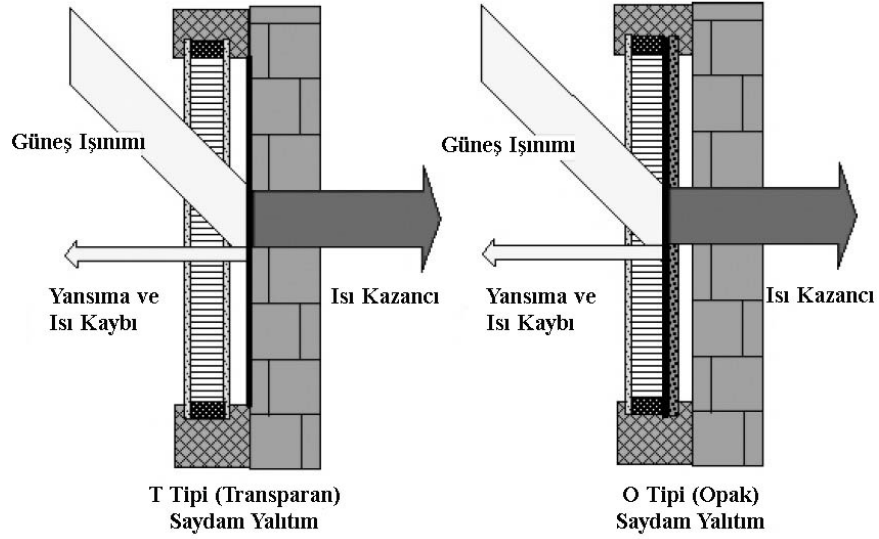
Yenileme projelerinde saydam yalıtım malzemeleri; güneşe doğru (örneğin güney) yönelmiş, yüksek yoğunluklu, yalıtılmamış duvarlara uygulanmalıdır (Şekil 4.73). Uygun duvar malzemesi sistem performansı için önemlidir. Ayrıca sistemlerin boyutlandırılması, projenin bütçesi ve her projenin ana amacı dikkate alınarak yapılmış olup, enerji kazançları basit simülasyon hesapları ile ortaya konulmalıdır. Saydam yalıtımlı duvar kuruluşları, genelde soğuk iklimli ve güneş ışınım şiddeti yüksek bölgelerde ısıtma gereksinimini daha verimli şekilde karşılamaktadır (Kartal, 2009).



Şekil 4.73 Saydam yalıtım malzemesi uygulanmış bir dış duvarın katmanlaşma yapısı (Yeşildal ve Oral, 2004)

Bu sistemlerin en önemli sakıncası yüksek ilk yatırım maliyetleridir. Bunu azaltmak için çok katmanlı saydam plastik levhaların cam saydam yalıtım elemanlarının yerine kullanımı araştırılmaktadır. Ayrıca, saydam yalıtım uygulamaları yaz döneminde masif duvar kütlelerinde aşırı ısınma sorununa neden olabilmektedir. Buna çözüm olarak doğal havalandırma, güneş kırıcı elemanların kullanımı veya ısıl kütlelerin artırılması önerilmektedir (Kartal, 2009).

Aşırı ısınmayı engellemek için kullanılabilen diğer bir yöntem de saydam yalıtımın kuruluş şeklini değiştirmektir. Şekil 4.74'te saydam yalıtımın iki farklı çeşidi gösterilmektedir. Bunlardan T (transparan) tipi olan uygulamada yalıtım malzemesi yüksek derecede transparandır ve güneş ışınımı yalıtımın arkasındaki duvar tarafından soğurulmaktadır. O (opak) tipi olan saydam yalıtım uygulamalarında, yalıtım malzemesinin arka yüzünde solar kolektör tarzı bir soğurucu bulunmaktadır. Güneş ışınımı bu malzeme tarafından emilmekte, ısı kazançlar yalıtım malzemesinin arkasında bulunan hava tabakasından ışıma ve konveksiyon yoluyla duvara geçmektedir. Bu tip saydam yalıtım uygulamalarında ihtiyaç duyulduğunda hava boşluğunun havalandırılması yöntemiyle aşırı ısınma probleminin önüne geçilebilmektedir (Hastings ve Wall, 2007).



Şekil 4.74 T ve O tipi saydam yalıtım uygulamalarının çalışma prensiplerinin şematik gösterimi (Hastings ve Wall, 2007).

#### 4.7.2 Pencerelelerde Kullanılan Teknikler

Saydam ve saydam olmayan bölümler içeren pencere elemanlarında, gelişen teknoloji sayesinde, güneş enerjisinden yararlanmak mümkün olmaktadır. Geliştirilmiş fotovoltaik paneller ve yoğunlaştırılmış entegre güneş sistemleri duvar boşluklarına yerleştirilebilen sistemlerdir.

Bölüm 4.7.1’de tanıtılan fotovoltaik paneller, geliştirilmekte olan sistemler sayesinde, pencerelerde gün ışığı geçirimi istenilen bölgeler olan cam ünitelerinde kullanılabilir. BIPV sınıfına giren bu camlar enerji üretimine katkı sağlayan yapı malzemeleri olarak görülmektedir. Piyasada kullanılmakta olan fotovoltaik paneller ile iç ve dış mekan arasında net bir görsel ilişki sağlanamazken, aydınlatma gücü ve görsel ihtiyaçlara bağlı olarak %10-20-30 saydamlık derecelerinde üretilebilmekte olan saydam fotovoltaik camlar ile hem güneş enerjisinden elektrik üretmek hem de dış ortamla kesintisiz görsel bağlantı sağlamak mümkün olmaktadır (URL-56) (Şekil 4.75). Diğer yandan panellerin saydamlığını arttırmak üzerine yapılan çalışmalar hala devam etmektedir. Kaliforniya Üniversitesi tarafından

geliştirilen, insan gözüne göre % 70 saydamlıkta yeni bir çeşit polimer solar hücre, gelecek vaat eden çalışmalardan biridir.

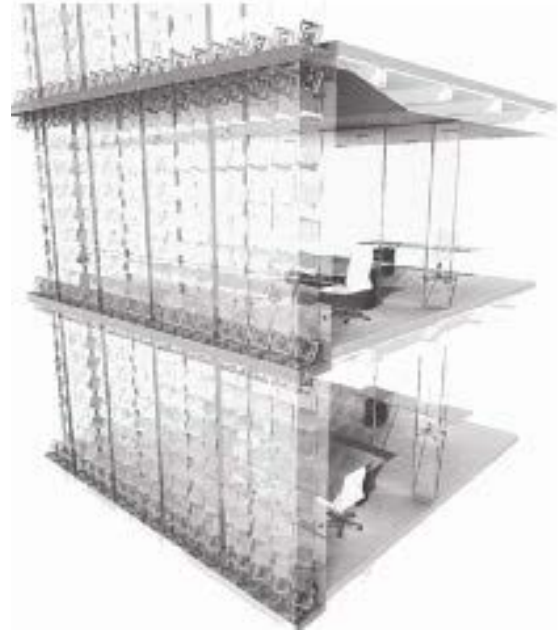


Şekil 4.75 Saydam fotovoltaik cam ünitesinin görünümü (URL-57).

PV cam ünitelerinin kullanıldığı pencere sistemleri sağlamlaştırılmış cam, çok katmanlı fotovoltaik tabakalar ve yalıtımlı doğramalardan oluşmaktadır. Bu pencere sistemleri 80-250 W elektrik üretebilmektedir. (Manav ve diğ., 2009). BIPV camlar için çeşitli renk, boyut ve kalınlık seçenekleri üreticiler tarafından sağlanmaktadır (URL-56).

Pencere boşluklarına yerleştirilebilen, yoğunlaştırılmış entegre güneş sistemleri, güneş enerjisini elektrik enerjisine çevirmekte kullanılan sistemlerden bir diğeridir (Şekil 4.76). Bu sistemler, fotovoltaik hücrelerin enerji üretimi ve yüksek kalitede ısı yakalama özelliklerinin binanın soğutma ve aydınlatma yükünü azaltacak şekilde kombinasyonu ile, binaların toplam enerji tüketimini azaltacak biçimde güneş enerjisinden yararlanmasını hedeflemektedir. Standart fotovoltaik (PV) panellerin cephede kullanımıyla ilgili en büyük sorun estetik ve yüksek verimlilik almak için çok miktarda PV panelin düzenlenmesi gerekliliğidir. Yoğunlaştırılmış güneş enerjisi teknolojisi ile gün ışığı ve manzaradan yararlanarak, pencerelerde elektrik enerjisi üretmek mümkün olmaktadır. Çift katmanlı cephenin de kullanımıyla ısı, yapı kabuğundan içeri transfer olmadan uzaklaştırılabilmektedir. Standart PV panellerde

%40 olan güneş enerjisinden yararlanma oranı bu sistemde %80' e kadar yükselmiştir (Guiney ve Hart, 2008; Wang, 2010).



Şekil 4.76 Mimarlık Bilim ve Ekoloji Merkezi (The Center For Architecture Science And Ecology) tarafından geliştirilmiş, yoğunlaştırılmış entegre güneş sistemi (Wang, 2010)

## 5. ÖRNEKLER

Bu bölümde, 2000 yılından günümüze uygulanmış yenileme projeleri üzerinden, yenileme gereksinimine bağlı olarak cephelerin iyileştirilmesinde kullanılmış teknikler örneklenmektedir.

### 5.1 APARTMAN BLOKLARI YENİLEME PROJESİ, LİNZ, AVUSTURYA

#### PROJE KÜNYESİ

**Konumu:** Linz, Avusturya

**Fonksiyonu:** Konut

**Kat adedi:** 5

**Yapım yılı:** 1957

**Yenileme yılı:** 2005

**Yenileme projesinin mimarı:** Ingrid Domenig-Meisinger (ARCH+MORE ZT GmbH)

**Yenileme nedenleri:** Isıl performansı arttırmak, yenilenebilir enerji kaynaklarından faydalanmak, iç mekan hava kalitesini yükseltmek, akustik performansı arttırmak

**Cephe yenileme teknikleri:** Pencere elemanlarının değişimi, duvarların saydam yalıtım içeren prekast panellerle kaplanması, balkonların kapatılması

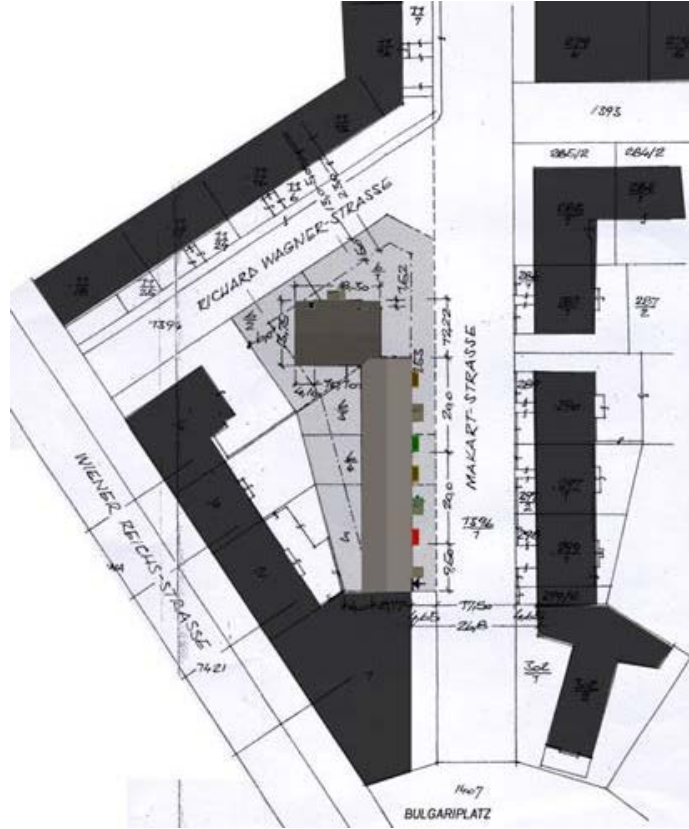


Şekil 5.1 Solda proje künyesi; sağ üstte apartman bloklarının yenileme geçirmeden önceki görünüşü, sağ altta apartman bloklarının yenilemeden sonraki görünüşü (Kopeinig, 2012)



### 5.1.1 Binanın Yenilenmeden Önceki Durumu ve Yenileme Gereksinimi

Proje alanı Avusturya'nın Linz şehrinde, şehir merkezine çıkan ana güzergah üzerindeki Makartstrasse caddesinde bulunmaktadır. Bu beş katlı apartman blokları 1957 yılında inşa edilmiştir. Kuzey-güney yönelimine sahip olan blokların güney cephesi komşu binayla bitişik nizamda yapılmış, kuzey cephesi ise önü açık bir şekilde Richard Wagner Strasse'ye bakmaktadır (Şekil 5.2). Dış duvarlar yalıtımsız olarak 30 cm kalınlığında yerinde dökme betondan imal edilmiştir ve U-değeri yaklaşık 1,4 W/m<sup>2</sup>K'dir. Orijinal çift cam pencerelerin U-değeri ise yaklaşık 2,8 W/m<sup>2</sup>K'dir. Bodrum katın tavan döşemesinde sonradan uygulanmış yalıtım bulunmaktadır. Makartstrasse caddesinin yoğun trafiğinden kaynaklanan yüksek gürültü nedeniyle bu caddeye bakan cephedeki pencereler açılmamaktadır. Aynı şekilde balkonlar da kullanılmamaktadır (Kopeinig, 2012).



Şekil 5.2 Yenileme projesinde ele alınan apartman bloklarının vaziyet planı, Makartstraße, Linz, Avusturya (Domenig, 2012).



Bu proje Avusturya'da çok katlı bir binanın, pasif ev (yüksek derecede enerji etkin bina) standartlarına getirilmesi için yapılmış ilk yenileme çalışmasıdır. Bu nedenle bundan sonra yapılacak yenileme çalışmalarına örnek olması amaçlanmıştır. Bu yenileme projesinde; binanın ısı performansını artırarak, ısıtma masraflarını minimuma indirmek, optimize edilmiş havalandırma ile en iyi hava kalitesini yakalamak, yüksek düzeyde prefabrikasyon seviyesine ulaşmak, yenilenebilir enerji kaynaklarından faydalanmaya yönelik sistemlerin binaya entegrasyonu ile ekolojik bir yenileme sağlamak ve bunları kullanıcıları rahatsız etmeden uygulamak hedeflenmiştir (Kopeinig, 2012).

### 5.1.2 Yenileme Projesinde Kullanılan Teknikler

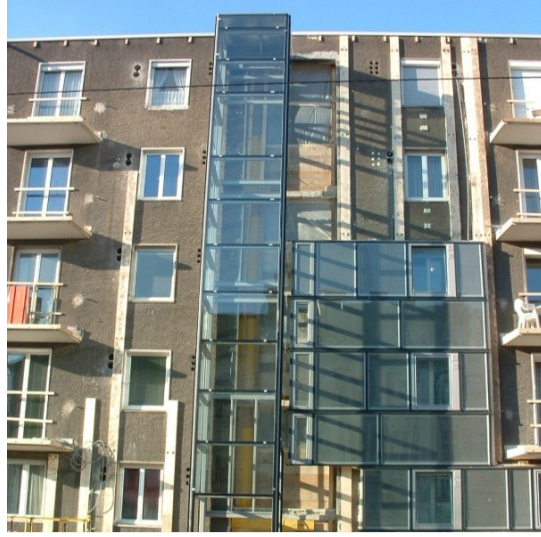
Projede amaçlanan hedeflere ulaşmak için binanın cephesi, mekanik sistemleri ve döşemelerine müdahalede bulunulmuştur (Şekil 5.3). Bu müdahalelerden biri, binanın cephesinde, bordum ve çatı döşemesinde kesintisiz devam edecek şekilde ısı yalıtımı yapılmasıyla binada termal bir kabuk oluşturulmasıdır. Böylece binada ısı köprülerinin engellenmesi ve yapı kabuğunda hava geçirmezliğin oluşması sağlanmıştır.



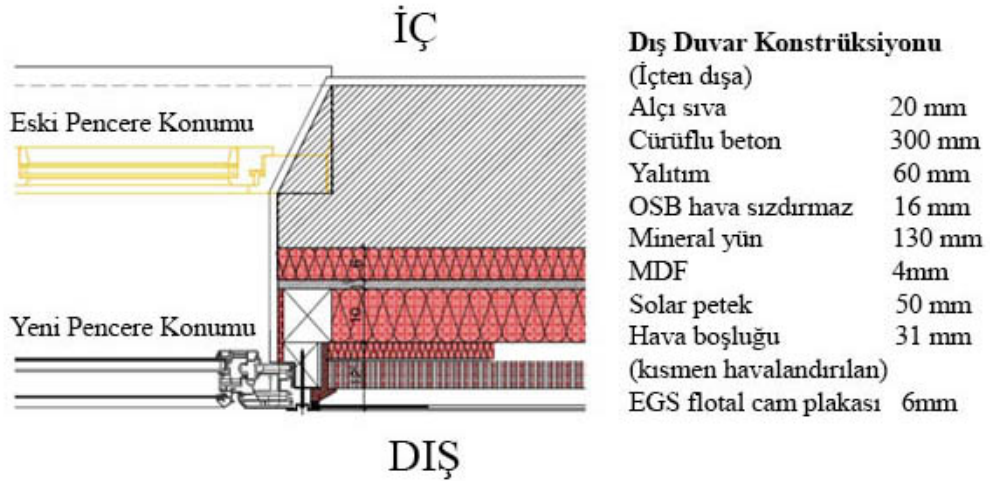
Şekil 5.3. Apartman bloklarının planı ve kesitinde yenileme yüzeylerinin gösterimi (Grünwald ve Rottensteiner, 2010).

Dış duvarlarının yenilenmesinde, projede hedeflenen yüksek prefabrikasyon düzeyinin elde edilmesini sağlayacak cephe panelleri kullanılmıştır (Şekil 5.4). Bir

daire genişliğinde ve bir kat yüksekliğindeki bu paneller, saydam yalıtım malzemeleri ve pencereleri monte edilmiş, mekanik havalandırma sistemi için havalandırma kanalları açılmış olarak montaja hazır bir şekilde fabrikadan getirilip, mevcut duvara tespit edilmiştir. Şekil 5.5'te prefabrike cephe paneli monte edilmiş mevcut beton duvarın en kesiti görülmektedir.



Şekil 5.4 Monte edilmiş prefabrike cephe panelleri



Şekil 5.5 Prefabrike cephe paneli monte edilmiş mevcut beton duvarın en kesiti (Grünwald ve Rottensteiner, 2010)

Cephe panelinde kullanılan saydam yalıtım, güneş ışınımını absorbe ederek duvarın dışında, iç mekan ve dış iklim sıcaklıkları arasında ılık bir alan oluşturmaktadır. Böylece bina neredeyse hiç ısı kaybının yaşanmayacağı ve yeni ısı üretimine ihtiyaç duyulmayan ılık bir iklim kuşağına yerleştirilmiş olmaktadır (Kopeinig, 2012).

Cephede yapılan yenilemelerden bir diğeri de mevcut çift camlı pencerelerin sökülüp, yeni cephe paneline monte edilmiş halde gelen üç camlı pencerelerle değiştirilmesidir. Yeni kullanılan pencerelerde cam plakaları arasına entegre edilmiş gölgeleme elemanları bulunmaktadır. Pencerenin dış yüzeydeki cam plakası kamaşmayı engelleyen ve camın kendi kendini temizlemesini sağlayan bir kaplama ile kaplanmıştır. 44 dB ses geçirmezlik değeri olan yeni pencereler, binanın akustik performansının iyileştirilmesinde de etkili olmuştur (Domenig, 2009).

Diğer yandan balkonlarda kullanılan fransız pencereler değiştirilmemiştir. Bunun nedeni kullanılmayan balkon alanlarının genişletilip kapatılmış olmasıdır. Bu durum gürültü kontrolü ve ısı yalıtımı sağlamaktadır. Binanın kuzey tarafındaki balkonların parapetlerinde renkli alüminyum paneller gölgelik olarak kullanılmıştır (Domenig, 2009).

Binanın mekanik sisteminde yapılan yenilemeler ise gaz ile merkezi olarak ısıtılan apartmanların bölgesel ısıtma sistemine bağlanmaları ve her odaya ters akımlı ısı dönüştürücülü mekanik havalandırma sistemi takılmasıdır.

### **5.1.3 Yenileme Projesinin Değerlendirmesi**

Yapılan yenileme çalışmaları sonucunda ısıtılan alan  $2755,68\text{m}^2$ 'den  $3106,11\text{m}^2$ 'ye yükselmiş, buna karşın yıllık ısınma enerjisi ihtiyacı  $179\text{ kWh/m}^2$ 'den  $14,4\text{ kWh/m}^2$ 'ye düşürülmüştür. Su ve iç mekanı ısıtmak için harcanan enerji %78 oranında azalmıştır. U değerlerinde görülen değişim; duvarlarda  $1,4\text{ W/m}^2\text{K}$ 'den saydam yalıtımın dinamik yapısına bağlı olarak  $0,16-0,08\text{ W/m}^2\text{K}$ 'e; pencerelerde  $2,98\text{ W/m}^2\text{K}$ 'den  $0,95\text{ W/m}^2\text{K}$ 'e düşüş şeklindedir (Grünwald ve Rottensteiner, 2010).

Binaların çevresel etkilerinin göstergesi olan CO<sub>2</sub> salımı ise yıllık 160 tondan 14 tona inmiştir. Kazanımlar mali olarak incelendiğinde 59,17 m<sup>2</sup> bir dairenin aylık ısıtma giderlerinin 40,8€dan 4,73€ya indiği görülmektedir. Bu tasarruf aynı dairenin aylık kirasının yaklaşık %15-20'sine denk gelmektedir (Domenig, 2009).

## 5.2 ALBATROS KONUT BİNASI YENİLEME PROJESİ, DEN HELDER, HOLLANDA

### PROJE KÜNYESİ

**Konumu:** Den Helder, Hollanda

**Fonksiyonu:** Konut (önce), Ofis (sonra)

**Kat adedi:** 7

**Yapım yılı:** 1972

**Yenileme yılı:** 2004(projelendirme)-2006 (bitiş)

**Yenileme projesinin mimarı:** -

**Yenileme nedenleri:** Isıl performansı arttırmak, yenilenebilir enerji kaynaklarından faydalanmak, iç mekan konfor koşullarının sağlanması (aydınlıkta, havalandırma vb.)

**Cephe yenileme teknikleri:** pencerelerin cam ve çerçevelerinin değiştirilmesi, mevcut duvarlara yalıtım ve kaplama malzemesi uygulanması, cepheye ek bir kabuk montajı.



Şekil 5.6 Solda proje künyesi; sağ üstte binanın yenileme geçirmeden önceki görünüşü; sağ altta binanın yenilemeden sonraki görünüşü (URL-58)

### 5.2.1 Binanın Yenilenmeden Önceki Durumu ve Yenileme Gereksinimi

Albatros olarak adlandırılan bina kuzey Hollanda'da deniz kenarında yer alan simgesel bir binadır. Orjinal bina 1972 yılında Hollanda Kraliyet Donanması subaylarının kullanımına sunulmak üzere konut yapısı olarak inşa edilmiştir.

Donanma, yerine yeni bir ofis binası yapılması için mevcut binayı yıkmaya niyet etmiş; ancak yapılan yaşam döngüsü analizleri sonucu ihtiyaç duyulan ofis alanının elde edilmesi için en uygun maliyetli çözümün mevcut binanın yenilenmesi olduğu kararına varılmıştır (URL-58). Toplam 4400 m<sup>2</sup> inşaat alanına sahip olan bina 7 katlıdır ve giriş katında toplantı odaları, resepsiyon ile sirkülasyon mekanları bulunmaktadır. Doğu-batı aksına yönlendirilmiş binanın orijinal cephesi yalıtımsız duvarlar ve tek camlı alüminyum doğramalardan oluşmaktadır (U-değeri 6.2 W/m<sup>2</sup>K) (Kurstjens ve diğ., 2004). Binanın yapay aydınlatma sistemi yetersiz durumdadır. Isıtma sistemi radyatörler ve gaz yakıtlı kazandan oluşmaktadır. Mekanik havalandırma sisteminde ısı geri kazanımı yoktur.

Bu projede amaç karmaşık olmayan ve düşük teknolojiyle sürdürülebilir ve sağlıklı bir bina geliştirmektir. Bunu sağlamak için proje, Değerli Mimari Simgelerin Çevresel Yaşayabilirliğinin İyileştirilmesi İçin Yenilenmesi (REVIVAL) adlı bir Avrupa konsorsiyumunun parçası haline gelmiştir (Kurstjens ve diğ., 2004). Yenileme projesinde öncelikli hedef, yürürlükteki yeni yapım yönetmeliklerinin belirlediği değerlere oranla, enerji talebinin % 30 azaltılmasıdır. Bu nedenle enerji ihtiyacının %30'unun yenilenebilir enerji kaynaklarından tedarik edilmesi veya binanın ısı performansını artırılarak toplam enerji ihtiyacının %50 azaltılması amaçlanmıştır. Binanın kullanımının konuttan ofise dönüşmesi ve bu sebeple artan kullanıcı yoğunluğu, kullanıma uygun gün ışığı aydınlatması sağlanması ve enerji etkin havalandırma ihtiyacını doğurmuştur. Bu bağlamda yenileme çalışmaları sonrasında iç mekan koşullarının, tüm yeni yapım kriterlerine uygun olması istenmiştir. Kullanıcıların talep listesindeki önemli bir unsur da her odada açılabilir pencerelerin bulunmasıdır. Son olarak yenileme projesinde maliyet aşımı minimize edilerek, çalışmanın ekonomik olma şartı ön planda tutulmuştur (Baker, 2009).

### **5.2.2 Yenileme Projesinde Kullanılan Teknikler**

Yenilemede kullanılacak tekniklerin seçimi, projelendirme aşamasında hazırlanan stratejilerin değerlendirilmesine bağlı olarak yapılmıştır. Projelendirme aşamasında geliştirilen stratejiler şunlardır (Kurstjens ve diğ., 2004):

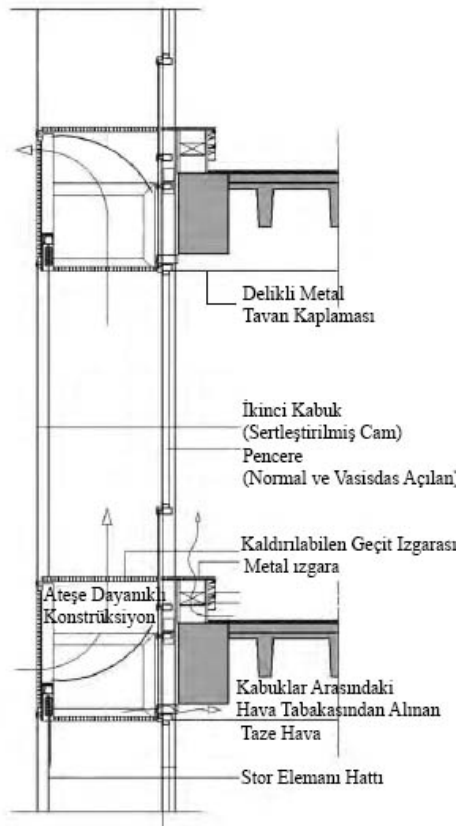
- **Sağlamlaştırma:** Cephede kullanılan cam ve alüminyum çerçevenin ısı performansının artırılmasıyla binanın kullanım ömrünü 10 yıl uzatmaktadır.
- **İyileştirme:** Yapı kabuğunun ısı performansının ve tesisat sisteminin verimliliğinin artırılması için yapılan çalışmaları kapsar. Bu stratejinin uygulanması bina ömrünün 25 yıl uzatılması sağlamaktadır.
- **Binayı soymak:** Taşıyıcı sistem haricinde binadaki tüm yapı alt sistemleri yıkılıp yenilenmekte, binanın kullanım ömrü 40 yıl uzamaktadır.
- **Yeni yapım:** Binanın tamamen yıkılıp yeniden yapımıdır. Yeni binanın öngörülen kullanım süresi 40 yıldır.

Stratejilerin değerlendirilmesi sırasında, kalite ve çevresel etki arasındaki doğru dengeyi sağlayabilmek amacıyla, hesaplama aracı olarak **Eco Quantum** kullanılarak, yaşam döngüsü analizi yapılmıştır. Kullanıcının binanın kullanım ömrünün 40 yıl uzatılması isteği de göze alınarak; malzeme, enerji ve su kullanımına bağlı olarak yapılan çevresel performans değerlendirmesi ve kullanım ömrüne bağlı çevresel performans değerlendirmesinin sonucunda iyileştirme stratejisinin, bazı ek tasarımları da içerecek şekilde kullanılmasına karar verilmiştir (Kurstjens ve diğ., 2004). Değerlendirmeler sonucu alınan tasarım kararları şu şekildedir (Baker, 2009):

- Mevcut cephede bulunan cam ve alüminyum çerçeve toplam U değeri 2,2 W/m<sup>2</sup>K olacak şekilde yenileriyle değiştirilmesi;
- Mevcut cepheye gölgeleme elemanı içeren yeni bir kabuk eklenmesi;
- Dış duvarlara, U değeri 0.3-0.4 W/m<sup>2</sup>K olacak şekilde, dış yüzeylerinden köpük yalıtım malzemesi uygulanması ve seramik malzemeyle kaplanması;
- Bağımsız hava menfezleri yardımıyla oluşturulan, rüzgar basınçlı pasif havalandırma sisteminin kurulması;
- Bina yerleşkesinde bulunan güç istasyonundan sağlanan atık ısı ile merkezi ısıtma sağlanması;
- Ofislerin konvektörlerle ısıtılması;
- Yapay aydınlatma sisteminin foto sensitif reflektörlerle kontrolüyle, aydınlatma kapasitesinin 12 W/m<sup>2</sup>'ye çıkartılmasıdır.

Projede, az miktarda yeni malzeme kullanımıyla iyi enerji performansı gösteren düşük teknolojili enerji konseptini yakalamak için tasarımcılar cephe üzerine odaklanmıştır. Değerlendirmeler sonunda pasif enerji kullanımında en çok olanağı cephe sistemi yenilemesinin sağladığı sonucuna varmıştır. Ancak, mevcut kabuğun tamamen yenilenmesinin proje bütçesinin karşılayamayacağı kadar pahalıya mal olacağı hesaplanmıştır. Bu nedenle mevcut cephenin üzerine yeni bir kabuk monte edilmiştir.

İkinci kabuk, mevcut çelik balkon strüktürüne alüminyum çerçevelerle asılmıştır. Fakat öncelikle çelik strüktür sökülerek cephe yüzeyindeki soğuk köprülerin yalıtımı yapılmıştır. İkinci kabuğun % 66'sı sertleştirilmiş tek camdan, % 34'ü ise bina enerji yönetim sistemi tarafından kontrol edilen havalandırma ızgarasından oluşmaktadır (Baker, 2009). Şekil 5.7'de mevcut kabuk ve ikinci kabuk ilişkisi gösterilmektedir.



Şekil 5.7 Solda, ikinci kabuk, havalandırma boşluğu ve mevcut kabuk ilişkisini gösteren kesit; sağda, uygulamadan sonra ikinci kabuk ile mevcut kabuk arasındaki havalandırma boşluğundan görünüm (Baker, 2009).



İkinci kabuk sistemi havalandırmada kullanılan havaya ön ısıtma yaparak ve mevcut ısı köprülerini kaldırarak cephenin kış mevsimindeki genel ısı performansını önemli ölçüde artırmaktadır. Yaz mevsiminde ise ikinci kabuğa monte edilmiş, rüzgardan bağımsız çalışan pasif havalandırma sistemi, bina kütlelerinin gece saatlerinde havalandırılarak soğutulmasını sağlamaktadır. Ayrıca kabuklar arasındaki tampon bölgeye monte edilmiş gölgeleme elemanları olan panjurlar, güneş ışınımı  $200\text{W/m}^2$ 'den yüksek olduğunda otomasyon sistemi tarafından kapatılarak güneş kontrolü sağlamaktadır.

Kabuklar arasındaki hava boşluğundan kaynaklanan, komşu ofis alanları arasındaki istenmeyen ses transferleri, tavan kaplaması ile döşeme arasındaki boşluğa gürültü emici yalıtım malzemelerinin uygulanmasıyla minimuma indirilmiştir.

İkinci kabuğun, binanın aydınlatılmasının gün ışığı kullanımı ile sağlanması konusunda ise olumsuz bir etkisi vardır. Mevcut binanın gün ışığı kullanım potansiyeli, cephesinin %65'inden fazlasının cam malzemedeki oluşması ve ofis alanlarının derinliğinin 5 m'yi geçmemesi nedeniyle oldukça fazladır. Fakat ikinci kabuk ile birlikte gelen havalandırma ızgarası ve tampon bölgeye eklenmiş panjurlar gün ışığı alımını belirgin şekilde engellemektedir.

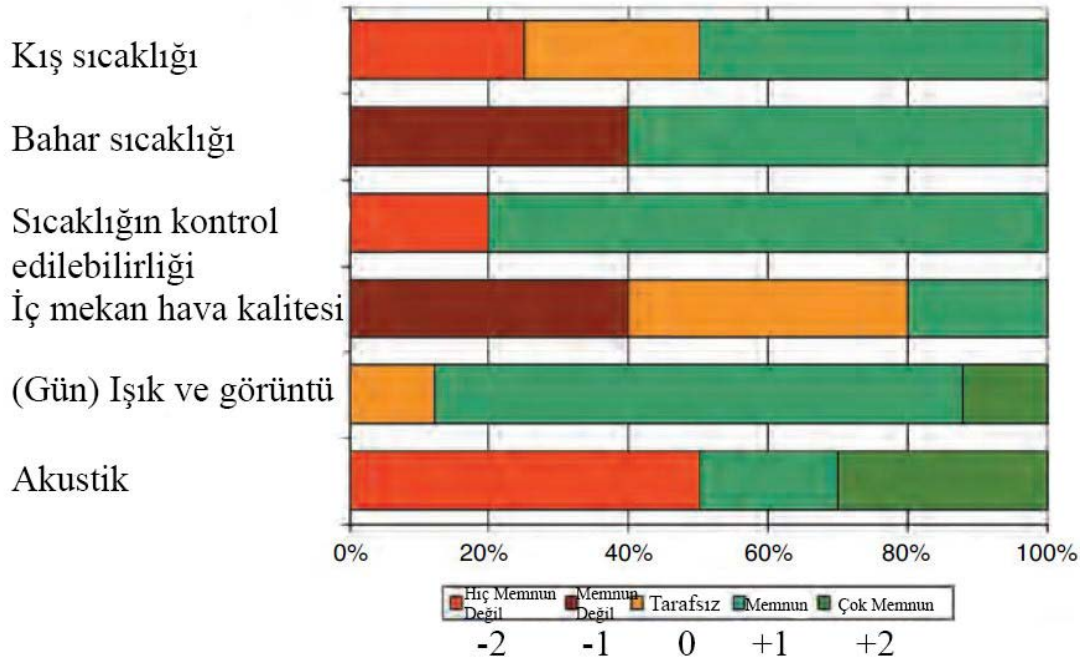
### 5.2.3 Yenileme Projesinin Değerlendirmesi

2006 yılında tamamlanan yenileme projesi sonrasında Ekim 2006-2007 tarihleri arasında binada harcanan ısı ve elektrik enerjisi izlenmiştir (Tablo 5.1). Ayrıca kullanıcılara iç mekan konfor koşullarıyla ilgili bir anket yapılmıştır (Şekil 5.8).

Tablo 5.1 Ekim 2006-2007 arasında ölçülen enerji kullanımı (kWh) (Baker, 2009).

	ISITMA	HAVALANDIRMA	AYDINLATMA
Albatros tahmin edilen	65	6	15
Albatros ölçülen	154	2.2	3.6
Albatros standart kullanım süresine göre düzeltilen	86	1.2	2.0
Yeni ofis binası	80	8	20
Ortalama ofis binası	150	12	30





Şekil 5.8 Kullanıcı anketi değerlendirme sonuçları (Baker, 2009).

İlk izlenimde ısıtma performansının hayal kırıklığı yarattığı görülmektedir. Ancak yapılan araştırmalar sonucunda bunların uygulamadan kaynaklanan bazı sorunlar nedeniyle olduğu anlaşılmıştır. Bina enerji yönetim sistemi yanlış kurulmuş; dış kabukta bulunan havalandırma ızgarasında ve iç kabukta bulunan yenilenmiş vasistas pencerelerde hava sızdırmazlık sağlanamamıştır. Bu durum kullanıcıların kış aylarındaki düşük sıcaklıklardan ve rüzgarlı hava koşullarında oluşan aşırı gürültüden şikayet etmelerine neden olmuştur. Ayrıca, kabuklar arasında bulunan tampon bölgedeki metal bileşenlerde bulunan küçük delikler borulu org gibi davranarak, gürültü problemini arttırmışlardır.

Genellikle olduğu gibi izleme (monitoring), enerji kullanımında ve kullanıcı memnuniyetinde ciddi etkileri olan bir takım işlev bozukluklarının ortaya çıkarmıştır. Ancak işlev bozukluklarının nedenleri tespit edilmiş ve düzeltilmiştir. İlk etapta görülen bu sorunlar çözüldükten sonra, kullanıcıların genel deneyimi iyileşmiştir ve Donanma binadan memnundur.

### 5.3 APARTMAN BLOĞU YENİLEME PROJESİ, WHITBY, KANADA

#### PROJE KÜNYESİ

**Konumu:** Whitby, Kanada

**Fonksiyonu:** Konut

**Kat adedi:** 6

**Yapım yılı:** 1989

**Yenileme yılı:** 2000-2001

**Yenileme projesinin mimarı:** -

**Yenileme nedenleri:** su ve nem etkisinden korunmak, ısı performansını arttırmak

**Cephe yenileme teknikleri:** su yalıtımı ve hava bariyeri uygulaması, cam ünitelerinin değiştirilmesi, duvar kaplamasının rekonstrüksiyonu



Şekil 5.9 Solda proje künyesi; sağda binanın ön görünüşü (URL-59)

#### 5.3.1 Binanın Yenilenmeden Önceki Durumu ve Yenileme Gereksinimi

1989 yılında inşa edilen 6 katlı bina 929 m<sup>2</sup> taban alanına; 5574 m<sup>2</sup> brüt kat alanına sahiptir. Binada 78 daire; bodrumda 2 kat otopark alanı bulunmaktadır. Otopark alanı 3 cepheden taban alanının dışına doğru genişlemektedir ve üstü asfalt kaldırım ile peyzaj alanı olarak kullanılmaktadır.

Binada 1990'lı yılların ortalarından itibaren su penetrasyonu, küf ve termal sorunlar görülmüştür. Konuyla ilgili ilk incelemeler Morrison Hershfield Limited (MHL) şirketi tarafından 1995 yılında yapılmış ve kagir dış duvarlar ile hava bariyerinden kaynaklanan sorunlar açığa çıkarılmıştır. 1996 yılında yapılan diğer bir denetimde dikme iskeletli duvarların etkili bir hava bariyer sistemine sahip olmadığı ve tuğla duvar kaplamasında etkili bir drenaj düzlemi bulunmadığı tespit edilmiştir. Binaya

uygulanan birçok izolasyonlu cam ünitesi, cam plakaları arasında görülen yoğuşmaya bağlı olarak, görevini düzgün olarak yerine getirememiştir.

Bu duruma çözüm olarak MHL, tuğla duvar kaplamasının yeniden yapımı, pervaz köşelerinin tamiri, duvarlarda yeni bir hava bariyer sisteminin kurulumu, izolasyonlu cam ünitelerinin yenilenmesi ve su yalıtımı tamiratlarının yapılmasını önermiştir. Ancak yapılacak projenin finansmanı sağlanamadığı için çalışmalar 2000 yılına kadar ertelenmiştir.

1999 yılında MHL, çeşitli dairelerde görülen küf oluşumunun sebepleriyle ilgili başka bir araştırma daha yürütmüştür. Yenileme çalışmaları askıya alınmış olduğundan su penetrasyonu sorununun devam ettiği görülmüştür. Döşemeden döşemeye monte edilmiş giydirme cephenin duvarlarla ve aydınlıkla olan ara yüz detaylarında hava sızıntısının belirtisi olarak toz ve küf birikimi tespit edilmiştir. Alçı kaplamaya bitişik olan iç bitiş ara yüzünde küf gelişimi bulunmuştur ve binada çeşitli noktalarda delikler oluşmuştur. İzolasyonlu cam ünitelerinde görülen sorun o kadar artmıştır ki bütün ünitelerin yenilenmesi gerekmektedir. Ayrıca dış tuğla ve blok kaplama üzerinde lokalize alanlarda çiçeklenme yaygınlaşmıştır.

2000 yılında başlanan yenileme çalışmalarında mal sahiplerinin öncelikli hedefi, dairelerin sağlıklı bir şekilde kullanımını etkilemesinden dolayı, küfün ortadan kaldırılmasını sağlamaktır. Diğer önemli hedefler ise iç mekanda ısı konforu arttırmak ve iç yüzeyin sudan daha fazla zarar görmesini engellemek olmuştur. (URL-59).

### **5.3.2 Yenileme Projesinde Kullanılan Teknikler**

Yenileme çalışmaları, dış duvar kurgusunun önemli bir bölümünün yeniden tasarlanması, sökülmesi ve yenisiyle değiştirilmesi işleri ile yalıtımlı cam ünitelerinin yenilenmesi ve iç mekanda küfün azaltılması işlerini içermektedir. Etkili bir hava bariyer sisteminin, tuğla duvar kaplamasına drenaj düzlemi oluşturacak şekilde, duvarın dış yüzünden uygulanması da çalışma kapsamına alınmıştır. Projenin

uygulanması sırasında kullanıcı rahatsızlığının minimuma indirilmesi için çalışmaların çoğu binanın dış yüzeyinden yapılmıştır.

Doğu ve batı cephelerindeki duvar kurgusu kısmen sökülerek, bir hava bariyeri sistemi monte edilmiş ve kagir kaplama rekonstrüksiyonu yapılmıştır. Duvar kaplaması ve izolasyon kaldırıldıktan sonra iskelet sistem dikmeleri arasındaki boşluğun durumu değerlendirilmiş ve genel olarak dikmelerin tatmin edici durumda oldukları belirlenmiştir. İç mekan alçı duvar kaplamasının gizlenen yüzündeki küf oluşumunun ne kadar genişlediğini değerlendirmek için dikmeler arasındaki boşlukta yer alan izolasyon tamamen kaldırılmıştır. Küfün açık şekilde gözlemlendiği yerlerde uygulayıcı, polietilen buhar bariyerini kesip açarak, şelak bazlı astar uygulaması yapmıştır (Şekil 5.10, Şekil 5.11). Bu tekniğin seçilmesinin nedeni, bitirme elemanlarının kaldırılması sırasında açığa çıkan küf sporu miktarının minimize edilmesini sağlayacak biçimde, küf oluşumunu örten bir teknik olmasıdır.



Şekil 5.10 Duvarın iç yüzeyinde küf oluşumu (URL-59)



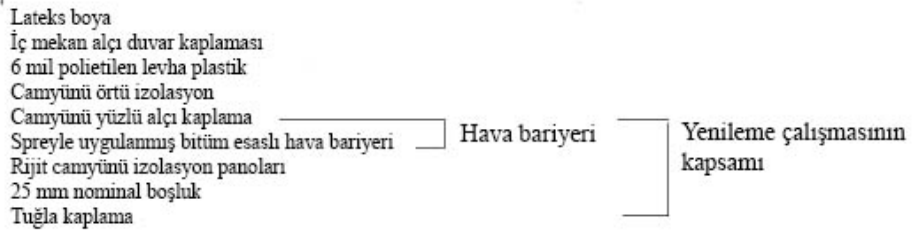
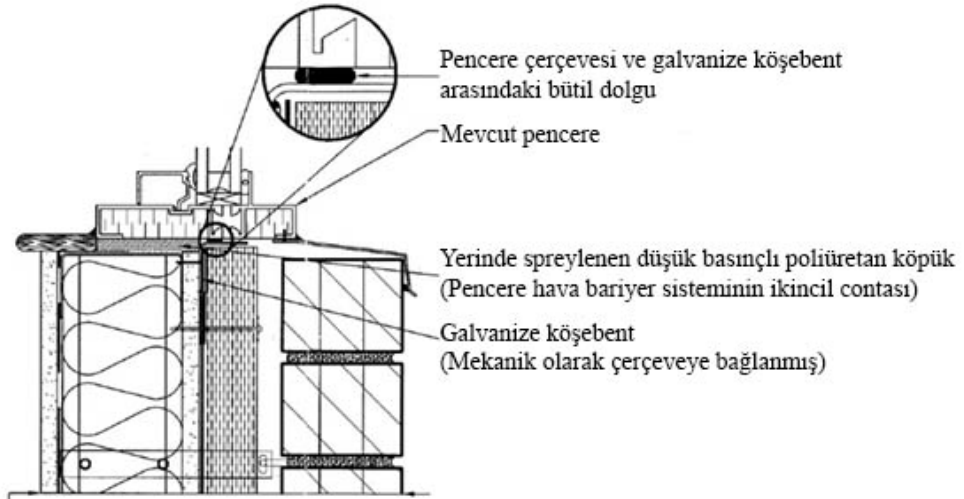
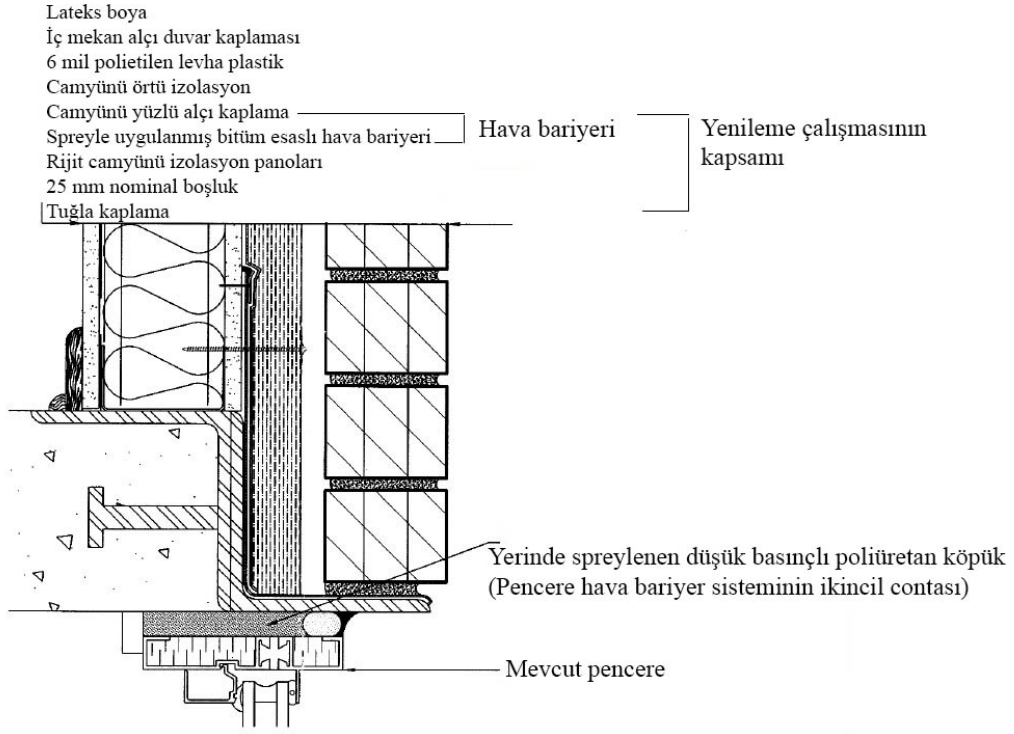
Şekil 5.11 Küf oluşumu tespit edilmiş duvara şelak bazlı astar uygulaması (URL-59)

Sürekli bir hava bariyeri oluşturmak ve olası nemin drenajını sağlamak için uygulayıcı, tuğla duvar kaplamasını kaldırarak yeniden inşa etmek zorunda kalmıştır. Yetersiz durumdaki mevcut hava bariyeri kaplaması, cam hasır yüzü kaplama ve spreyle uygulanan modifiye polimer asfalt hava bariyeriyle değiştirilmiştir. Kendi kendine yapışan bir hava bariyeri/su yalıtımı detayı tasarlanmış ve duvarda sızıntıların olduğu yerler ile pencere çevresine ve pervaz köşelerine uygulanmıştır.

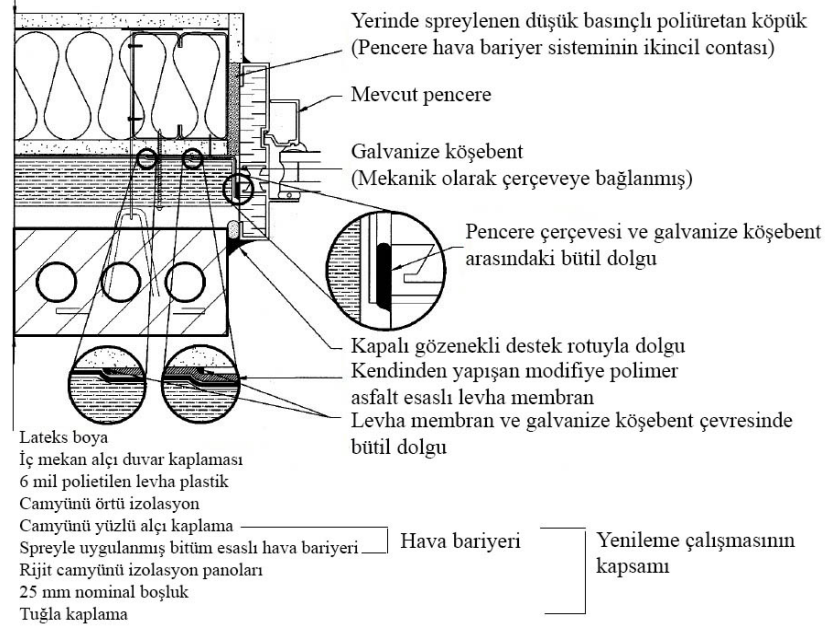
Kuzey ve güney cephesindeki duvarlarda iç duvar eteğinin yenilenmesi gerekmiştir. Bu uygulama, tuğla kaplamanın ilk iki dizisi kaldırılarak, kendinden yapışan su geçirmez membranın duvar eteğine eklenmesi şeklinde olmuştur. Aydınlığın yükseldiği kalkan duvarlarda çok sayıda tuğla kaplama elemanının yenilenmesi gerekmiştir. Yeni tuğla kaplamada kullanılan kaplama malzemesi, eski kaplamada kullanılanlarla aynı boyutlarda değildir. Bu nedenle duvarda devamlılığın sağlanması açısından bu bölgenin yenilenmesinde batı cephesindeki kaplamanın sökümünden kalan kaplama malzemeleri kullanılmıştır.

MHL'nin yenileme çalışmasının ilk aşamalarında pencere sistemine yaptığı su testleri, pencere çerçevelerinin makul derecede su sızdırmaz olduğunu ortaya koymuştur. Pencere çerçevelerinin mevcut durumunun tatmin edici olduğunun ortaya konulmasıyla, pencere sisteminin önümüzdeki 20-30 sene yenilenmeye ihtiyacı olmadığı belirlenmiştir. Bu nedenle, pencerelerin hava bariyer sistemine yapılacak en önemli eklentilerin, çevrelerine galvanize çelik köşebentlerin monte edilmesi ve bunların butil ile doldurulması olduğuna karar verilmiştir. Ayrıca pencerelerin çerçeveleri spreyle uygulanan poliüretan köpükle doldurularak, çerçevelerle etkili bir hava bariyeri birleşimi oluşturulmuştur. Diğer yandan, pencere sisteminde bulunan yalıtımlı cam üniteleri yoğuşma nedeniyle etkinliğini kaybettiğinden değiştirilmeleri gerekmiştir.

Şekil 5.12'de binanın pencere kesit detayları; Şekil 5.13'te ise pencere duvar birleşimi plan detayı, uygulanan yenileme projesinin kapsamını belirtir şekilde gösterilmektedir.



Şekil 5.12 Üstte pencere tavan döşemesi kesit detayı; altta pencere duvar birleşimi kesit detayı (URL-59).



Şekil 5.13 Pencere duvar birleşimi plan detayı (URL-59).

Yenileme projesindeki müdahalelerin kapsamı, toprak altında bulunan su yalıtımının yetersiz olduğunun ve değiştirilmesi gerektiğinin ortaya çıkmasıyla genişlemiştir. Doğu, batı ve kuzey cephelerinde toprak altındaki su yalıtımı yenilenmiştir. Doğu ve kuzey cephelerindeki garaj döşemesinin su yalıtımı tamamen, batı cepesinde ise kısmen yenilenmiş; garaj döşemeleri üzerindeki drenaj sistemi modifiye edilmiştir.

Yenileme devam ederken ana taze havalandırma shaftında küf oluşumuna rastlanmıştır. Havalandırma shaftından kaynaklanan su sızıntısının, alçı shaft duvarlarının 5. ve 6. katlarda bozulmasına neden olduğu belirlenmiştir. Bazı dairelerde su tesisatından kaynaklanan kaçaklar ve ortak parti odasında bakım personelinin yerleri temizlerken kullandığı yıkama yöntemi ince yapı elemanlarının bozulmasına sebep olmuştur. Tüm bu belirlenen problemlerle ilgili önlemler ve düzenlemeler yenileme çalışması kapsamında ele alınmıştır.

### 5.3.3 Yenileme Projesinin Değerlendirmesi

Genel olarak, küfün binadan uzaklaştırılması, ısı konforu artırılması ve iç yüzeyin sudan daha fazla zarar görmesini engellemek olan çalışmanın ana amaçlarına



ulaşılmıştır. Ancak bazı dairelerde, havalandırmada ve pencerelerin cam ünitelerinde görülen yoğuşma sorunları, binadaki yenilenme çalışmalarının tamamlanmasının ardından da gözlenmiştir. Çeşitli faktörlerin araştırılması üzerine MHL, dairelerin içindeki çoğu kapının tecrit keçeleriyle sıkıca tutturulmuş olduğunu ve bunların kaldırılması gerektiğini belirtmiştir. MHL'nin konuyla ilgili yaptığı diğer bir tavsiye de yüksek kullanım yükü olan dairelere nemölçer anahtarı olan aspiratörlerin montajıdır. Fakat bu sorunların kökten giderilmesi için MHL'nin bu tavsiyelerinin ötesinde çözümlere ihtiyaç duyulmaktadır (URL-59).

#### 5.4 BASF TÜRK DİLOVASI YÖNETİM BİNASI YENİLEME PROJESİ, KOCAELİ, TÜRKİYE

##### PROJE KÜNYESİ

**Konumu:** Kocaeli, Türkiye

**Fonksiyonu:** Ofis

**Kat adedi:** 3

**Yapım yılı:** 1969

**Yenileme yılı:** 2011

**Yenileme projesinin mimarı:** -

**Yenileme nedenleri:** ısıl performansı arttırmak, iç mekan çevresel kalitesini arttırmak

**Cephe yenileme teknikleri:** Isı yalıtımı uygulaması, cephe kaplaması, pencerelerin değiştirilmesi



Şekil 5.14 Solda proje künyesi; sağ üstte binanın yenileme geçirmeden önceki görünüşü; sağ altta binanın yenilemeden sonraki görünüşü (URL-60)



#### **5.4.1 Binanın Yenilenmeden Önceki Durumu ve Yenileme Gereksinimi**

BASF Türk Dilovası yerleşkesi 1969 yılında kurulmuştur (URL-61). Bu yerleşkede yer alan yönetim binası (A55), toplam 2500 m<sup>2</sup> kapalı alana sahiptir. Binanın yenileme geçirmeden önceki durumuyla ilgili fazla bilgi bulunmamaktadır. Yenilenmeden önceki fotoğraflardan anlaşılabilirdiği kadarıyla, cephe mimarisi ekspozite edilmiş taşıyıcı döşeme ve onunla aynı hizadan yükselen prese tuğla duvarlardan oluşmaktadır. Cephede yer yer su etkisiyle oluşmuş bozulmalar gözlemlenmektedir.

İnşaat endüstrisinde ham madde, sistem ve ince yapı ürünleri konusunda prestijli bir sağlayıcı olan BASF şirketi, sürdürülebilir kalkınma konusuna önem vermektedir. Kendi yönetim binalarının yenileme projesinde de sürdürülebilirlik ilkeleri ön planda tutularak, binanın enerji verimliliğinin artırılması, doğal yaşamın korunması ve ekolojik ürünlerin kullanımı hedeflenmiştir. Doğal yaşamın korunmasına yönelik olarak, inşaat esnasında ve sonrasında binaya ayrılan arazide oluşacak tahribatın minimum düzeyde kalması projenin odak noktalarından bir diğeridir. Ayrıca yenileme projesi sonrasında binanın LEED sertifikası alması amaçlanmıştır. Bu konuyla ilgili danışmanlık ve mühendislik hizmetleri Altensis firması tarafından verilmiştir.

#### **5.4.2 Yenileme Projesinde Kullanılan Teknikler**

Yenileme projesi sırasında binanın cephesi, çatısı, iç mekan bileşenleri ve mekanik sistemlerine müdahalelerde bulunulmuştur. Cepheye yapılan müdahalelerin başında tüm dış duvar yüzeyinin spreyci poliüretan köpük ısı yalıtım malzemesi ile yalıtılması gelmektedir (Şekil 5.15). Bu malzeme poliöl ve izosiyanattan oluşan çift bileşenli bir sistemdir. Spreyleme yöntemiyle sıvı olarak yüzeye uygulanır ve birkaç saniye içerisinde kendi hacminin 30-40 katına çıkarak köpük halini almaktadır. Köpük 8 saniye gibi kısa bir sürede prizini alarak yüzey kaplamasına hazır hale gelir (URL-60). %95 kapalı gözenekli bu yalıtım malzemesinin su tutma değeri %1,4-2,1; ısı iletkenlik değeri 0,030 W/mK'dir (hesaplanan değer). Yalıtım malzemesi olarak bu köpük malzemenin kullanılması geleneksel yalıtım malzemelerine oranla, zamandan yaklaşık %80, maliyetten yaklaşık %50 tasarruf sağlamaktadır (URL-62).

Dış duvar yüzeylerine uygulanan ısı yalıtımının ardından duvarlar, %100 akrilik polimer esaslı, tek bileşenli kaplama malzemesiyle kaplanmıştır (THORO® LASTIC S&TF). Seçilen kaplama malzemesi, betonarme elemanları don etkisine, karbonatlaşmaya ve çeşitli tuzların tahribatlarına karşı koruyan, elastomerik özelliklere sahip bir dış cephe kaplama malzemesidir. Düşük VOC değeri ile yeşil bina değerlendirme sistemi LEED tarafından istenilen uluslararası standartları sağlamaktadır.



Şekil 5.15 BASF Türk Dilovası yönetim binası cephesine spreyc poliüretan köpük ısı yalıtımı ve dış cephe kaplaması uygulanması (URL-63).

Projenin hedefleri bağlamında binaya uygulanan diğer yenileme teknikleri şu şekilde sıralanmaktadır (URL-60):

- Enerji verimliliğini arttırmak için çatı kaplamasında CO<sub>2</sub> ile extrude edilmiş XPS kullanılmıştır. Bu sayede binada Amerikan enerji verimliliği standardı (ASHRAE 90.1) performans değerlerine ulaşılmıştır.

- Binanın enerji kullanan sistemlerinin enerji sarfiyatlarının sürekli ve detaylı olarak gözlemlenmesi amacıyla enerji analizörleri kurulmuştur.
- Çevre ve doğal yaşamı koruma adına, binanın çatı izolasyonunda HCFC (Hidrokloroflorokarbon) gazı içermeyen ısı yalıtım malzemesi kullanılmıştır.
- İnsan sağlığı adına, iç mekan yenilemesi sırasında, VOC (uçucu organik zararlı bileşik) oranları en az olan izolasyon malzemeleri, seramik kaplamalar ile yapıştırıcı ve derz malzemeleri kullanılmıştır.
- İç mekan hava kalitesini sürekli olarak kontrol altında tutmak için toplantı odalarına CO<sub>2</sub> ölçüm cihazları kurulmuştur.

### 5.4.3 Yenileme Projesinin Değerlendirmesi

BASF Dilovası Yönetim Binası'nda gerçekleştirilen yenileme çalışmaları sonucunda binanın yıllık enerji tüketiminde %21 yıllık enerji maliyetlerinde ise % 25 tasarruf sağlanmıştır (Tablo 5.2). Bina, yenileme çalışmaları sayesinde enerji, su ve kaynak kullanımı alanlarına gösterdiği yüksek performans nedeniyle USGBC tarafından uluslararası olarak verilen LEED® sertifikasını, LEED Yeni İnşaat ve Renovasyon sınıfında, Gold seviyesinde almayı başarmıştır. Bina'nın LEED değerlendirme kategorilerine göre aldığı puanlar Şekil 5.16'de gösterilmektedir. Bina, Türkiye'de LEED® Gold Sertifikasını almaya hak kazanmış ilk yenileme projesidir.

Tablo 5.2 BASF Türk Dilovası Yönetim Binası'nda kullanım alanlarına göre harcanan enerji miktarı ve LEED'in belirlemiş olduğu minimum verimlilikteki enerji tüketimine oranla sağlanan enerji tasarrufu (URL-60).

Kullanım Alanı	Enerji Tipi	LEED'nin Belirlemiş Olduğu Minimum Verimlilikteki Binanın Tüketim Miktarı kWh	BASF Dilovası Yönetim Binası Tüketim Miktarı kWh	Oluşan Enerji Performansı
Isıtma	Atık Isı + Elektrik / D.Gaz	100.177	65.133	35.0%
Soğutma	Elektrik	25.612	15.643	38.9%
İç Aydınlatma	Elektrik	89.865	79.704	11.3%
Dış Aydınlatma	Elektrik	1.178	1.178	0.0%
Ekipmanlar	Elektrik	109.099	109.099	0.0%
İç Mekan Fanlar	Elektrik	168.164	106.870	36.4%
Pompalar	Elektrik	94	8.350	-8783.0%
Sıcak Su Isıtma	Atık Isı / D.Gaz	23.869	23.869	0.0%
<b>TOPLAM</b>		<b>518.058</b>	<b>409.846</b>	<b>20.9%</b>

LEED Puan Tablosu	Gold 72/110
▸ Sürdürülebilir Araziler	24/26 
▸ Su Kullanımında Etkinlik	10/10 
▸ Enerji ve Atmosfer	11/35 
▸ Malzeme ve Kaynaklar	10/14 
▸ İç Mekan Çevresel Kalite	9/15 
▸ İnovasyon	4/6 
▸ Bölgesel Öncelik	4/4 

Şekil 5.16 LEED Yeni İnşaat ve Renovasyon sınıfı değerlendirme kategorilerine göre BASF Türk Dilovası Yönetim Binası'nın aldığı puanlar (URL-64).

## 5.5 KfW YÖNETİM BİNASI YENİLEME PROJESİ, FRANKFURT, ALMANYA

### PROJE KÜNYESİ

**Konumu:** Frankfurt, Almanya

**Fonksiyonu:** Ofis

**Kat adedi:** max. 14

**Yapım yılı:** 1968

**Yenileme yılı:** 2007

**Yenileme projesinin mimarı:** RKW Rhode Kellerman Wawrowsky

**Yenileme nedenleri:** yangın güvenliğini arttırmak, estetik performansı arttırmak, ısıl performansı arttırmak

**Cephe yenileme teknikleri:** pencerelerin yenilenmesi, ısı yalıtımı, havalandırılmalı cephe kaplaması ve bu kaplamaya entegre gölgeleme elemanı uygulaması



Şekil 5.17 Solda proje künyesi; sağ üstte binanın yenileme geçirmeden önceki görünüşü; sağ altta binanın yenilemeden sonraki görünüşü (Ebbert, 2010; URL-65)

### 5.5.1 Binanın Yenilenmeden Önceki Durumu ve Yenileme Gereksinimi

1964-1968 yıllarında inşa edilen mevcut bina blokları, hücresel ofis alanlarının derinliği yönünde şaşırtılarak yerleştirilmiş birbirinden farklı yükseklikte 4 küleden oluşmaktadır (Şekil 5.18). Binaların strüktürü yerinde dökme betonarmedir. Binanın özgün pencereleri, dar balkonlarının gölgesinde kalacak şekilde parçalı olarak düzenlenmiştir (Şekil 5.19).



Şekil 5.18 Vaziyet planı: ofis binaları doğu, kuzey ve batı arkatları arasındaki bölgede bulunmaktadır (URL-66).



Şekil 5.19 Binaların özgün cephelerinin yakından görünüşü (URL-66).



Binalarda yenileme ihtiyacı, yangın koruma yönetmelikleri gereğince yangın güvenliğinin iyileştirilmesi talebiyle oluşmuştur. Bu durum binaların cephelerinde radikal bir modernizasyonun yapılması için bir fırsat oluşturmuştur. Binaların sahibi olan KfW federal bankası, sürdürülebilir yenileme çalışmalarına yatırım yapmayı görev olarak üstlenmiş bir bankadır. Bu nedenle, kendi sahip olduğu binalarda yapılacak yenileme çalışmalarının sürdürülebilir yenileme uygulamalarının en güzel örneklerinden biri olmasını hedeflemiştir. Bu bağlamda düşük enerji tüketimiyle kullanıcı konforunu sağlamak, binaya yeni bir görünümün ötesinde belirgin bir modernlik katmak ve yangın koruma gerekliliklerini yerine getirmek amaçlanmıştır.

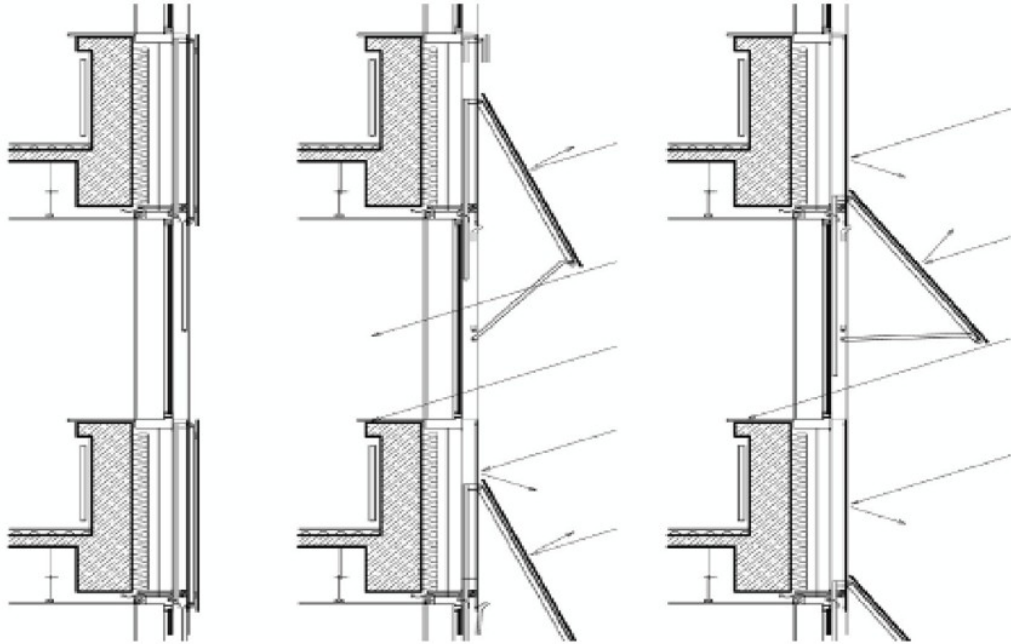
### 5.5.2 Yenileme Projesinde Kullanılan Teknikler

Orijinal binaların taşıyıcı strüktürü ve betonarme cephe parapetleri haricinde bütün sistemleri proje kapsamında yenilenmiştir (Şekil 5.20). Bu durum gün ışığı, taze hava, ısıtma ve soğutma tedarikinin önemli ölçüde iyileştirilebilmesine; bunun da ötesinde çok daha enerji etkin bir şekilde uygulanmasına olanak sağlamıştır.



Şekil 5.20 Fotoğrafta sağda, yenileme çalışmaları başlamamış ve özgün cephesi hala korunan bina; solda yenileme çalışmalarına hazırlık olarak cephesindeki pencereler ve balkonlar kaldırılmış olan bina (URL-66).

Binaların çalışma kapsamında yenilenen cepheleri, yüksek derecede yalıtılmış pencereler ve dış yüzeyden yalıtılmış mevcut parapetlere uygulanan havalandırılmalı kaplamadan meydana gelmektedir. Bu kaplama aynı zamanda, merkezi ve münferit olarak kontrol edilebilen güneş kontrol elemanlarını oluşturmaktadır. Tasarımın amacı münferit olarak kontrol edilebilen ve her türlü rüzgar durumunda çalışabilen bir gölgeleme mekanizması oluşturmaktır. Çözüm olarak cam plakaları arasına metal ızgara yerleştirilmiş hareketli bir cam ünitesi, güneş kontrol elemanı olarak kullanılmıştır (Ebbert, 2010). Bu cam ünite sıfır pozisyonunda parapetlerin önünde bulunmakta; gölgeleme ihtiyacı doğduğunda ise aşağıya çekilip dışa doğru katlanarak gölgeleme elemanı olarak kullanılmaktadır (Şekil 5.21, Şekil 5.22). Bu durumda hem optimum gölgeleme sağlanmakta hem de kullanıcıların dış ortamla ilişkisi kesilmemektedir. Gün ışığının denetimli olarak bina içine girmesinin sağlayan gölgeleme elemanı, dışarıdan bakıldığında iç mekanın bulanık bir görüntüsünü vermektedir (URL-66).



Şekil 5.21 Güneşten korunma mekanizmasının çalışma prensibi (Ebbert, 2010).



Şekil 5.22 Solda gölgeleme elemanlarının parapet önündeki konumu; sağda güneş kontrolü amacıyla gölgeleme elemanlarının camın önüne çekilmesi (URL-66).

Binanın düşük kat yüksekliği ve çok sayıdaki ters kiriş sebebiyle ofis katlarında enerji etkin bir hava tedarik ve egzoz sistemi kurulması sorun oluşturmuştur. Yenileme çalışmaları sonucunda binaların havalandırılması, kontrollü egzoz havalandırma ile desteklenen doğal havalandırma ile sağlanmaktadır. Ayrıca binada ısı geçirimsiz soğutma amaçlı yağmur suyu kullanılmaktadır.

Yangın koruma yönetmeliğine uymak için cephenin yenilenmesi haricinde yapılan çalışmalar ise kaçış rotalarının tutarlı olarak belirlenmesi ve ateş ile duman kompartımanlarının ayrılmasıdır. Ek olarak binalarda erken yangın algılama tedbirleri sağlanmış ve itfaiye teşkilatı için erişim olanakları yaratılmıştır. Binaların yenileme çalışmasından sonraki plan şeması Şekil 5.23'te gösterilmektedir.



Şekil 5.23 Binaların yenileme çalışmasından sonraki kat planı şeması (Ebbert, 2010)



### 5.5.3 Yenileme Projesinin Değerlendirmesi

Yenileme alışmaları ile binalar modern bir görüntüme kavuşmuş; yasal düzenlemelere uygun, enerji etkin ve konforlu birer çalışma mekanı haline gelmişlerdir. Işık, hava ve ısı teminini kontrol eden yeni cepheler ile yeni bina servisi teçhizatları yaklaşık %50 birincil enerji tasarrufu sağlamıştır. Binaların ısı yalıtım özelliği önemli ölçüde iyileştirilmiştir.

Tablo 5.3 Yenilemeden önce ve sonra binaların cephe, pencere ve çatılarının U değerleri (W/m<sup>2</sup>K) (URL-66).

	Yenilemeden nce U değeri	Yenilemeden Sonra U değeri
Cepheler	1.1 W/m <sup>2</sup> K	0.28 W/m <sup>2</sup> K
Pencereler	2.9 W/m <sup>2</sup> K	1.4 W/m <sup>2</sup> K
Çatılar	0.79 W/m <sup>2</sup> K	0.21 W/m <sup>2</sup> K

Binaların performansı Alman Ekonomi ve Teknoloji federal bakanlığı tarafından desteklenen “EnSan- Energetische Sanierung” araştırma programı kapsamında 2007 yılı boyunca denetlenmiştir (Ebbert, 2010). Bu denetim sonucu varılan enerji verileri Tablo 5.4’te gösterilmektedir.

Tablo 5.4 Yenilemeden önce ve sonra binaların enerji verileri (URL-66).

Alman EnEv Mevzuatına Göre Enerji İndeksleri (kWh/m <sup>2</sup> a)	Yenilemeden nce	Yenilemeden Sonra
Isıtma enerjisi ihtiyacı	113.20	74.00
Birincil genel enerji ihtiyacı (ısıtılan net kat alanına göre, DIN 18599 ile hesaplanmıştır.	215.10	94.40

## 6. DEĞERLENDİRME VE SONUÇ

Binalarda cephe yenileme tekniklerinin, yenileme nedeni olarak belirlenen performans kriterleri bağlamında incelendiği ve cephelerde yenileme gereksiniminin ortaya konulduğu çalışmanın sonuçlarına bu bölümde yer verilmektedir. Çalışma sürecinde yapılan araştırmalardan edinilen bilgiler değerlendirilerek, bu çalışmanın devamında ele alınması gereken tamamlayıcı konular ile ilgili önerilerde bulunmaktadır.

### 6.1 DEĞERLENDİRME

Bu çalışma süresince yapılan literatür araştırmaları sonucunda, binalarda cephe yenilenmeleri, yenileme gereksinimleri ve kullanılan yenileme teknikleriyle ilgili aşağıda sıralanan şu değerlendirmelerde bulunulmuştur:

- Ülkemizde tarihi yapıların yenilenmesinde kullanılan sınıflandırma haricinde, kapsamlı bir yenileme sınıflandırması yoktur. Yenileme çalışmaları ruhsata tabi olma durumlarına göre basit tadilat ve esaslı tadilat olarak ayrılmakta, yabancı literatürde bulunan çoğu yenileme kavramının dilimizde karşılığı bulunmamaktadır.

- Yenileme kapsamında ele alınacak her bina; mevcut strüktürünün durumu, yeri, yönlendiriliş durumu, boyutları ve biçim faktörü, diğer binalara göre konumu, amaçlanan kullanımı ile cephe sisteminin optik, termofiziksel ve kuruluş özellikleri açısından farklı niteliklere sahiptir. Her binanın bu niteliklere bağlı avantaj ve dezavantajları bulunmakta, yenileme tekniklerinin uygulanabilirliği ve verimliliği bunlardan etkilenmektedir. Bu nedenle belli bir performans kriterinin iyileştirilmesinde kullanılabilecek mutlak doğru bir yenileme tekniği olduğunu söylemek gerçekçi değildir. Yenileme çalışmalarına başlanmadan önce bu

yönlendirici ölçütlerle ilgili bilgi toplamak ve bu bilgileri iyi analiz etmek gerekmektedir.

- Cephelerde yenileme gereksinimi belirli faktörlerin yönlendirmesiyle oluşmaktadır. Yenileme nedenleri bu faktörler etkisiyle belirlenmektedir. Binanın enerji verimliliğinin arttırmak ile cephede görülen eskime ve bozulmalar, ülkemizde yenileme çalışmalarının yapılmasında en etkili olan faktörlerdir. Özellikle binalarda enerji verimliliği konusu, doğal kaynakların giderek azalması ve enerji ihtiyacının sürekli artışı nedeniyle son yıllarda ön planda yer almaktadır. Bu nedenle dünyada ve ülkemizde, binalarda ve cephelerde yenileme konusu, daha çok enerji verimliliğinin artırılması ve sürdürülebilirliğin sağlanması bağlamında incelenmektedir.

- Güncel ihtiyaç ve performans değerlerini karşılayamayan, yıpranmış cepheler, kullanıcılar üzerinde, binalarda, doğal ve yapma çevrede sorunlar oluşturmaktadır (Tablo 6.1). Bu sorunların göz ardı edilmesi, doğal çevrenin sürdürülebilirliği, bina ve kullanıcı sağlığı, kullanıcı ve ülke ekonomisi açısından büyük sorun yaratmaktadır.

Tablo 6.1 Güncel ihtiyaç ve performans değerlerini karşılayamayan yıpranmış cephelerin kullanıcılarda, binalarda, doğal ve yapma çevrede oluşturabileceği sorunlar.

Kullanıcılarda Görülen Sorunlar	Binalarda Görülen Sorunlar	Doğal ve Yapma Çevrede Görülen Sorunlar
Kullanıcı sağlığının bozulması	Taşıyıcı sistemin zarar görmesi	Doğal kaynakların tüketilmesi
Kullanıcı konforunun bozulması	İç ortam konfor koşullarının bozulması	Doğal kaynakların kirletilmesi
Çalışma veriminin düşmesi	Servis ömrünün kısalması	Sera gazı emisyonunun artması ve küresel ısınma
Binanın işletme maliyetinin artması	Binanın mali değerinin düşmesi	Sosyolojik problemlerin artması
	Binanın estetik değerinin düşmesi	

- Yenileme çalışmaları sonrasında kullanıcı memnuniyetinin tam olarak sağlanabilmesi için, çalışmalara başlanmadan önce kullanıcı ihtiyaçlarının doğru olarak belirlenmesi gerekmektedir. Yenileme nedenlerini oluşturan bu ihtiyaçların belirlenmesi, doğru yenileme tekniği alternatiflerinin net olarak ortaya konulabilmesi açısından önemlidir. Bu nedenle çalışma kapsamında, kullanıcı ihtiyaçları

bağlamında belirlenen yenileme nedenleri ile ilgili bir kontrol listesi oluşturulmuştur (Tablo 6.2). Kullanıcı, tasarımcı veya uygulayıcı Tablo 6.2’de verilen performans kriterleri için + (istenilen), 0 (etkisiz) ya da – (istenmeyen) seçeneklerinden birini işaretleyerek yenileme çalışmasının hangi performans kriterleri üzerine yoğunlaşması gerektiğini belirlemektedir.

Tablo 6.2 Bina cephelerinde yapılacak yenileme çalışmalarının nedenlerinin belirlenmesinde kullanılacak bir kontrol listesi.

Performans Kriterleri		+	0	-
Isıl Performans	Isı geçişine olanak vermeme			
	Isı depolama miktarının artırılması			
Su ve Nem İle İlgili Performans	Yağış suyu geçirimsiz olma			
	Zemin suyu geçirimsiz olma			
	Sıçrama suyu geçirimsiz olma			
	Yoğuşma oluşumunu engelleme			
Akustik Performans	Darbe sesi kaynaklı sesleri engelleme			
	Hava kaynaklı sesleri engelleme			
Gün Işığı Performansı	Gün ışığını yönlendirme			
	Gün ışığını engelleme			
Yangın Performansı	Alevlerin yayılmasını engelleme			
	Alev almama			
Estetik Performans	Cephe dokusunun değişmesi			
	Cephe renginin değişmesi			
	Cephe biçim ve formunun değişmesi			
Yenilenebilir Enerji Kaynaklarından Faydalanma Performansı	Enerji elde etmede kullanma			
	Binanın pasif olarak ısıtılması			

- Makro ya da mikro ölçekte olsun, bir sorun ya da problem ortaya çıktığında öncelikle çözüm alternatifleri belirlenmektedir. Aynı yaklaşım benimsenerek bu çalışmada, belli kullanıcı ihtiyaçları ve performans gereksinimlerini karşılamak üzere, bir binanın cephesinde uygulanabilecek tüm yenileme teknikleri ana ilke kararlarıyla tanıtılmıştır. Pratik bir başvuru kaynağı oluşturulması açısından cephe yenilemelerinde kullanılan yenileme teknikleri, etkili oldukları yenileme nedeni (performans kriteri) ve uygulandıkları cephe sistemi, elemanı veya bileşeni bağlamında sınıflandırılarak tablolaştırılmıştır (Tablo 6.3).

Tablo 6.3 Cephe yenilemelerinde kullanılabilir teknikler ve etkili oldukları performans kriterleri

CEPHELERDE KULLANILAN YENİLEME TEKNİKLERİ DEĞERLENDİRME TABLOSU															
UYGULANAN BÖLGE	YENİLEME TEKNİKLERİ	YENİLEME NEDENLERİ													
		Isıl Performansı Arttırmak		Su ve Nem Etkisinden Korunmak		Akustik Performansı Arttırmak		Gün Işığı Kontrolü Sağlamak		Yangından Korunmak		Estetik Performansı Arttırmak	Yenilenebilir Enerji Kaynaklarından Faydalanmak		
		Isı Geçişinin Denetlenmesi	Isı Depolama Miktarının İyileştirilmesi	Su	Su Buharı	Darbe Sesi	Hava Sesi	Işık Yönlendirilmesi	Işık Engellenmesi	Alevlerin Yayılması Engelleme	Alev Almama		Enerji Eklemede Kullanma	Binanın Pasif Olarak İstihması	
KABUK	Ek kabuk uygulaması	+		+	+		+		+	-		x			
	DUVAR	Isı yalıtım uygulaması	Duvarın dış yüzeyine	+	+		+				+	+			
Duvarın iç yüzeyine			+			-		+			+	+			
Çift duvar arası			+	+							+	+			
Havalandırılmalı dış duvar			+	+		+					+	+			
Saydam yalıtım uygulaması		+	+		+		+					x		+	
Sabit veya hareketli gölgeleme elemanı uygulaması		Yatay	+	+						+	+		x	+	
		Düşey	+	+						+	-		x	+	
		Karma	+	+						+	+		x	+	
Yapısal ve/veya yüzeyel yalıtım malzemeleriyle su sızdırmazlığının sağlanması					+										
Duvarın sıcak yüzüne buhar kesici uygulanması					+										
Ses yalıtım uygulaması		+			+/		+	+		+					
Hava katmanı oluşturulması							+	+			-				
Esnek bağlantı elemanlarıyla ses köprülerinin azaltılması							+	+							
Yanmaz /yangın direnci yüksek/alev alma ısı yüksek malzeme kullanımı											+	+			
Yangın yalıtım uygulaması		+	+		+/		+	+			+	+			
Yangın kesici bariyer uygulaması										+					
Pencere üstlerinde min. 50 cm yatay alev itici nervürler oluşturulması	+	+							+	+		x			
Duvar kaplaması uygulaması	Yapıştırıcıyla tespit edilen kaplamalar	+	+	+	+	+	+			+	+	+			
	Konstrüksiyon sistemiyle tespit edilen kaplamalar	+	+	+	+	+	+		+	+/	+	+	+		
Fotovoltaik panel kullanımı	Duvar kaplaması	+	+	+	+		+					x	+		
	Gölgeleme elemanı	+	+						+	+		x	+		
Güneş duvarı uygulaması (güney cephelerinde)		+	+	+	+	+	+			-		x		+	
PENCERE	Çok katmanlı cam ünitesi kullanımı	Çift katmanlı camlar	+			+		+							
		Üç katmanlı camlar	+			+		+							
	Renkli cam plakası kullanımı		+		+							+			
	Cam plakaları arasında izolasyon malzemesi olarak gaz doldurulması	Argon gazı	+			+									
		Kripton gazı	+			+									
	Cam yüzeyine film kaplanması (Tayfışal seçici cam oluşumu)	Low-e	+			+									
		Solar low-e	+			+									
		Güneş kontrol camı	+			+									
		Reflektif	+			+							x		
	Seramik-ermaye kaplamalar										+		+		
		Dikroik kaplamalar									+		+		
	Açısal seçici cam kullanımı	+	+						+	+			x		
	Aktif güneş kontrol camları									+			x		
	Cam plakaları arasında film konulması	+			+										
	Cam plakaları arasında şeffaf yalıtım konulması	+			+										
	Çok katmanlı cam ünitelerinde farklı kalınlıklarda cam kullanımı														
	Cam kalınlığının artırılması	+													
	Ses yalıtım camı ünitesi kullanımı	+													
	Cam plakasının elastikliğinin artırılması														
	Çok katmanlı cam ünitelerinde cam plakaları arasındaki mesafenin artırılması	+				+		+							
	Yangın güvenlik camı kullanımı	E sınıfı											+		
		EW sınıfı	+										+		
		EI sınıfı	+										+		
	BIPV cam panellerin kullanılması												x	+	
	Yoğunlaştırılmış entegre güneş sistemleri	+				+							x	+	
Malzeme değişimi	Alüminyum çerçeve	-											x		
	Yalıtılmış alüminyum çerçeve	+			+					+		x			
	Ahşap çerçeve	+			+					+		x			
	Yalıtılmış ahşap çerçeve	+			+					+		x			
	Vinil(PVC) çerçeve	+			+					-	-	x			
	Yalıtılmış vinil çerçeve	+			+					+	+	x			
	Cam elyaf çerçeve	+			+							x			
Birleşimlerde hava sızdırmazlığın sağlanması	+	+													
Birleşimlerde su sızdırmazlığın sağlanması				+	+										
Birleşimlerde yangın dayanımının sağlanması															
Birleşimlerde esnek malzeme kullanımı															
Işık rafii sistemi kullanımı	+	+							+			x			
Ek pencere	Dış yüzeyde	+			+		+					x			
	İç yüzeyde	+			+		+					x			

**Notlar:**  
 Tabloda kullanılan renkler ve işaretlerin anlamları şu şekildedir:  
 + Kullanılan teknik istenilen performansı sağlamaktadır.  
 - Kullanılan teknik istenilen performansı sağlamamaktadır.  
 ☆ Kullanılan teknik sıcak iklim bölgeleri için uygundur.  
 x Kullanılan teknik performans değerini belirgin şekilde değiştirmektedir.

+	Kullanılan teknik istenilen performansı sağlamaktadır.		Durumun gerçekleşmesi belli kriterlere bağlıdır.	+/	Kullanılan teknik belli kriterlere bağlı olarak olumlu ya da olumsuz sonuç verebilmektedir.
-	Kullanılan teknik istenilen performansı sağlamamaktadır.		Durumun gerçekleşmesi uygun malzeme seçimine bağlıdır.		
☆	Kullanılan teknik sıcak iklim bölgeleri için uygundur.	1	Çoklu seçimlerde en iyi performanstan en kötüye tekniklerin sıralanması yanında verilen renk kodlarına göre yapılmaktadır.		
x	Kullanılan teknik performans değerini belirgin şekilde değiştirmektedir.	2			

- Yukarıdaki tabloda, sadece direkt olarak binanın estetik performansını arttırmak üzere kullanılan tekniklerin istenilen performansı sağlayacak sonuçlar verdiği belirtilmiştir. Bunun nedeni (x) olarak ifade edilen diğer yenileme tekniklerinin cephenin estetiğini belirgin olarak değiştirmelerine rağmen, bu değişimin kontrolsüz olarak gerçekleşmesi durumunda, sonucun binanın estetik performansı üzerinde nasıl bir etki yaratacağının bilinmemesidir.

- Tablo 6.3'ten anlaşılacağı üzere tek bir yenileme tekniği kullanılarak cephenin birden fazla performans özelliği iyileştirilebilmektedir. Bazı teknikler ve performans kriterleri için bu durum koşullu olarak gerçekleşmektedir. Bu koşul genellikle kullanılan malzeme ve detaylandırma ile ilgilidir. Böyle bir durumla karşılaşıldığında koşullu olarak gerçekleşen yenileme nedeniyle ilgili performans kriterinin tanıtıldığı bölüme başvurularak detaylı bilgi edinilebilir. Diğer yandan bir performans kriteri için pozitif değer veren bir teknik başka bir performans kriteri için negatif değer verebilmektedir. Burada önemli olan tüm bu etkilerin bir arada görülmesiyle, tasarım aşamasında ihtiyaç duyulan önlemlerin alınabilmesidir. Böylece yenileme sonucu elde edilecek performans özellikleri tesadüfi değil, bilinçli seçimler olacaktır.

- Cephe yenileme tekniklerinin tamamının incelenmesi sonucunda, konstrüksiyon sistemiyle tespit edilen duvar kaplamalarının cephe performansının artırılmasında en fazla imkanı sağlayan yenileme tekniği olduğu belirlenmiştir. Kaplama elemanının arkasında bırakılan hava boşluğu sayesinde cephenin akustik performansını arttırmak mümkündür. Kaplama elemanları ve hava boşluğuna yerleştirilen yalıtım malzemelerinin (taş yünü gibi) doğru seçilmesi ile binanın ısı performansının artırılması ve su, nem ile yangın etkisinden korunması sağlanabilmektedir. Kaplama malzemesi olarak kullanılan elemanlar ile binanın dış görünüşü değiştirilebilmekte, kaplamanın formuna bağlı olarak gün ışığı kontrolü sağlanabilmekte ve kaplamanın fotovoltaik bir eleman kullanılarak oluşturulmasıyla binanın yenilenebilir enerji kaynaklarından faydalanması sağlanabilmektedir.

Konstrüksiyon sistemiyle tespit edilen duvar kaplamalarında dikkat edilmesi gereken bir konu ise kaplama ile duvar yüzeyi arasında kalan boşluğun yangın sırasında yaratabileceği baca etkisidir. Baca etkisinin oluşumu, boşluk genişliği, geometrisi ve boşluktaki hava akış hızına bağlı olarak gerçekleşmektedir. Böyle bir tehlikenin öngörüldüğü durumlarda yalıtım malzemeleri ve yangın bariyerleri kullanılarak önlem alınmalıdır.

- İncelenen örnek projelere bakıldığında, binaların yenilenme nedenlerine bağlı olarak, cephelerin çoğu kez tek başına ele alınmadığı gözlemlenmiştir. Yapı kabuğunu oluşturan çatı ve cephe sistemleri ile yapı alt sistemlerinden mekanik sistemler genellikle beraber yenilenmektedir. Bu sistemlerin beraber yenilenmesinin binanın toplam performansı üzerindeki etkisi çok daha büyük olmaktadır.

## 6.2 SONUÇ

Su, nem, ısı, yangın, gürültü, gün ışığı gibi etkenlerle karşı karşıya olan binalar, zaman içinde az ya da çok ölçüde yıpranmakta ve ilk yapıldıkları zamanki fonksiyonel özelliklerini kaybetmektedirler. Aynı zamanda teknolojide görülen değişimin getirdiği yenilikler kullanıcıların binalardan olan istek ve beklentilerini değiştirmektedir. Bunlara paralel olarak, yapı sektöründe çağın gerekliliklerinin getirdiği çeşitli yasal düzenlemeler yapılmaktadır. Bu sebeplerle mevcut binalar er ya da geç kullanıcı ihtiyaçlarına veya yasal gerekliliklere cevap veremez hale gelmektedirler. Diğer yandan hızlı nüfus artışı ve şehirleşme, bina açığının her geçen gün biraz daha büyümesine neden olmaktadır. Ekonomik, çevresel ve zamansal açıdan sadece yeni yapım çalışmalarıyla veya mevcut binaların yıkılıp yeniden yapılmasıyla sağlıklı bir yapı çevrenin oluşturulması mümkün değildir. Bu nedenle mevcut binaların güncel ihtiyaç ve beklentileri karşılayacak şekilde yenilenmesi kaçınılmazdır.

Tüm yapı sistemleri arasında dış ortam koşullarıyla en çok etkileşim içinde olan ve bu nedenle daha çok yıpranan, iç mekanda konfor koşullarının oluşturulması için diğer yapı alt sistemleriyle bütünleşik bir kurguyla işleyen ve binanın yüzünü

oluşturan cepheler, binanın toplam performansını en çok etkileyen sistemlerdir. Bu bağlamda cephe sistemlerinin yenilenmesi binaların toplam performansının artırılmasında en etkili yöntemdir. Bu nedenle bina yenilemelerinde öne çıkan cephelerin yenilenmesi konusu bu çalışmada ele alınmıştır.

Yenileme çalışmalarından istenilen sonuçların elde edilmesi, doğru yenileme tekniklerinin uygulanmasına bağlıdır. Günümüzde yenileme çalışmalarında karşılaşılan en büyük sorun, zaman ve bilgi yetersizliği nedeniyle, istenilen performansın sağlanmasında kullanılacak tüm yenileme teknikleri değerlendirilmeden, kalıplaşmış standart detayların uygulanmasıdır. Bu sorunun giderilmesi amacıyla bu çalışmada, yenileme nedenleri bağlamında kullanılacak tüm yenileme teknikleri derlenmiş, tasarımcı, uygulayıcı ve kullanıcı konumunda olanların hızlıca bilgiye ulaşabilecekleri düzenli bir kaynak oluşturulmuştur.

Bir yenileme çalışmasında, cepheden istenilen performansın elde edilmesinde kullanılacak tüm yenileme tekniği alternatiflerinin belirlenmesinden sonraki süreç, optimum çözümün tespit edilmesi için tüm alternatiflerin değerlendirilmesi sürecidir. Değerlendirme, alternatiflerin birbirlerine göre fayda ve zararlarının araştırılması şeklinde olmaktadır. Gerekli performans değerlerini sağlayan farklı yenileme teknikleri arasında verilecek kararı etkileyen erişilebilirlik, sürdürülebilirlik, maliyet, çalışmanın güvenli bir şekilde gerçekleştirilebilir olması gibi pek çok belirleyici faktör bulunmaktadır. Bu faktörlerden en belirleyicisi farklı çözüm tekniklerinin getirdiği farklı maliyetlerdir. Bu durumda fayda/maliyet analizi yapma gereği ortaya çıkmaktadır. Maliyet analizleri, ilk yatırım ve işletme maliyetleri göz önünde bulundurularak yapılmalıdır. Yenileme tekniklerinin fayda analizleri ise çoğu zaman çeşitli simülasyon programları aracılığıyla yapılabilmektedir. Şu da unutulmamalıdır ki fayda/maliyet analizi mimarlıkta kullanılmak istenildiğinde, malzeme, teknoloji, iklim gibi somut verilerin yanında kültür, estetik, zevk gibi soyut veriler de analize dahil olmaktadır.

Uygun yenileme tekniğinin seçimi ve uygulanması ile yenileme çalışmaları tamamlandıktan sonra belirli bir süre yapılacak görüntüleme (monitoring) ve veri



toplama çalışmaları, yapılan yenilemenin etkinliğini ölçme açısından önemlidir. Öngörülen iyileşme ile mevcut durum arasında büyük farklılıklar olması durumu, bazı uygulama hatalarının fark edilmesini ve giderilmesini sağlayacaktır. Ayrıca bu çalışmalardan kazanılan bilgi yeni yapılacak çalışmalara ışık tutacaktır.

Sonuç olarak, yapı stokunun büyük bir çoğunluğunu oluşturan mevcut binaların cephelerinde yapılacak yenilemelerle daha sağlıklı, konforlu ve ekonomik binalar elde etmek mümkün olacaktır. Ancak bu konunun devlet politikalarıyla da desteklenmesi gerekmektedir. Gerek dünya genelindeki gönüllü sertifikasyon sistemleri, gerekse ülkeler çapında hazırlanan kanun ve yönetmeliklerle mevcut binaların yenilenmesi desteklenmektedir. Ülkemizde de Binalarda Enerji Performansı Yönetmeliği'nin 2011 yılında yürürlüğe girmesi ile mevcut binalara 7 yıl içerisinde ısı yalıtımı yapılması zorunluluğu getirilmiştir. Bu önemli bir gelişme olmakta birlikte, ülkemizdeki eğilim mevcut binaların yenilenmesinden çok yıkılıp yeniden yapılmasından yanadır. Bu durumda, ülkemizin büyük bölümünün deprem kuşağında yer alması da önemli rol üstlenmektedir. Yine de taşıyıcılık özeliğini belirli bir zaman diliminde koruyacağı tespit edilen binaların yıkılmaktan ziyade yenilenmesini teşvik edici bilinçlendirme çalışmaları yapılmalıdır. Yurt dışında yürütülen çalışmalar yakından takip edilerek, Türkiye'deki uygulanabilirlikleri araştırılmalıdır. Unutulmamalıdır ki enerji ve doğal kaynakların her alanda bilinçli bir şekilde kullanılması ekonomi ve insan sağlığı kadar gelecek için de önemli bir sorumluluktur.

## EKLER

Ek 1 Isı yalıtım malzemelerinin karşılaştırılması (Thorpe, 2010).

Isı Yalıtım Malzemelerinin Karşılaştırılması														
Ortak form	Ürün	R-değeri $m^2K/w$	İletkenlik $25^{\circ}W/m^2K$	Kalınlık mm	Kütle Yoğunluk $kg/m^3$	Çürüme Sıcak. at R2.5	Max Servis Sıcak.	Termal perform. sırası	Yangın perform. sırası	ALH toksikite sırası	Tüm sıralama			
		R	k	t	D	M	Tdec	PI	PF	Pt	Po			
serpme	Toz halinde taşıyıcı	2.5	0.038	95	32	304	700	1	1	0	1			
şilte	Cam yünü şilte	2.5	0.038	95	10	95	400	5	1	0	2			
serpme	Vermikülit	2.5	0.08	200	230	4600	1200	12	0	0	3			
sprey köpük	Üre formaldehit	2.5	0.049	123	10	123	250	3	2	3	4			
levha	Kalsiyum silikat	2.5	0.044	110	200	2200	1050	17	0	0	5			
levha	Cam köpüğü	2.5	0.05	125	136	1700	600	18	0	0	6			
serpme	Selüloz F/geçiktirici	2.2	0.04	100 <sup>a</sup>	32	320	200	2	6	2	7			
levha	Folyo FR şilte	1.4 <sup>b</sup>	n/a	25	n/a	58	150	8	5	1	8			
serpme	Seagrass	2.5	0.04	100	40	400	200	3	6	3	9			
şilte	Dakron (Polyester)	2.5	0.058	145	78	113	250	10	5	0	10			
levha	Fenolik köpük	2.5	0.036	90	30	270	160	6	3	4	11			
levha	Melamin köpük	2.5	0.028	70	25	175	250	11	4	3	12			
levha	Polimid köpük	2.5	0.042	106	7	74	300	21	2	0	13			
şilte	Koyun yünü şilte	2.5	0.057	143	8	114	200	6	7	3	14			
şilte	Akustik köpük	2.5	0.03	75	25	187	150	13	7	2	15			
şilte	Modacrylic	2.5	0.05	125	8	100	150	9	9	2	16			
levha	Rijid poliüretan	2.5	0.024	60	32	192	140	14	8	3	17			
serpme	Koyun yünü serpme	2.5	0.048	120	32	384	200	3	6	10	18			
levha	Polisocyanurate	2.5	0.026	65	32	208	150	15	8	3	19			
levha	Ekstrüde polistiren	2.5	0.029	73	29	210	140	16	10	2	20			
levha	Termal P/E köpük	2.5	0.039	98	40	390	100	19	10	3	21			
levha	Nitril köpük	2.5	0.038	95	96	912	120	18	4	10	22			

Notlar: a. Uygun kalınlıkta yüzde 15-20 sınırlı olarak izin verilir.



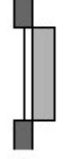
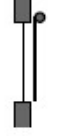
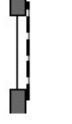
b. R-değeri tek gözlü folyo şilte, kış aylarında, ısı akışı yukarıya doğru olduğunda, sadece yalıtımın tozlu üst yüzeylerde, sızın kayıpların yokken veya köprüleri yokken geçerlidir.

c. Yangın performansı karşılaştırması mümkün olan en uygun verilere dayanılarak yapılmıştır ve ızafidir. Çünkü bütün ürünler aynı metodlarla test edilmemektedir.

Ek 2 İç ortam gürültü seviyesi sınır değerleri (Çevre ve Orman Bakanlığı, 2010).

Kullanım Alanı		Kapalı Pencere L <sub>eq</sub> (dBA)	Açık Pencere L <sub>eq</sub> (dBA)
		Kullanım alanlarında herhangi bir faaliyet olmadığı durumlardaki değerler:	
<b>Kültürel Tesis Alanları</b>	Tiyatro salonları	30	40
	Sinema salonları	30	40
	Konser salonları	25	35
	Konferans salonları	30	40
<b>Sağlık Tesis Alanları</b>	Yataklı tedavi kurum ve kuruluşları, dispanser, poliklinik, bakım ve huzur evleri ve benzeri.	35	45
	Dinlenme ve tedavi odaları	25	35
<b>Eğitim Tesisleri Alanları</b>	Okullardaki derslikler, özel eğitim tesisleri, kreşler, laboratuvarlar ve benzeri.	35	45
	Spor salonu,	55	65
	Yemekhane	45	55
	Kreşlerdeki yatak odaları	30	40
<b>Turizm Yerleşme Alanları</b>	Otel, motel, tatil köyü, pansiyon ve benzeri yatak odası	35	45
	Konaklama tesislerindeki restoran	35	45
<b>Sit Alanları</b>	Arkeolojik, doğal, kentsel, tarihi ve benzeri.	55	65
<b>Ticari Yapılar</b>	Büyük ofis	45	55
	Toplantı salonları	35	45
	Büyük daktilo veya bilgisayar odaları	50	60
	Oyun odaları	60	70
	Özel büro (uygulamalı)	45	55
	Genel büro (hesap, yazı bölmeleri)	50	60
	İş merkezleri, dükkanlar ve benzeri.	60	70
	Ticari depolama	60	70
	Lokantalar	45	55
<b>Kamu Kurum Kuruluşları</b>	Ofisler	45	55
	Laboratuvarlar	45	55
	Toplantı salonları	35	45
	Bilgisayar odaları	50	60
<b>Spor Alanları</b>	Spor salonları ve yüzme havuzları	55	65
<b>Konut Alanları</b>	Yatak odaları	35	45
	Oturma odaları	45	55

Ek 3 Gölgeleme elemanları ve özellikleri (Baker, 2009)

Gölgeleme Tipi	Yönlenme	Görüş Alanı	Doğal Havalandırma (Sınırlı koşullar)	Gün Işığı (Sınırlı koşullar)	Mevsimsel Tepki	Modülasyon	Notlar	
	<b>Saçaklar</b> Sabit	180+/-30	iyi	iyi	orta	orta	yok	Örn. Branda tente+ ayarlanabilir geometri
	Kaldırılabilir	180+/-30	iyi	iyi	iyi	iyi	iyi	
	<b>Panjurlar</b> Sabit	180+/-30	orta-zayıf	iyi	orta	orta	yok	Görüş alanı kanat modülü boyutu ve geometrisinden etkilenir. Kaldırılabilir olanlar iyi uygulamalardır.
	Ayarlanabilir	Hepsi	orta-zayıf	iyi	iyi	iyi	iyi	
	Kaldırılabilir	180+/-30	orta-iyi	iyi	iyi	iyi	orta	
	Kaldırılabilir + Ayarlanabilir	Hepsi	orta-iyi	iyi	iyi	iyi	iyi	
	<b>Kanatlar (Düşey)</b> Sabit	90,270 +/-20	orta-zayıf	iyi	orta	orta	yok	Görüş alanı kanat modülü boyutu ve geometrisinden etkilenir
	Ayarlanabilir	90,270 +/-20	orta	iyi	iyi	iyi	iyi	
	<b>Storlar</b> Kaldırılabilir	Hepsi	zayıf-iyi	zayıf	iyi	iyi	orta	Kaldırılabilir olanlar iyi uygulamalardır.
	<b>Delikli Panolar</b> Sabit	Hepsi	zayıf	Orta-zayıf	zayıf	zayıf	yok	Tavsiye edilmez

## KAYNAKLAR

- Aksamija, A.**, 2013. Sustainable Facades: Design Methods for High-Performance Building Envelopes. Wiley, New Jersey
- Alptekin, O.**, 1995. Pencereelerde Ses Yalıtımı. Tesisat Mühendisliği Dergisi, sayı:20. [http://www.mmo.org.tr/resimler/dosya\\_ekler/210ddbeaa16948a\\_ek.pdf?dergi=158](http://www.mmo.org.tr/resimler/dosya_ekler/210ddbeaa16948a_ek.pdf?dergi=158)
- Alter, L.**, 2009. New Skins For Old Towers : The Z Prize For Low Carbon Retrofit. [www.treehugger.com](http://www.treehugger.com)
- Altun, M.C.**, 1997. Mevcut Konutların Dış Duvarlarının Opak Bileşenlerinin Enerji Etkin Yenilenmesinde Kullanılabilecek Uygulama Yöntemleri. Mevcut Binalarda Isı Yalıtım Seminerleri, İstanbul Büyükşehir Belediyesi, İstanbul
- Anonim (a)**, 2009. Enerji Tasarrufu Ve Çevre İçin Büyük Adım: BEP Yönetmeliği Yürürlüğe Girdi. RVC-İST Magazin, Aralık 2009, s:68-72
- Anonim (b)**, 2010. Advanced and Sustainable Housing Renovation, Solar Heating and Cooling Programme International Energy Agency
- Arpacıoğlu, Ü.**, 2004. Cephe Yangınları ve Cephe Kaplamalarının Yangın Güvenliği Açısından Değerlendirilmesi. 1. Ulusal Çatı ve Cephe Kaplamalarında Çağdaş Malzeme ve Teknolojiler Sempozyumu 01-04 Nisan 2004
- ASHRAE Standart 55-81**, 1981. Thermal Environmental Conditions for Human Occupancy. American Society of Heating, Refrigerating and Air-Conditioning Engineers, Atlanta
- Avlar, E.**, 2000. Yapılarda Su ve Nem Korunumu. Yıldız Teknik Üniversitesi, İstanbul
- Ayaydın, Y. ve Koman, İ.**, 2004. Mimarlar İçin 12 Soruda Beton Prefabrikasyon. Birmat Matbaası, İstanbul. Syf:203-217.
- Ayçam, İ. ve Utkutuğ, G.**, 1999. Farklı Malzemelerle Üretilen Pencere Tiplerinin Isıl Performanslarının İncelenmesi Ve Enerji Etkin Pencere Seçimi. IV. Ulusal Tesisat Mühendisliği Kongresi ve Sergisi, İzmir s:61-73

- Aydın, E.S.**, 2011(a). Yapılarda Su ve Nem Etkileri. Uluslararası Hakemli Akademik Sosyal Bilimler Dergisi, Temmuz-Ağustos-Eylül 2011, sayı1/cilt1.
- Aydın, Ö.**, 2011(b). Yapı Düşey Dış Kabuğu Isı Yalıtım Uygulamaları İle Enerji Verimliliği Arasındaki İlişkinin İncelenmesi. Doktora Tezi, Karadeniz Teknik Üniversitesi, Fen Bilimleri Enstitüsü, Trabzon
- Baker, N.V.**, 2009. The Handbook of Sustainable Refurbishment. Earthscan ve Riba Publishing, London, Sterling
- Barton, R., Erhorn, H., Morck, O., Mroz, T., Schmidt, F.**, 2007. Retrofitting in Educational Buildings – Energy Concept Adviser for Technical Retrofit Measures, Technical Synthesis Report Annex 36. International Energy Agency Energy Conservation in Buildings and Community Systems Programme, syf:1
- Başaran, T. ve Çiftçi, B.**, 2009. İzmir’deki Bir Bina İçin İklimlendirme Ve Aydınlatma Enerji Yüklerinin Azaltılmasına Yönelik Parametrik Bir Çalışma. IX. Ulusal Tesisat Mühendisliği Kongresi, İzmir syf:57-64
- Başdemir, H. ve Demirel F.**, 2010. Binalarda Pasif Yangın Güvenlik Önlemleri Bağlamında Bir Literatür Araştırması. Politeknik Dergisi, Cilt:13 Sayı:2, syf:101-109.
- Bektaş, B. ve Aksoy, U.T.**, 2005. Soğuk İklimlerdeki Binalarda Pencere Sistemlerinin Enerji Performansı. Fırat Üniversitesi Fen ve Mühendislik Bilimleri Dergisi, sayı:17(3), syf:507.
- Binaların Yangından Korunması Hakkında Yönetmelik**, 2007. T. C. Resmi Gazete, 26735, 19.12.2007.
- Certainteed**, 2002. A Guide for Residential Sound Control Using Fiber Glass Insulation, Certainteed, USA
- Colorcoat Technical Paper**, August 2010, Refurbishment Solutions For Non-Domestic Buildings, [http://www.colorcoatonline.com/file\\_source/StaticFiles/Refurbishment%20solutions%20for%20non-domestic%20buildings.pdf](http://www.colorcoatonline.com/file_source/StaticFiles/Refurbishment%20solutions%20for%20non-domestic%20buildings.pdf).

- Craven, C. ve Garber-Slaght, R.,** 2011. Evaluating Window Insulation. Cold Climate Housing Research Center.
- Çevre ve Orman Bakanlığı,** 2010. Çevresel Gürültü Değerlendirilmesi ve Yönetimi Yönetmeliği.
- Deniz, Ö.Ş., Gür, V., Ekinci, S.,** 2011. Kağır Yığma Dış Duvar Sistemlerinin Tasarım Kriterleri ve Seçim Bilgileri Üzerine Bir Araştırma: Kağır Yığma Dış Duvar Tasarım Rehberi. Mimar Sinan Güzel Sanatlar Üniversitesi Bilimsel Araştırma Projeleri
- Domenig Meisinger, I.,** 2009, Renovation Up To Passive House Standard – Linz Makartstraße. 3rd EU Expert Meeting of EIE Coolregion Project, 19 Mart 2009, Ajdovščina, Slovenya
- Douglas, J.,** 2006. Building Adaptation, Elsevier, Oxford
- Ebbert, T. ve Knaack, U.,** 2007. A Flexible And Upgradeable Facade Concept For Refurbishment. Portugal SB07. Sustainable Construction, Materials and Practices, IOS Press syf:538-545
- Ebbert, T.,** 2010. Re-Face: Refurbishment Strategies for the Technical Improvement of Office Façades. Doktora Tezi, Delft University of Technology, Building Technology Department.
- Erdem Aknesil, A.,** 2001. Bileşik Cidar Ses Geçirmezliğinde Cam Elemanların Önemi Ve Konut Dış Cephe Malzemelerinden Örnekler. TMMOB Makina Mühendisleri Odası Yalıtım Kongresi, 23-24-25 Mart 2001, Eskişehir, Türkiye.
- Eriç, M.,** 2002. Yapı Fiziği ve Malzemesi. Literatür Yayıncılık, İstanbul
- Erkekel, A.,** 2006. Yüksek Bina Strüktürel ve Kabuk Alt Sistemlerinin İlişkisi ve Gelişimi. Yüksek Lisans Tezi, Gazi Üniversitesi, Fen Bilimleri Enstitüsü, Ankara.
- Eroler, V.,** Temmuz 2010. Bep Yönetmeliği ve Uygulama Hesapları. EMO İzmir Şubesi
- Erten, D. ve Yılmaz, A.Z.,** 2011. LEED ve BREEAM Sertifikalarında Enerji Performans Değerlendirilmesinin Karşılaştırılması. X. Ulusal Tesisat Mühendisliği Kongresi, İzmir, Türkiye, s: 1541-1552.

- Esin, T.**, 2007. Enerji Etkin Pencerelelerin Yapıların Isısal Performansına Etkisi. İzolasyon Dünyası, Sayı 63, s:63-66
- Gorse, C. ve Highfield, D.**, 2009. Refurbishment and Upgrading of Buildings. Spon Press, New York.
- Gögebakan, Y.**, 2012. Estetik Ve Kentsel Yapılanma Üzerindeki Etkisi. İnönü Üniversitesi Sanat Ve Tasarım Dergisi, Cilt:2, Sayı:4, Syf: 73-84.
- Grimwood, C. J.**, 1993. Effects Of Environmental Noise On People At Home. BRE Information Paper IP 22/93
- Grünwald, S. ve Rottensteiner, S.**, 2010. Brochure 5-Storey Apartment House Linz. IEA Solar Heating and Cooling Programme Task 37, Subtask B
- Guiney, A. ve Hart, S.**, 2008. Making A Case For Innovation. The Architect's Newspaper 20\_ 12.10.2008
- Güler, H., Şenkal Sezer, F., Ülkü, S.**, 2010. Binalarda Yapı Fiziki Problemleri:Bursa'da Bir Kamu Kurumu Örneği. Uludağ Üniversitesi Mühendislik-Mimarlık Fakültesi Dergisi, Cilt 15, Sayı 2.
- Gür, V.**, 2007. Mimaride Sürdürülebilirlik Kapsamında Değişken Yapı Kabukları İçin Bir Tasarım Destek Sistemi, Doktora Tezi, Mimar Sinan Güzel Sanatlar Üniversitesi, Fen Bilimleri Enstitüsü, İstanbul.
- Gürdal, E. ve Acun, S.**, 2005. Dış Duvarların Tasarımında Isı ve Rutubet Etkisi. 25 -26 Mart 2005 Çatı Cephe Fuarı – CNR, İstanbul.
- Güzelçoban, S.**, 2007. Yapılarda Su ve Isı Etkenleri, Oluşturduğu Sorunlar, Nedenleri ve Çözüm Önerileri. Yüksek Lisans Tezi, Yıldız Teknik Üniversitesi, Fen Bilimleri Enstitüsü, İstanbul. □
- Harmankaya, Z.Y. ve Soyluk, A.**, 2010. Yüksek Yapılarda Taşıyıcı Sistem Ve Cephe Etkileşimi. 5. Ulusal Çatı & Cephe Sempozyumu, İzmir, Türkiye.
- Hasol, D.**, 2008(a). Ansiklopedik Mimarlık Sözlüğü. Yapı Endüstri Merkezi Yayınları
- Hasol, D.**, 2008(b). Mimarlık ve Yapı Sözlüğü. Yapı Endüstri Merkezi Yayınları
- Hastings S.R. ve Wall, M.**, 2007. Sustainable Solar Housing Volume 2 - Exemplary Buildings and Technologies, Earthscan, Londra



- Herzog, T., Krippner, R., Lang, W.,** 2004. Facade Construction Manual. Birkhäuser, Germany
- Hindrichs, D.U. ve Heusler, W.,** 2006. Façades- Building Envelopes For The 21st Century. Birkhäuser, Germany
- Hislop, P.,** 2007. External Timber Cladding. Trada Technology  
<http://www.trada.co.uk/techinfo/library/view/662B118F-C96E-4FA7-8DBE-F8DE75D15DAC/External+timber+cladding/ch02.html#id403939>
- Işık, M.,** 2007. Türkiye’de Mevcut Yapıların Enerji Etkinliğini İyileştirmeye Yönelik Bir Çalışma. Yüksek Lisans Tezi, Gebze Yüksek Teknoloji Enstitüsü, Gebze.
- İlhan, Y. ve Aygün, M.,** 2005. Cephe Sistemlerinde Kullanılan Yalıtım Camı Kombinasyonları. 2. Ulusal Çatı ve Cephe Kaplamalarında Çağdaş Malzeme ve Teknolojiler Sempozyumu, ss.141-146, 25-26 Mart 2005, İstanbul
- İplikçi, E.,** 2006. Binalarda Yangın Güvenlik Önlemlerinin Analizi Ve Yangın Güvenlikli Bina Tasarımına İlişkin Performans Kriterlerinin Ortaya Konulması. Yüksek Lisans Tezi, Gazi Üniversitesi, Fen Bilimleri Enstitüsü, Ankara.
- İstanbul İmar Yönetmeliği,** 2007. İstanbul Büyükşehir Belediyesi, İstanbul
- Kalemci, B.,** 2005. Türkiye’de Değişik Yönlere Bakan Pencereye Yatay Ve Düşey Dış Gölgeleme Elemanı Tasarımı İçin Bir Yaklaşım. Yüksek Lisans Tezi, Yıldız Teknik Üniversitesi, Fen Bilimleri Enstitüsü
- Karaman Yılmaz, Ö.,** 2004. Ülkemizde Kullanılabilecek Dış Duvar Elemanlarının Ses Yalıtım Performansı/ Isı Geçirgenlik Katsayısı/ Maliyet Açısından Değerlendirilmesi.Çatı cephe Fuarı, 2-3 Nisan 2004, CNR, İstanbul  
[http://www.catider.org.tr/pdf/sempozyum/bildiri\\_012.pdf](http://www.catider.org.tr/pdf/sempozyum/bildiri_012.pdf)
- Kars, F.,** 1999. Yapılarda Yangın Riskini Sınırlamaya Yönelik Önlemler Ve Duman Kontrolünün Sağlanması. 4.Ulusal Tesisat Mühendisliği Kongresi ve Sergisi Tebliği
- Kartal, S.,** 2009. Güneş Mimarisi Elemanlarının Isıl Verimlerinin Türkiye İklim Şartları ve Yapı Konstrüksiyonları İçin Hesaplanması, Doktora Tezi, Trakya Üniversitesi, Fen Bilimleri Enstitüsü, Edirne

- Kazanasmaz, Z.T.,** 2009. Binaların Doğal Aydınlatma Performanslarının Değerlendirilmesi. V. Ulusal Aydınlatma Sempozyumu ve Sergisi, 7-8 Mayıs 2009, İzmir Fuar Alanı
- Kesten, D., Ecker, U., Pietruschka, D.,** 2005. Ofis Binalarında Cephe Tasarıma Bağlı Enerji Etkin Aydınlatma Tasarımı. III. Ulusal Aydınlatma Sempozyumu, 23-25 Kasım 2005, Ankara.
- Knaack, U., Klein, T., Bilow, M., Auer, T.,** 2007. Façades Principles of Construction. Birkhäuser, Berlin, Syf : 9
- Koçlar Oral, G., Köknel Yener, A., Tamer Bayazit, N.,** 2004. Building Envelope Design With The Objective To Ensure Thermal, Visual And Acoustic Confort Conditions, Building and Environment, Elsevier
- Koçu, N. ve Dereli, M.,** 2008. Yapı Cephelerini Görsel Yönden Olumsuz Olarak Etkileyen Sorunlar Ve Nedenlerin Analizi. 4. Ulusal Çatı Cephe Kaplamalarında Çağdaş Malzeme Ve Teknolojiler Sempozyumu, İtü Mimarlık Fakültesi, Taşkışla, İstanbul.
- Koçu, N. ve Dereli, M.,** 2010. Dış Duvarlarda Isı Yalıtımı İle Enerji Tasarrufu Sağlanması Ve Detaylarda Karşılaşılan Sorunlar. 4. Ulusal Çatı & Cephe Sempozyumu, İzmir.
- Kopeinig, G.,** 2012. Linz Makartstrasse Redesign to Passive House Standard, Third International Symposium on Life-Cycle Civil Engineering, 3-6 Ekim 2012, Viyana, Avusturya
- Kurstjens, T., Vrins, E., Leenaerts, C.,** 2004. The Revival of the Albatross. The 21th Conference on Passive and Low Energy Architecture. 19 – 22 Eylül 2004, Eindhoven, Hollanda
- Küçüközdemir, G.,** 2003. Güneş Etkisine Bağlı Yapı Kabuğu Oluşumu ve Malzeme Seçim Kriterleri. Yüksek Lisans Tezi, Mimar Sinan Üniversitesi, Fen Bilimleri Enstitüsü.
- Lakot, E.,** 2007. Ekolojik Ve Sürdürülebilir Mimarlık Bağlamında Enerji Etkin Çift Kabuklu Bina Cephe Tasarımlarının Günümüz Mimarisindeki Yeri Ve Performansı Üzerine Analiz Çalışması. Yüksek Lisans Tezi, Karadeniz Teknik Üniversitesi, Fen Bilimleri Enstitüsü, Trabzon

- Ma, Z., Cooper, P., Daly, D., Ledo, L.,** 2012. Existing Building Retrofits: Methodology and state-of- the-art. Energy and Buildings sayı:55 syf: 889-902
- Manav, B., Kutlu, R., Küçükdoğu, N.Ş.,** 2009. Mimaride Kullanılan Cam Türlerinin Aydınlatma Açısından İncelenmesi. V. Ulusal Aydınlatma Sempozyumu, Mayıs 2009, İzmir
- Manioğlu, G.,** 2002. Isıtma Enerjisi Ekonomisi ve Yaşam Dönemi Maliyeti Açısından Uygun Bina Kabuğu ve İşletme Biçimi Seçeneğinin Belirlenmesinde Kullanılabilecek Bir Yaklaşım. Doktora Tezi, İstanbul Teknik Üniversitesi, Fen Bilimleri Enstitüsü.
- Moller, E.B.,** 2002. Dirt on Exterior Surfaces of the Building Envelope. Building Physics 2002- 6th Nordic Symposium
- Mulder M.,** 1995. To Capture the Sun and Sky (Daylighting). Lighting Futures, cilt: 1, sayı: 4
- Muneer, T., Abodahab, N., Weir, G., Kubie, J.,** 2000. Windows in Buildings Thermal, Acoustic, Visual and Solar Performance. Architectural Press, Great Britain, Oxford
- Okutan, H.,** 2008. Gün Işığı İle Aydınlatmanın Temel İlkeleri Ve Gelişmiş Gün Işığı Aydınlatma Sistemleri. Yüksek Lisans Tezi, Mimar Sinan Güzel Sanatlar Üniversitesi, Fen Bilimleri Enstitüsü.
- Okutan, H.,** 2012. Gün Işığı İle Aydınlatmanın Temel İlkeleri Ve Gelişmiş Gün Işığı Aydınlatma Sistemleri. Uluslararası Enerji ve Çevre Çevre konferansı, 25-27.04.2012
- Örkmez, A.S.,** 2012. Çift Kabuk Cephe Sistemlerinde Isıl Konforun Değerlendirilmesi. Yüksek Lisans Tezi, İstanbul Teknik Üniversitesi, Fen Bilimleri Enstitüsü.
- Özbalta, N., Göksal, T., Vafaei, L.E.,** 2003. Saydam Yalıtımlı Duvar Kuruluşunda Güneş Enerjisinin Depolanması. Tesistat Mühendisliği Dergisi, Sayı: 74, Mart-Nisan 2003, Syf: 26-30
- Özdil, O.S.,** 2010, “Sürdürülebilir Yapılaşma Sorunu ve Çelik”, Türk Yapısal Çelik Derneği.

<http://www.tucsa.org/images/yayinlar/makaleler/Surdurulebilir-Yapilasma-Sorunu-ve-Celik.pdf>

- Özer, M.**, 1982. Yapılarda Isı – Su Yalıtımları 1 Yapı fiziksel Tanım Hesaplama Esasları. Özer Yayınları, İstanbul.
- Özgünler, M.**, 1994. Pasif Yangın Güvenlik Önlemlerinde Etkili Olan Tasarım Değişkenleri Ve İlgili Mevzuatın İrdelenmesi. Yüksek Lisans Tezi, İ.T.Ü. Fen Bilimleri Enstitüsü, İstanbul.
- Pelsmakers, S.**, 2012. The Environmental Design Pocketbook.
- Pilkington**, 2010, Pilkington Glass Handbook 2010.
- Quir, J.D.**, 1988. Sound Transmission Through Windows. Canadian Building Digests, 240. <http://archive.nrc-cnrc.gc.ca/eng/ibp/irc/cbd/building-digest-240.html>
- Riley, M. ve Cotgrave, A.**, 2004. Construction Technology 3 The Technology of Refurbishment and Maintenance, Palgrave Macmillan,
- Robertson, K.**, 2002. Daylighting Guide For Buildings. NSAA, Solterre Design, CMHC Daylighting Guide for Buildings.
- Schittich, C.**, 2001. Building Skins: Concepts, Layers, Materials, Edition Detail-Institut für internationale Architektur- Dokumentation GmbH, Birkhäuser Publishers for Architecture, Basel.
- Schwehr, P., Fischer, R., Geier, S.**, 2011. Retrofit Strategies Design Guide - Advanced Retrofit Strategies & 10 Steps to a Prefab Module, International Energy Agency, Energy Conservation in Buildings and Community Systems, Prefabricated Systems for Low Energy Renovation of Residential Buildings, Empa, Building Science and Technology Lab, Switzerland
- Sev, A. ve Canbay, N.**, 2009. Dünya Geneline Uygulanan Yeşil Bina Değerlendirme Ve Sertifika Sistemleri. Yapı, Nisan 2009 Eki (Yapıda Ekoloji), s:42-49
- Sev, A., Gür, V., Özgen, A.**, 2004, Cephenin Vazgeçilmez Saydam Malzemesi Cam 2.Ulusal Yapı Malzemeleri Kongresi, İstanbul, 6-8 Ekim, 75-86.
- Shah, S.**, 2012. Sustainable Refurbishment, Wiley-Blackwell, syf: 21

- Sirel, Ş.**, 1993. Yapı Fiziği Konuları 1, Yapı Fiziği Uzmanlık Enstitüsü, <http://www.yfu.com/booklets/booklet-05.pdf>
- Smith, M.**, 2011. Sustainable Refurbishment of Existing Buildings. Industrial and Commercial Use of Energy Conference , Cape Town, Ağustos,2011
- Super Soundproofing Company**, 2010. Making Clear Interior Windows for sound Control <http://soundproofing.org/category/infopages>
- Şenkal Sezer, F.**, 2005(a). Türkiye’de Isı Yalıtımının Gelişimi Ve Konutlarda Uygulanan Dış Duvar Isı Yalıtım Sistemleri. Uludağ Üniversitesi Mühendislik-Mimarlık Fakültesi Dergisi, Cilt 10, Sayı 2, syf :79-85
- Şenkal Sezer, F.**, 2005(b). Farklı Cam Türlerinin Performans Kriterlerinin İncelenmesi. Uludağ Üniversitesi Mühendislik-Mimarlık Fakültesi Dergisi, Cilt 10, Sayı 1, syf :15-21
- Şentop, A., Beyazıt, N.T., Altun, M.C.**, 2012. Dış Duvarlarda Gürültü Kontrolü için Kullanılabilecek Bir Katolog. 6. Ulusal Çatı&Cephe Sempozyumu, 12-13 Nisan 2012, Uludağ Üniversitesi Mimarlık ve Mühendislik Fakültesi, Görükle Kampüsü, Bursa.
- Temiz, G.**, 2009. Konutta Değişim: Mekansal ve Estetik Kalitenin İzmir Örneği Üzerinde İncelenmesi, Yüksek Lisans Tezi, İstanbul Teknik Üniversitesi, Fen Bilimleri Enstitüsü, İstanbul.
- Thaller, M.**, 2009, Renovations, APPA, Virginia.
- Thorpe, D.**, 2010. Sustainable Home Refurbishment, Earthscan , London
- Toptancı, H.**, 2011. Dış Duvarların Dayanıklılık Açısından İncelenmesi. Yüksek Lisans Tezi, Mimar Sinan Güzel Sanatlar Üniversitesi, Fen Bilimleri Enstitüsü.
- Toydemir, N., Gürdal, E., Tanaçan, L.**, 2002. Yapı Elemanı Tasarımında Malzeme. Litaratür Yayıncılık, İstanbul.
- Trechsel, H.R., Bomberg, M.T.**, 2009. Moisture Control In Buildings: The Key Factor of Mold Prevention. ASTM International, USA
- Trusty, W.B.**, 2004. Renovating vs. Building New: The Environmental Merits, Athena Institute, Kanada.

- Tunçalp, K., Sucu, M., Oğuz, Y.,** 2002. Değişik İklim Şartlarında Bina İçerisinde Pasif Isıtma Ve Soğutma Sistemlerinin Kullanılabilirliği. IV. Ulusal Temiz Enerji Sempozyumu, UTES'2002, İstanbul, 16-18 Ekim 2002.
- Umaroğulları, F.,** 2011. Betonarme Düşey Yapı Kabuğunda Yalıtımın Yerinin Ve Kalınlığının, Nem Denetimi Açısından Deneysel Ve Sayısal Değerlendirmesi. Doktora Tezi, Trakya Üniversitesi, Fen Bilimleri Enstitüsü, Edirne.
- Ünal, G., Çetegen, D., Enarun, D.,** 2005. Gelişmiş Aydınlatma Sistemleri. III. Ulusal Aydınlatma Sempozyumu, 23-25 Kasım 2005, Ankara.
- Ünlü, C.,** 2009. TTMD Yönetim Kurulu Başkanı Cafer Ünlü ile BaşkanYardımcıları. Prof. Dr. Abdurrahman Kılıç ve Hırant Kalataş'ın katılımları ile Binalarda Enerji Performansı (BEP) Yönetmeliği'nin Uygulamaya Girdiği Gün Düzenlenen Basın Toplantısı, 7 Aralık 2009.
- Ünver, E.,** 2013. Binaya Entegre Fotovoltaik Sistemlerin Mimaride Kullanımları. Ekoyapı, yıl:3, sayı:14
- Wang, C.,** 2010. Integrated Concentrating Dynamic Solar Façade (ICDSF). The Center of Architecture Science and Ecology
- Yener, A.K.,** 2005. Binaların Enerji Etkin Aydınlatma Sistemleri Olarak Tasarlanması. III. Ulusal Aydınlatma Sempozyumu, 23-25 Kasım 2005, Ankara.
- Yener, A.K.,** 2007. Binalarda Günışığından Yararlanma Yöntemleri: Çağdaş Teknikler. 8. Ulusal Tesisat Mühendisliği Kongresi, 25-28 Ekim 2007, İzmir, syf: 231-241
- Yeşildal Genç, B.B., Koçlar Oral, G.,** 2004. Mimarlıkta Saydam Yalıtım Uygulamaları. 2. Ulusal Yapı Malzemeleri Kongresi, İstanbul, 06-08 Ekim 2004.
- Yıldırım Özgencil, S.,** 2004. Mimarlık Ve Estetik Betonun Estetiği. Hazır Beton Kongresi, İstanbul <http://www.dogateknik.com.tr/Teknik-Belgeler/Mimarlik-ve-estetik-betonun-estetigi.pdf>
- Yüceer, N.S.,** 2010. Gölge Elemanı Tasarımına Bir Yaklaşım Ve Adana Örneği. Middle East Technical University, Journal Of The Faculty Of Architecture, sayı:2010/2 syf:1-13

## İnternet Kaynakları

- URL-1,** [http://www.canadianarchitect.com/asf/enclosure\\_durability/durability\\_implications/durability\\_implications.htm](http://www.canadianarchitect.com/asf/enclosure_durability/durability_implications/durability_implications.htm)
- URL-2,** <http://www.buildings.com/article-details/articleid/9024/title/maintaining-facade-envelope-integrity.aspx>
- URL-3,** <http://www.commercialconstructionservices.net/buildingenvelope.html>,  
Building Envelope Restoration, 14 Ocak 2013.
- URL-4,** <http://wowturkey.com/forum/viewtopic.php?t=6558>
- URL-5,** <http://www.izoduo.com/dosyalar/urunbelgeler/duvarorum.pdf>
- URL-6,** [http://www.metalcrete.com/precast\\_panels.html](http://www.metalcrete.com/precast_panels.html)
- URL-7,** <http://www.savingsbydesign.com/award-winners/2009/355-11th-street>
- URL-8,** İstanbul Şehir Rehberi, <http://sehirrehberi.ibb.gov.tr/map.aspx>
- URL-9,** <http://www.eko-evd.com.tr/>
- URL-10,** <http://www.uevf.com.tr/uevf2/2011sunumlar/AliEkberCakar.pdf> ,  
Binalarda Enerji Performansı Yönetmeliği
- URL-11,** [http://mpmrusia.com/panel/temalar/tr/resimler/ALTENSIS\\_Seminer\\_Sunu\\_mu.pdf](http://mpmrusia.com/panel/temalar/tr/resimler/ALTENSIS_Seminer_Sunu_mu.pdf)
- URL-12,** <http://erisi.com/ana/boya/BOYA/PROBLEM1.html>
- URL-13,** <http://www.yfu.com/booklets/Mimarlik-Ozelsayi.pdf>
- URL-14,** <http://www.izoder.org.tr/tr/bilgi-merkezi>
- URL-15,** [http://www.tesisat.com.tr/yayin/139/tuyak-2011-yangin-ve-guvenlik-sektorunu-bir-araya-getirdi\\_3723.html#.UYldBW5rPmQ](http://www.tesisat.com.tr/yayin/139/tuyak-2011-yangin-ve-guvenlik-sektorunu-bir-araya-getirdi_3723.html#.UYldBW5rPmQ)
- URL-16,** <http://www.konhaber.com/yeni/haber-75502-42-katli-Polat-Towerda-yangin.html>

**URL-17,** [http://cbsingapore.blogspot.com/2010\\_10\\_01\\_archive.html](http://cbsingapore.blogspot.com/2010_10_01_archive.html)

**URL-18,**

<http://www.zimbio.com/pictures/i3j0RaEyGS1/Australian+Government+Cracks+Down+Graffiti/tF-MODVOCY6>

**URL-19,** <http://www.streetartutopia.com/?p=3615>

**URL-20,** <http://www.arieng.com/yapifizigi.asp>

**URL-21,** <http://www.energywisebristol.co.uk/solid-wall-insulation/4575877188>

**URL-22,** Zerofootprint, 2011.Re-Skinning Old Towers. [www.architectureweek.com](http://www.architectureweek.com)

**URL-23,**

[http://www.izoder.org.tr/tr/dokumanlar/krediler/sekerbank/tekniksartnameler/yalitim\\_cami\\_uniteleri.pdf](http://www.izoder.org.tr/tr/dokumanlar/krediler/sekerbank/tekniksartnameler/yalitim_cami_uniteleri.pdf)

**URL-24,** <http://www.okno-pol.pl/en/offer/windows/alu/aluminium-frame-windows-with-thermo-insulating-pads>

**URL-25,**

[http://www.isover.com/var/isover\\_com/storage/original/application/2fadb402555e3067637caf4502b3ead2.pdf](http://www.isover.com/var/isover_com/storage/original/application/2fadb402555e3067637caf4502b3ead2.pdf)

**URL-26,** <http://www.wanz.co.nz/windows-condensation>

**URL-27,**

[http://www.rehau.com/TR\\_tr/Indirilen\\_dosyalar/476798/Suche\\_Downloads.html](http://www.rehau.com/TR_tr/Indirilen_dosyalar/476798/Suche_Downloads.html)

**URL-28,** [http://www.bembook.ibpsa.us/index.php?title=Solar\\_Shading](http://www.bembook.ibpsa.us/index.php?title=Solar_Shading)

**URL-29,** Trakya Cam Sanayi A.Ş. 2013 Mimari Camlar Kataloğu, <http://www.trakyacam.com.tr/pdfs/tr/Mimari-Camlar-Katalogu.pdf>

**URL-30,**

<http://www.wausauwindow.com/products/index.cfm?page=productsDetail&seriesID=1&productID=67&groupID=8>

**URL-31,** <http://newsconstrumat.com>



- URL-32,** <http://www.rockwool.com/investor/news/shareholder+magazine/2012+december/changing+the+game+of+etics>
- URL-33,** Lamatherm, CW-RS Cavity Barriers for Rainscreen Cladding, Data Sheet 2110  
[http://www.siderise.co.uk/pdf/products/12/2110\\_Lamatherm\\_Rainscreen\\_Fire\\_Barrier\\_173\\_1.pdf](http://www.siderise.co.uk/pdf/products/12/2110_Lamatherm_Rainscreen_Fire_Barrier_173_1.pdf)
- URL-34,** <http://www.cammerkezi.com/upl/YANGINA%20DAYANIKLI%20CAM.pdf>
- URL-35,** [http://poli-eco.pl/polieco\\_en/Unitech/Aluminium-windows-and-doors/NT-78-EI-fire-protection-system](http://poli-eco.pl/polieco_en/Unitech/Aluminium-windows-and-doors/NT-78-EI-fire-protection-system)
- URL-36,** [http://www.camliyanginkapisi.com/yangin\\_sirasinda\\_sisen\\_bantlar.html](http://www.camliyanginkapisi.com/yangin_sirasinda_sisen_bantlar.html)
- URL-37,** [www.birchfieldinsulation.co.uk](http://www.birchfieldinsulation.co.uk)
- URL-38,** <http://cammozaik.org/image/goldlinemozaik-renkler.jpg>
- URL-39,** <http://back2brick.co.uk/Insulated%20brick%20cladding.html>
- URL-40,** [http://www.essroctech.com/browse/essroc\\_data\\_files/tech\\_info/bia\\_tech/BIA%20Tech%2028-A%20-%20Adding%20Brick%20Veneer%20to%20Existing%20Construction.pdf](http://www.essroctech.com/browse/essroc_data_files/tech_info/bia_tech/BIA%20Tech%2028-A%20-%20Adding%20Brick%20Veneer%20to%20Existing%20Construction.pdf)
- URL-41,** <http://www.corium-us.com/pressroom/?p=33>
- URL-42,** <http://www.digitile.co.uk/otherproducts.htm>
- URL-43,** <http://www.renovate.org.nz/villa/walls-and-cladding/wall-cladding-original-details/>
- URL-44,** <http://www.kme.com/en/novotelpaddington>
- URL-45,** <http://www.euroclad-ireland.com/products/rsaluminium.asp>

- URL-46,** <http://piy10.net/cimento-yonga-levha-ile-dis-cephe-kaplama/>
- URL-47,** [http://www.benthemcrouwel.nl/portal\\_presentation/culture/ziggo-dome](http://www.benthemcrouwel.nl/portal_presentation/culture/ziggo-dome)
- URL-48,** <http://www.twentinox.com/projects/item/29/Twentinox%20LED%20Media%20Façade>
- URL-49,** <http://ggames.com/glass/aesthetic>
- URL-50,** <http://congresmtl.com/en/>
- URL-51,** <http://atelier29.blogspot.com/2008/12/atelier-ruche-very-simple-private-salon.html>
- URL-52,** <http://www.winsa.com.tr/tr/urunler/pvc-pencere-sistemleri/dorado-gold>
- URL-53,** <http://inhabitat.com/smits-grow2-project-new-solar-and-wind-solutions/>
- URL-54,** <http://www.solarpv.co.uk/solar-pv-facades.html>
- URL-55,** [http://v1.raf.com.tr/urun\\_1387\\_reynaers-surdurulebilir-yapi-cozumleri-solar-sistemler.html](http://v1.raf.com.tr/urun_1387_reynaers-surdurulebilir-yapi-cozumleri-solar-sistemler.html)
- URL-56,** <http://www.onyx-solar.com/photovoltaic-glass.html>
- URL-57,** <http://spie.org/x35478.xml>
- URL-58,** [http://www.solaripedia.com/13/10/206/albatros\\_original\\_facade\\_\(netherlands\).html](http://www.solaripedia.com/13/10/206/albatros_original_facade_(netherlands).html)
- URL-59,** <http://www.cmhc-schl.gc.ca/en/inpr/bude/himu/bebu/upload/Mold-and-Water-Penetration-Repairs.pdf>
- URL-60,** [http://www.altensis.com/wp-content/uploads/2012/01/BASF\\_A55\\_Leaflet.pdf](http://www.altensis.com/wp-content/uploads/2012/01/BASF_A55_Leaflet.pdf)
- URL-61,** [http://www.busiad.org.tr/admin/Files/My%20Documents/File/Zeynep%20%C3%87ak%C4%B1r%20Sunumu%20BASF\\_23-February%202011.pdf](http://www.busiad.org.tr/admin/Files/My%20Documents/File/Zeynep%20%C3%87ak%C4%B1r%20Sunumu%20BASF_23-February%202011.pdf)

**URL-62,** <http://www.sprayfoam.gr/infoimages/files/51.pdf>

**URL-63,** [http://www.energyefficiency.basf.com/ecp1/EnergyEfficiency/en/function/conversions:/publish/content/show\\_houses/PDFs/121206\\_Reference\\_Dilovasi\\_Turkey\\_EN\\_FINAL.pdf](http://www.energyefficiency.basf.com/ecp1/EnergyEfficiency/en/function/conversions:/publish/content/show_houses/PDFs/121206_Reference_Dilovasi_Turkey_EN_FINAL.pdf)

**URL-64,** <http://www.usgbc.org/projects/basf-dilovasi-management-building>

**URL-65,** <http://www.hafi.de/index.php?id=78&L=1>

**URL-66,** <http://www.enob.info/en/refurbishment/projects/details/revitalising-office-towers/>