

**T.C.
SÜLEYMAN DEMİREL ÜNİVERSİTESİ
FEN BİLİMLERİ ENSTİTÜSÜ**

**BİR OFİS BİNASININ ISIL PERFORMANSINI ARTTIRMAYA
YÖNELİK İYİLEŞTİRME ÖNERİLERİ**

Canan ALTUNDAŞ

**Danışman
Prof. Dr. Neşe DİKMEN**

**YÜKSEK LİSANS TEZİ
MİMARLIK ANABİLİM DALI
ISPARTA- 2018**



© 2018 [Canan ALTUNDAŞ]

TEZ ONAYI

Canan ALTUNDAŞ tarafından hazırlanan "**Bir Ofis Binasının Isıl Performansını Arttırmaya Yönelik İyileştirme Önerileri**" adlı tez çalışması aşağıdaki jüri üyeleri önünde Süleyman Demirel Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü **Mimarlık Anabilim Dalı**'nda **YÜKSEK LİSANS TEZİ** olarak başarı ile savunulmuştur.

Danışman

Prof. Dr. Neşe DİKMEN
Süleyman Demirel Üniversitesi



Jüri Üyesi

Doç. Dr. Sıdıka ÇETİN
Süleyman Demirel Üniversitesi



Jüri Üyesi

Dr. Öğr. Üyesi. H. Hakan İNCE
Mehmet Akif Ersoy Üniversitesi



Enstitü Müdürü

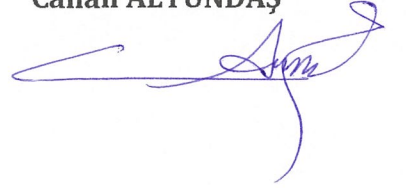
Prof. Dr. Yasin TUNCER

.....

TAAHHÜTNAME

Bu tezin akademik ve etik kurallara uygun olarak yazıldığını ve kullanılan tüm literatür bilgilerinin referans gösterilerek tezde yer aldığını beyan ederim.

Canan ALTUNDAŞ



İÇİNDEKİLER

	Sayfa
İÇİNDEKİLER.....	i
ÖZET	iii
ABSTRACT	iv
TEŞEKKÜR.....	v
ŞEKİLLER DİZİNİ	vi
ÇİZELGELER DİZİNİ	ix
SİMGELER VE KISALTMALAR DİZİNİ	x
1. GİRİŞ.....	1
2. GIYDIRME CEPHE SİSTEMLERİ.....	3
2.1. Giydirme Cephe Çeşitleri:.....	6
2.1.1 Yapı bilgisi bakımından ağırlıklarına göre,.....	6
2.1.1.1. Ağır giydirme cephe sistemleri:	6
2.1.1.2. Hafif giydirme cephe sistemleri	11
2.1.2. Cam kabukların sayısına göre,.....	21
2.1.2.1. Tek kabuklu cam cepheler	22
2.1.2.2. Birden fazla kabuklu cam cepheler	23
2.2. Giydirme Cephe Sistemi Seçiminde Etkili Olan Kriterler	31
2.3. Giydirme Cephe Sisteminde Kullanılan Camlar	33
2.3.1. Güvenlik camları.....	33
2.3.2. Levha camlar.....	35
2.3.3. Akıllı camlar	36
2.3.3.1. Güneş kontrol camları.....	37
2.3.3.2. Enerji üreten cam	41
2.4. Ofis Binalarında Isısal Konfor	42
2.5. Bina Cephelerinin Yenilemesinde Kullanılan Yöntemler	46
3.MATERYAL VE YÖNTEM	59
3.1. Materyal.....	59
3.2. Yöntem.....	67
4. ARAŞTIRMA BULGULARI.....	69
4.1. Ankette Elde Edilen Veriler.....	69
4.2. Binanın Mevcut Durumdaki Enerji Yükleri.....	73
4.3. Binanın Isıl Performansını Arttırmak için İyileştirme Önerileri.....	74
4.3.1. Giydirme cephe sistemindeki mevcut camın yerine U değeri daha düşük olan cam uygulanması	74
4.3.2. Giydirme cephe sisteminin iç kısmına ek kabuk uygulanması.....	78
4.3.2.1. Mevcut giydirme cephe sisteminin iç kısmına ek kabuk uygulanması.....	81
4.3.2.2. U değeri 1,8 W/m ² K Low-e cam uygulaması yapılan giydirme cephenin iç kısmına ek kabuk uygulanması	83
4.3.2.3. U değeri 1,1 W/m ² K Low-e cam uygulaması yapılan giydirme cephenin iç kısmına ek kabuk uygulanması	84
5. SONUÇ VE ÖNERİLER.....	87
KAYNAKLAR	90
EKLER.....	101
EK A. KULLANICI ANKETİ	101

EK B. YÖNETİCİ ANKETİ	104
ÖZGEÇMİŞ.....	105



ÖZET

Yüksek Lisans Tezi

BİR OFİS BİNASININ ISIL PERFORMANSINI ARTTIRMAYA YÖNELİK İYİLEŞTİRME ÖNERİLERİ

Canan ALTUNDAŞ

Süleyman Demirel Üniversitesi
Fen Bilimleri Enstitüsü
Mimarlık Anabilim Dalı

Danışman: Prof. Dr. Neşe DİKMEN

Vücut ısılarında değişikliğe neden olan çevre ve iklim koşullarına karşı dayanıklı olmadıkları için insanların bedensel ve zihinsel üretim hızını değiştiren en önemli etken buldukları ortamın ısı koşullarıdır. Yapma çevrede kullanıcıların algıladığı sıcaktan memnuniyet düzeyi yani ısı konfor, vücut ile çevre arasında meydana gelen ısı değişiminin bir sonucudur. Dış cephede kullanılan doğramalar ve cam elemanlar ısı konforunun sağlanmasında önemli bir yere sahiptir. Bina kabuğunu oluşturan elemanlardan olan giydirme cephe sistemleri, hafiflikleri, estetik görünümleri, montajlarının kolay olması ve iklim koşullarına dayanıklılıkları nedeniyle özellikle ofis binalarında vazgeçilmez hale gelmiştir. Giydirme cephe sistemleri yaz aylarında özellikle sıcak iklime sahip bölgelerde binanın içerisinde ısı birikmesine sebep olmaktadır. Bu yüzden kullanılacak cephe elemanları; binanın soğutma ve ısıtma yüklerini azaltmaya, doğal havalandırma yapmaya ve gün ışığından faydalanmaya olanak verecek şekilde seçilmelidir. Giydirme cephe sistemleri hava koşullarının en sıcak olduğu durumlarda en az ısı kazanacak, en soğuk olduğu durumlarda ise en az ısı kaybedecek şekilde uygulanmalıdır. Bu çalışma iki aşamadan oluşmuştur. Birinci aşamada kuzey-doğu-güney cepheleri giydirme sistemden oluşan örnek yapının kullanıcılarına iç mekân ısı konfor koşulları ile ilgili sorular içeren anket uygulanmıştır. İkinci aşamada Antalya'da bulunan bir ofis binası DesignBuilder enerji simülasyon programı yardımıyla modellenmiş, yapıda uygulanan giydirme cephe sisteminde kullanılan cam tipleri ve camların U değerleri değiştirilerek yapının ısıtma ve soğutma yüklerinde meydana gelen değişiklikler araştırılmıştır. Mevcut durumda bulunan cepheye ve analizler sonucunda istenilen konforu sağlayan cam cepheye çift cam cephe kabukları eklenerek iyileştirme önerisi yapılmıştır. Sonuç olarak bu yapı için konfor koşullarının iyileşmesine katkıda bulunacak cam tipi ve giydirme cephe sisteminin iyileştirilmesi ile ilgili önerilerde bulunulmuştur.

Anahtar Kelimeler: Ofis binaları, Giydirme cephe sistemleri, Isıl konfor, Cam, İyileştirme.

2018, 105 sayfa

ABSTRACT

M.Sc. Thesis

IMPROVEMENT RECOMMENDATIONS TO INCREASE THE THERMAL PERFORMANCE OF AN OFFICE BUILDING

Canan ALTUNDAŞ

**Süleyman Demirel University
Graduate School of Natural and Applied Sciences
Department of Architecture**

Supervisor: Prof. Dr. Neşe DİKMEN

Since human are not resistant to environmental and climatic conditions that cause changes in body temperature, the most important factor that changes the physical and mental efficiency is thermal conditions. The pleasure level of the temperature that users perceive from artificial surroundings which also means thermal comfort is the result of thermal transfer between body and environment. Materials and detailing used for external façade have an important factor to provide thermal comfort. Curtain wall system, which is an element of building envelope, has become indispensable especially in office buildings because it is light, aesthetic, easy to install and durable to climatic factors. Curtain wall systems increase heat inside the building in summer, especially in hot climate zones. Therefore, facade systems should be chosen so as to decrease the building's cooling and heating loads, let natural ventilation and allow sufficient sunlight. Curtain wall systems should be applied so as to gain the lowest heat during the hottest days and lose the lowest heat during the coldest days. In this work, consisted of two phases. In the first step, a questionnaire including questions about indoor thermal comfort conditions was applied to the users of the sample building consisting of north-east-south glass façade system. In the second phase, an office building in Antalya is modeled with the help of DesignBuilder energy simulation program, glass types used in curtain wall system applied in construction and by changing the values of U glass, the changes in heating and cooling loads of the building were investigated. As a result of the existing facades and analyzes, improvement proposal has been made by adding double glass facade skins to the glass facade providing the desired comfort. As a result, suggestions have been made to improve the glass type and curtain wall system which will contribute to the improvement of comfort conditions for this buildings.

Keywords: Office buildings, Facade systems, Thermal Comfort, Glass, Refurbishment.

2018, 105 pages

TEŞEKKÜR

Bu araştırma için beni yönlendiren, karşılaştığım zorlukları bilgi ve tecrübesi ile aşmamda yardımcı olan değerli Danışman Hocam Prof. Dr. Neşe DİK MEN'e teőekkürlerimi sunarım.

4286-YL2-15 No`lu Proje ile tezimi maddi olarak destekleyen Süleyman Demirel Üniversitesi Bilimsel Araştırma Projeleri Yönetim Birimi Başkanlığı'na teşekkür ederim.

Tezimin her aşamasında beni yalnız bırakmayan aileme sonsuz sevgi ve saygılarımı sunarım.

Canan ALTUNDAŞ
ISPARTA, 2018

ŞEKİLLER DİZİNİ

	Sayfa
Şekil 2.1. Giydirme cephe sistemini oluşturan	4
Şekil 2.2. Giydirme cephe sisteminde kullanılan taşıyıcı profiller.....	5
Şekil 2.3. Ağır giydirme cephe sistemi montajı	7
Şekil 2.4. The Marmara Oteli- İstanbul.....	7
Şekil 2.5. Boyutsal çeşitliliğine göre ağır giydirme cepheler	8
Şekil 2.6. Kesit oluşumundaki tabakalaşmaya göre tek ve çift tabakalı ağır giydirme cephe	9
Şekil 2.7. Konumsal çeşitliliğe göre ağır giydirme cephe sistem panelleri	10
Şekil 2.8. Biçimsel çeşitliliğe göre ağır giydirme cephe sistem panelleri.....	10
Şekil 2.9. Çubuklu sistem detayı	11
Şekil 2.10. Çubuk sistem montajı.....	12
Şekil 2.11. Çubuk sistemin genel şeması	13
Şekil 2.12. Panel sistem detayı	14
Şekil 2.13. Panel sistem montajı	15
Şekil 2.14. İş Bankası Genel Müdürlük Binası.....	15
Şekil 2.15. Zincirlikuyu Kulesi- İstanbul	15
Şekil 2.16. Yarı panel sistem detayı	16
Şekil 2.17. Yarı panel sistem uygulaması	17
Şekil 2.18. Yarı panel sistem uygulaması örnekleri.....	17
Şekil 2.19. Baskı profilli sistem	18
Şekil 2.20. Yatay ve düşey akslarda çelik görünümlü kapak uygulaması	19
Şekil 2.21. Alternatif üst kapak örneği	19
Şekil 2.22. Taşıyıcı macunlu sistem	20
Şekil 2.23. Karma sistem örneği.....	21
Şekil 2.24. Westminster Yeni Parlamento Binası.....	24
Şekil 2.25. Lloyds of London Binası dış cephe görünüşü (1) ve Lloyds of London Binası (2).....	25
Şekil 2.26. Çift kabuklu cam cephe bileşenleri	26
Şekil 2.27. Çift kabuklu cam cephe sisteminde soğuk günlerdeki hava akışı.....	27
Şekil 2.28. Çift kabuklu cam cephe sisteminde sıcak günlerdeki hava akışı.....	28
Şekil 2.29. Çift kabuklu cam cephe detayı.....	29
Şekil 2.30. Binaya uygulanan entegre PV uygulamaları	31
Şekil 2.31. Kırılan temperli cam	34
Şekil 2.32. Lamine camlar.....	35
Şekil 2.33. Renkli camlar.....	38
Şekil 2.34. Yansıtıcı cam uygulaması, Kar plaza-İstanbul	39
Şekil 2.35. Düşük emisiviteli (Low-e) camlar	40
Şekil 2.36. Low-e cam uygulaması, İpekyol üretim ve lojistik merkezi- Edirne	40
Şekil 2.37. Wilhelminastaete Binası, Amsterdam, Hollanda. a) Cephenin yenilemeden önceki durumu; b) Cephenin yenilemeden sonraki durumu	50
Şekil 2.38. William Farrell Telus Binası, Vancouver, Kanada. a) Cephenin yenilemeden önceki durumu; b) Cephenin yenilemeden	

sonraki durumu, c) Mevcut ve yeni kabuk arasındaki boşluktan görünüş	51
Şekil 2.39. BMW Merkez Binası, Münih, Almanya. a) Cephenin dıştan görünüşü; b) İzolasyonlu ek kabuğun iç mekândan cepheye montajı	53
Şekil 2.40. Basf Türk Dilovası, Kocaeli, Türkiye. a) Binanın yenilemeden önceki hali, b) cepheye spreyci poliüretan köpük ısı yalıtımı ve dış cephe kaplaması uygulanması, c) Binanın yenilemeden sonraki hali	55
Şekil 2.41. Dıştan yalıtılmış bir duvarın ek katman uygulamasının görünümü.....	56
Şekil 2.42. Camden, Kuzey Londra'da koruma alanında bulunan dolu tuğla duvarlı Viktorya tarzı binada cephe yenilemesi. a) Cephe duvarına iç yüzeyden uygulanan ısı yalıtımı; b) binanın dıştan görünüşü.....	57
Şekil 2.43. İçten yalıtılmış bir dış duvarın yalıtımına ait perspektif.....	58
Şekil 3.1. Antalya Makine Mühendisleri Odası Binası- Kuzey Cephesi	59
Şekil 3.2. Antalya Makine Mühendisleri Odası Binası- Doğu Cephesi	60
Şekil 3.3. Antalya Makine Mühendisleri Odası Binası- Kuzey Doğu Cephesi.....	60
Şekil 3.4. Antalya Makine Mühendisleri Odası Binası giydirme cephe sistemi	60
Şekil 3.5. Türkiye'nin toplam Güneş radyasyonu.....	61
Şekil 3.6. Türkiye'nin yıllık toplam güneşlenme süresi (saat)	61
Şekil 3.7. Şekil 3.7. Antalya'nın toplam Güneş radyasyonu	63
Şekil 3.8. Antalya'nın yıllık toplam güneşlenme süresi (saat).....	63
Şekil 4.1. Giydirme cephe sisteminin iç mekândan çekilmiş fotoğrafları	70
Şekil 4.2. Kullanıcıların sıcaklık durumunu değerlendirmesi	70
Şekil 4.3. Kullanıcıların durum değerlendirmeleri	72
Şekil 4.4. Bina model görünüşü	73
Şekil 4.5. Camın farklı U değerlerine sahip temperli camın değiştirilmesiyle elde edilen ısıtma ve soğutma yüklerinin binanın mevcut durumla karşılaştırması	75
Şekil 4.6. Camın farklı U değerlerine sahip temperli camın değiştirilmesiyle elde edilen ısıtma ve soğutma yüklerinin binanın giydirme cephe bölümlerinde mevcut durumla karşılaştırması	76
Şekil 4.7. Camın farklı U değerlerine sahip Low-e camlarla değiştirilmesiyle elde edilen ısıtma ve soğutma yüklerinin binanın mevcut durumla karşılaştırması	77
Şekil 4.8. Camın farklı U değerlerine sahip Low-e camlarla değiştirilmesiyle elde edilen ısıtma ve soğutma yüklerinin binanın giydirme cephe bölümlerinde mevcut durumla karşılaştırması	78
Şekil 4.9. Binaya ek kabuk ekleme	80
Şekil 4.10. Mevcut duruma ek kabuk uygulamasının ısıtma- soğutma yükleri.....	82
Şekil 4.11. Mevcut duruma ek kabuk uygulamasının giydirme cephe bölümlerinde ısıtma- soğutma yükleri	82

Şekil 4.12. U değeri 1,8 W/m ² K Low-e cama kabuk uygulamasında ısıtma- soğutma yükleri.....	83
Şekil 4.13. U değeri 1,8 W/m ² K Low-e cama kabuk uygulamasında giydirme cephe bölümünde ısıtma- soğutma yükleri	84
Şekil 4.14. U değeri 1,1 W/m ² K Low-e cama kabuk uygulamasında ısıtma- soğutma yükleri.....	85
Şekil 4.15. U değeri 1,1 W/m ² K Low-e cama kabuk uygulamasında giydirme cephe bölümlerinde ısıtma- soğutma yükleri.....	86



ÇİZELGELER DİZİNİ

	Sayfa
Çizelge 2.1. Bölgelere göre en Fazla Değer Olarak Kabul Edilmesi Tavsiye Edilen U Değerleri	44
Çizelge 2.2. İllere göre derece gün bölgeleri	45
Çizelge 2.3. Cephe yenilemelerinde kullanılan stratejilerin sınıflandırılması	49
Çizelge 3.1. İllere göre güneşlenme süreleri	62
Çizelge 4.1. Giydirme cephe sisteminde ısıtma ve soğutma yükleri	74



SİMGELER VE KISALTMALAR DİZİNİ

ASHRAE	American Society of Heating, Refrigerating, and Air-Conditioning Engineers
C	Celcius
Cm	Santimetre
Dx	Gün Işığı Yeterliliği
EN	Europe Norm
K	Kelvin
KWh	KiloWatt saat
Mm	Milimetre
M	Metre
M ²	Metrekare
PV	Fotovoltaik
SHGC	Güneş Isı Kazanç Katsayısı
T	Sıcaklık
TS	Türk Standardları
U	Isı İletkenlik Katsayısı
°	Derece

1. GİRİŞ

İnsanlar vücut ısılarında değişikliğe neden olan çevre ve iklim koşullarına karşı dayanıklı değildirler. İnsanların bedensel ve zihinsel üretim hızını değiştiren en önemli etken buldukları ortamın ısı koşullarıdır. Yapma çevrede kullanıcıların algıladığı sıcaktan memnuniyet düzeyi yani ısı konfor, vücut ile çevre arasında meydana gelen ısı değişiminin bir sonucudur (Örkmez ve Çetiner, 2012). Isı konforunun sağlanması ortamdaki ısı kazançları ve kayıplarının dengede tutulması ile mümkün olmaktadır. Ortamdaki ısı kayıpları ısı kazançlarından fazla ise, aradaki enerji farkı ısıtma enerjisi olarak ortama verilmelidir. Binaların iç ortamı ve dış ortamı arasında sınır oluşturan yapı elemanları sürekli değişen iklimsel koşulların etkisi altında kalmaktadır. Isı kayıplarının azaltılması iç ve dış ortam arasında sınır oluşturan duvar, pencere, kapı, döşeme, çatı vb. yapı elemanlarındaki gerekli yalıtım detaylarının uygulanması ile sağlanmaktadır (Dağsöz, Işıkel ve Bayraktar, 1999). Dış cephede kullanılan doğramalar ve cam elemanlar ısı konforunun sağlanmasında önemli bir yere sahiptir (Usta, 2009). Pencereelerde gerekli yalıtım önlemleri alınmadığında ve yapıdaki pencere alanının fazla olması durumunda enerji kayıpları oluşmaktadır (Can, 1998).

Tarihsel süreçte teknolojik gelişmeler sayesinde, mimaride yeni malzeme ve yeni sistemler, çeşitli uygulama teknikleri arayışı içerisinde girilmiştir. Bu süreçte en çok değişim gösteren öğelerden birisi yapı kabuğu olmuştur. Yapı kabuğu mimari biçimlenişin bir ifadesi olmaktadır. Teknolojik gelişmeler yapı sektörünü etkileyerek cephe yapım sistemlerinde etkili olmakta ve giydirme cephe kavramı ortaya çıkmıştır (Alpur, 2009). Bina kabuğunu oluşturan elemanlardan olan giydirme cephe sistemleri, hafiflikleri, estetik görünümleri, montajlarının kolay olması ve iklim koşullarına dayanıklılıkları nedeniyle özellikle ofis binalarında vazgeçilmez hale gelmiştir (Çetiner, 2002). Ofis binalarının gün içerisinde enerji gereksinimi (Isıtma, soğutma, havalandırma, aydınlatma) nedeniyle tüketilen enerji miktarı fazladır (Ayçam, 2011). Dünyada tüketilen enerjinin büyük bir kısmı ofis alanlarında kullanılmaktadır. Türkiye'deki harcanan enerji miktarının üçte biri ise ofis amaçlı kullanılan binalar için harcanmaktadır (Eskin,2009).

Giydirme cephe sistemleri yaz aylarında özellikle sıcak iklime sahip bölgelerde binanın içerisinde ısı birikmesine sebep olmaktadır. Bu yüzden kullanılacak cephe elemanları; binanın soğutma yükünü azaltmaya, doğal havalandırma yapmaya ve doğal gün ışığından faydalanmaya olanak verecek şekilde seçilmelidir (Alakavuk, 2009). Giydirme cephe sistemleri hava koşullarının en sıcak olduğu durumlarda en az ısı kazanacak, en soğuk olduğu durumlarda ise en az ısı kaybedecek şekilde uygulanmalıdır (Altın, 2005). Giydirme cephe sistemleri, binanın yapısal özelliklerine uygun olmalı, kullanıcı konfor ihtiyaçlarını karşılamalı ve dış etkenlere karşı dayanıklı olmalıdır (Atalay, 2006). Giydirme cephelerin tasarımı ve uygulanması aşamasında sorunlarla karşılaşabilmektedir. Bu sorunlar tasarım, detaylandırma ve işçilikten kaynaklanmaktadır. Uygulaması bitmiş giydirme cephelerde karşılaşılan sorunların çözümü oldukça zor ve pahalıdır. Giydirme cephelerin tasarım evrelerinde alınan kararlar olası sorunları önlemeye yönelik olmalıdır (Bostancıoğlu ve Soyyiğit, 2012). Giydirme cephe bileşenleri, optimum ısı konfor koşullarını minimum enerji tüketimiyle sağlamalıdır. Seçilen giydirme cephe sistemleri binanın yapısal özelliklerine ve değişen dış hava koşullarına uygun olmalı, kullanıcı ihtiyaçlarını karşılamalıdır (Atalay, 2006).

Bu tez çalışması iki aşamadan oluşmuştur. Birinci aşamada binanın yöneticisi ile görüşülerek binanın ısıtma, soğutma ve havalandırma sistemleri hakkında bilgi alınmıştır. Ayrıca kullanıcılara anket uygulanmıştır. İkinci aşamada ise bina DesignBuilder enerji simülasyon programı yardımıyla modellenerek mevcut camın yerine uygulanan farklı U değerlerine sahip camların ve iç mekâna eklenen ikinci cam kabuğun binanın enerji yüklerine etkileri incelenmiştir. Sonuç olarak bu yapı için konfor koşullarının iyileşmesine katkıda bulunacak cam tipi ve giydirme cephe sisteminin iyileştirilmesi ile ilgili önerilerde bulunulmuştur.

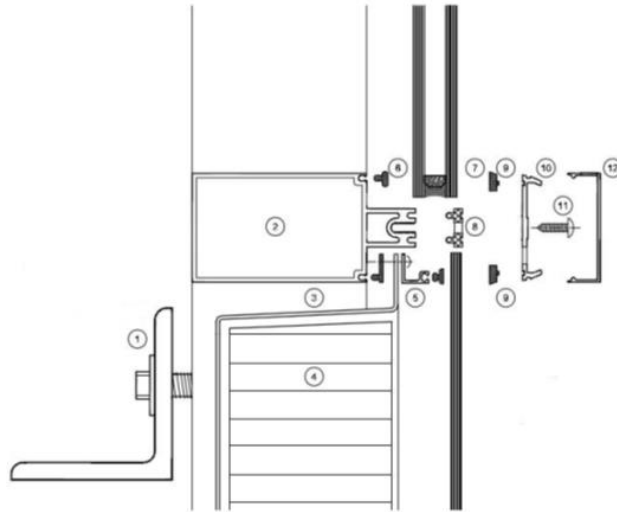
2. GIYDIRME CEPHE SİSTEMLERİ

Giydirme cephe Doğan Hasol tarafından, “Çok katlı bir yapıda, döşemelerin önünden geçerek devam eden, döşemelere veya kolonlara asılan, taşıyıcı olmayan camlı dış duvar” olarak tanımlanmıştır (Hasol, 2010). Giydirme cephe sistemleri, yapının taşıyıcı sisteminde görev almayan, kendi yükünü taşıyıcı sisteme özel bağlantılarla ileten, modüler koordinasyon ilkelerine uygun olarak hazırlanan düşey kabuklardır (Yıldırım, 2011). Giydirme cephe sistemleri yapının iç ve dış ortamı arasında filtre görevi yaparak çeşitli performans gösteren yapı elemanlarıdır. Estetik görünümleri, montaj kolaylığı ve hızı, yüksek üretim standardı, ısı ve su geçirimsizliği gibi nedenlerle giydirme cephe sistemleri yaygın bir şekilde kullanılmaktadır (Gür, 2011). Son yıllarda giydirme cephe sistemlerinin kullanımında hızlı bir artış görülmektedir (Baimuratov, 2012). Giydirme cephelerin kullanımı; diğer cephelere göre daha hafif ve daha az kalınlığa sahip olması, seri üretime ve ön yapıma olanak sağlaması, bileşen, parça, ürün boyutlarının taşımaya uygun olması, estetik olması (Güvenli, 2006), büyük boyutlu ünitelerin yapılmasına olanak vermesi (Akyürek, 1991) ve renk ve doku bozuklukları olmaması (Yıldırım, 2011) gibi avantajları sağlamaktadır.

Giydirme cephe sistemlerini oluşturan bileşenler; ana profil, iç ve dış contalar, çift cam birimi, ısı kesici, baskı profili, dış ve iç ek profiller ve strüktürel silikon (taşıyıcı macun) olarak sıralanmaktadır (Şekil 2.1).

- Ana profil; cam ve dolgu birimlerinin ağırlıklarından oluşan düşey yükleri ve buna etkiyen yatay yükleri taşıyarak cephe elemanlarının fazla ötelenmelerini engelleyen bileşendir. Ana profil, düşey ve yatay konumlarda çoğunlukla cephenin iç tarafında yer almaktadır. Cam ve dolgu birimlerinin iç yüzey kenarları ana profil ve dıştaki baskı profili arasında sıkıştırılır. Tek veya birbirine geçen iki bileşenden oluşabilmektedir. Rijitliğini artırmak amacıyla içerisine ayrı bir destek profili geçirilebilmektedir.

- Dış ve iç contalar; dış ortamdan iç ortama hava ve su sızıntısını önlemek amacıyla yapılan ve metal profillerin yan yana getirilmesini sağlayan bileşenlerdir. Dış ve iç contalar ayrı olabileceği gibi dış-dış, dış- iç ve iç-iç şeklinde birleştirilmiş olarak tasarlanabilmektedir.
- Çift cam birimi; fiziksel çevre kontrolü sağlamakla beraber rüzgâr ve darbe yüklerine karşı mekanik dayanım gösterilmesi beklenen bileşenlerdir.
- Isı kesici; cam ve dolgu birimleri arasında metal birleşimin iç ve dış birimlerini birbirinden ayırarak iç ve dış ortam arasındaki ısı iletimini azaltan bileşenlerdir (Alpur, 2009).
- Baskı profili; cam ve dolgu birimini iç taraftaki ızgara bileşenine bastırarak mekanik bağlantıyı sağlar. Kapaklı sistemde kullanılmaktadır.
- Dış ve iç ek profiller; camın ızgaraya mekanik bağlantısını sağlarlar. Kapaksız sistemde kullanılmaktadır.
- Strüktürel silikon (taşıyıcı macun); cam, metal ve diğer yapı malzemelerinin konstrüktif bağlanmasını sağlamak amacıyla yapılan bileşenlerdir (Alpur, 2009). Kapaksız sistemde kullanılmaktadır (Güvenli, 2006).

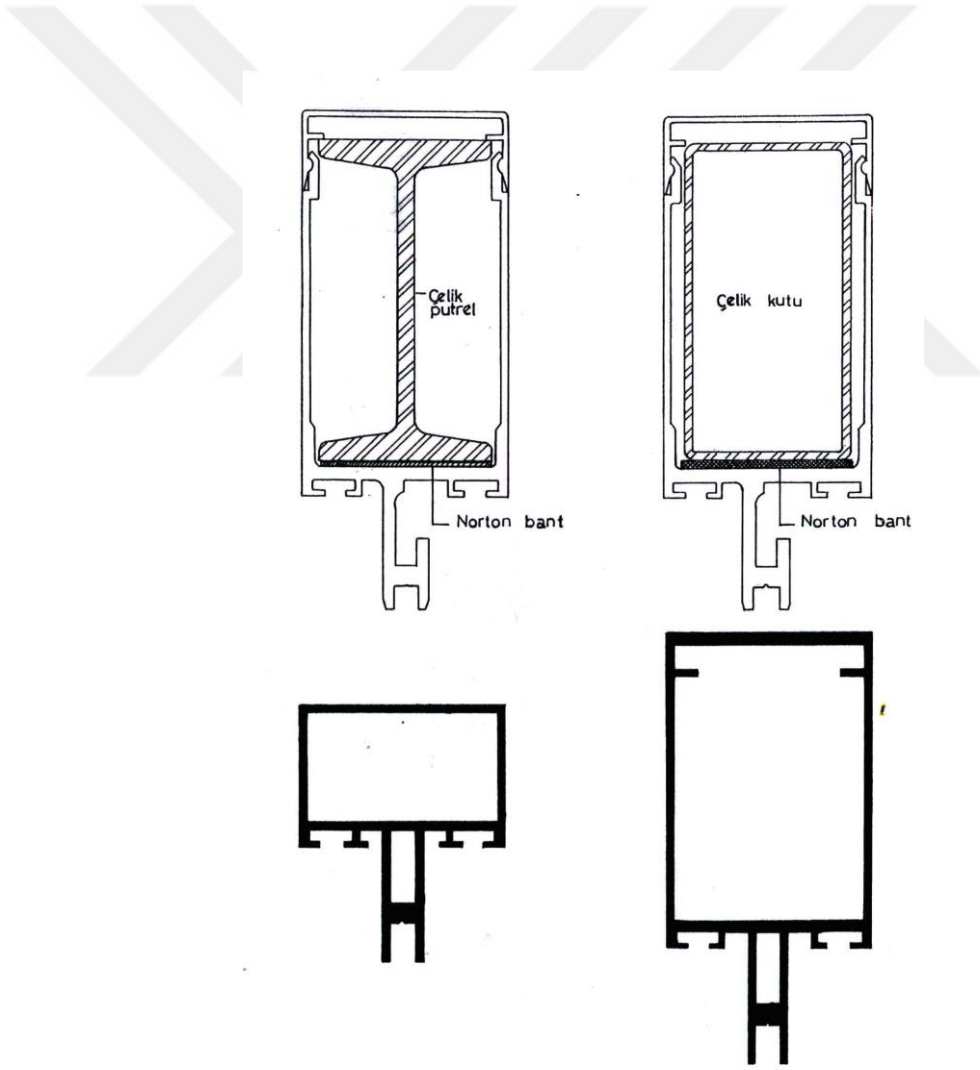


- 1.Ankraj, 2.Dikey profil, 3.Yatay profil, 4.Isı yalıtımı, 5.Dolgu panel, 6.İç kompaktör, 7.Cam panel, 8.Termal plastik, 9.Dış kompaktör, 10. Baskı plakası, 11.Baskı plaka civatası, 12.Baskı profili

Şekil 2.1. Giydirme cephe sistemini oluşturan (Makepeace,2004)

Giydirme cephe sistemlerinin esas elemanını oluşturan camın, yapı strüktürü tarafından taşınmasını sağlamak için doğramaya, montaj aksamına ve yardımcı montaj malzemelerine gereksinimi vardır. Giydirme cephe sistemlerinde kullanılan ana elemanlar ise, taşıyıcı sistem, bağlantı elemanları ve kaplama elemanları olmaktadır (Alpur, 2009).

-Taşıyıcı sistem: Çelik, alüminyum ya da çelik alüminyum karışımından oluşan, cam ve kaplama elemanların oluşturduğu düşey ve bunlara etki eden yatay yükleri ankrajlar vasıtasıyla yapı strüktürüne ileten elemanlara denilmektedir (Güvenli, 2006) (Şekil 2.2).



Şekil 2.2. Giydirme cephe sisteminde kullanılan taşıyıcı profiller (Ademci, 2000)

-Bağlantı elemanları: Giydirme cephe taşıyıcı sistemi, bina taşıyıcı sistemi ve kaplama elemanları arasındaki bağlantı görevini yapan elemanlardır. Kaplama elemanlarının yükünü ve rüzgâr yükünü bina taşıyıcı sistemine iletirler.

-Kaplama elemanları: Yapı strüktürüne dışarıdan monte edilen giydirme cephe sisteminin taşıyıcı ızgaralarına yerleştirilen elemanlardır. Kaplama elemanları kullanım alanlarına göre parapet veya vizyon olarak adlandırılmaktadır. Parapet kaplama malzemeleri mimari tasarıma göre granit, granit seramik, seramik, mermer, terra cotta, cam ve paslanmaz çeliktir. Kaplama elemanı olarak ise, metal sandviç panel, kompakt laminat, termik yalıtım elemanları ve buhar kontrol elemanları uygulanmaktadır (Güvenli, 2006).

2.1. Giydirme Cephe Çeşitleri:

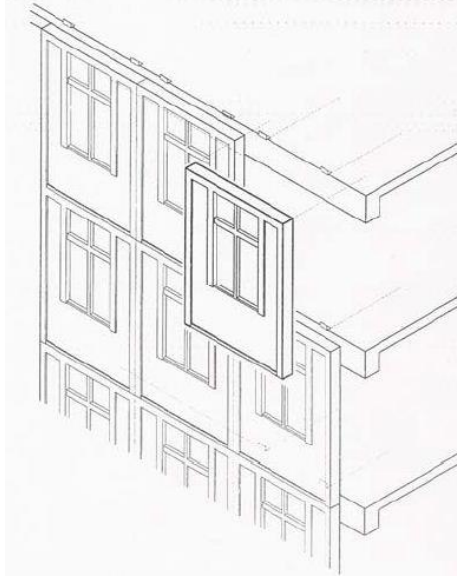
Giydirme cephe sistemleri; yapı bilgisi bakımından ağırlıklarına göre ve cam kabukların sayısına göre iki gruba ayrılmaktadır.

2.1.1 Yapı bilgisi bakımından ağırlıklarına göre,

Giydirme cephe sistemleri, yapı bilgisi bakımından ağır giydirme cephe sistemleri ve hafif giydirme cephe sistemleri olmak üzere iki başlık altında incelenmektedir (Güvenli, 2006).

2.1.1.1. Ağır giydirme cephe sistemleri:

Ağırlıkları 100 kg/m^2 'den fazla olan, genellikle beton esaslı prekast panellerden oluşan cephelerdir. Betonarme dışında cam elyaf donatılı beton veya plastik ya da metal malzemeler kullanılmaktadır (Uzak, 1998). Ağır giydirme cephe sistemlerinde panel boyutları standart ölçülerde prefabrik olarak üretilir ve uygulaması şantiyede montaj elemanlarıyla Şekil 2.3'teki gibi gerçekleştirilir (Yaman, 1998).



Şekil 2.3. Ağır giydirme cephe sistemi montajı (Yaman, 1998)

Ağır giydirme cephe sisteminin; yapıya fazla yük getirmesi, montaj zorluğu, betonun ısı iletkenlik katsayısının yüksek olması nedeni ile ısı yalıtımını zorunlu kılması ve hatayı tolere edememe gibi olumsuz özellikleri vardır. Bunun yanında ağır giydirme cephe sisteminin birleşim yerinin az olması nedeni ile derz sorunu yaratmaması gibi avantajı da vardır. Bu tip giydirme cephe sistemi ülkemizde İstanbul The Marmara Oteli'nde uygulanmıştır (Şekil 2.4) (Güvenli, 2006).

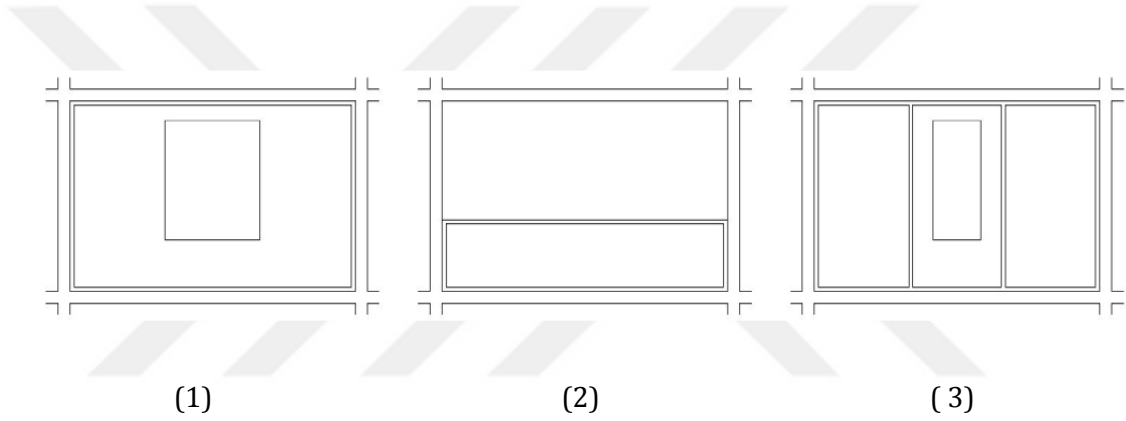


Şekil 2.4. The Marmara Oteli- İstanbul (Wikimedia, 2018)

Ağır giydirme cephe sistemleri, boyutsal çeşitliliğine göre, kesit oluşumundaki tabakalaşmaya göre, yapı taşıyıcı sistemi ile konumlarına göre ve biçimsel çeşitliliğine göre dört bölümde incelenmektedir.

-Boyutsal çeşitliliğine göre ağır giydirme cephe sistemleri:

Boyutsal çeşitliliğine göre ağır giydirme cephe sistemleri; belirli bir aks aralığını tümüyle kaplayan büyük paneller (1), belirli bir aks aralığı üstünde boşluk bırakılarak (parapet elemanı halinde) uygulanan paneller (2) ve belirli bir aks aralığını küçük modüller şeklinde kaplayan paneller olarak sınıflandırılmaktadır (3) (şekil 2.5) (Güvenli, 2006).



şekil 2.5. Boyutsal çeşitliliğine göre ağır giydirme cephe sistemleri (Kalmaz, 2001)

-Kesit oluşumundaki tabakalaşmaya göre ağır giydirme cephe sistemleri:

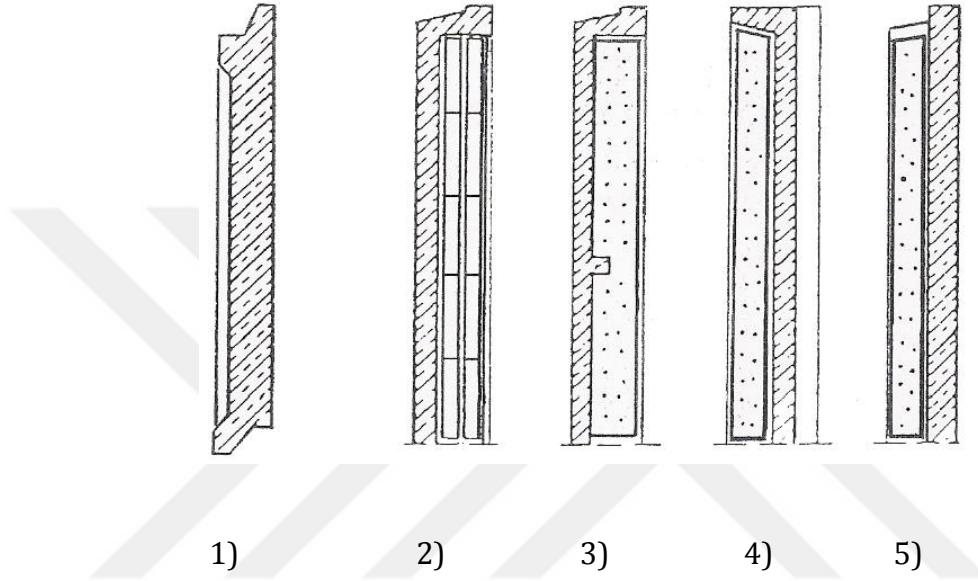
Kesit oluşumundaki tabakalaşmaya göre ağır giydirme cephe sistemleri; tek tabakalı paneller, çift tabakalı paneller ve üç ya da daha çok tabakalı cephe panelleri (şekil 2.6) olmak üzere e ayrılmaktadır.

-Tek tabakalı paneller: Panel kesiti homojen yapıya sahip olan cephe sistemleridir. Üretim ve montajının kolaylığı olumlu özelliği olsa da ısı hareketlerinin fazlalığı olumsuz özelliğidir.

-Çift tabakalı paneller: Panellerin çift katmanlı kullanılması katmanların ayrı fonksiyonları yerine getirmelerini sağlamaktadır. Panelin bir tabakası dayanımı sağlarken diğer tabakası ise istenilen başka bir görevi yerine getirmektedir. Çift

tabakalı panelleri oluşturan malzemelerin ısı veya nem karşısında farklı özellik ve davranış göstermesi gerekmektedir.

-Üç ya da daha çok tabakalı cephe panelleri: İki betonarme tabaka arasına ısı yalıtımı sağlayan üçüncü tabakanın yerleştirilmesi ile oluşmaktadır. Bu cephe sistemleri sandviç panel olarak adlandırılmaktadır (Gür, 2001).

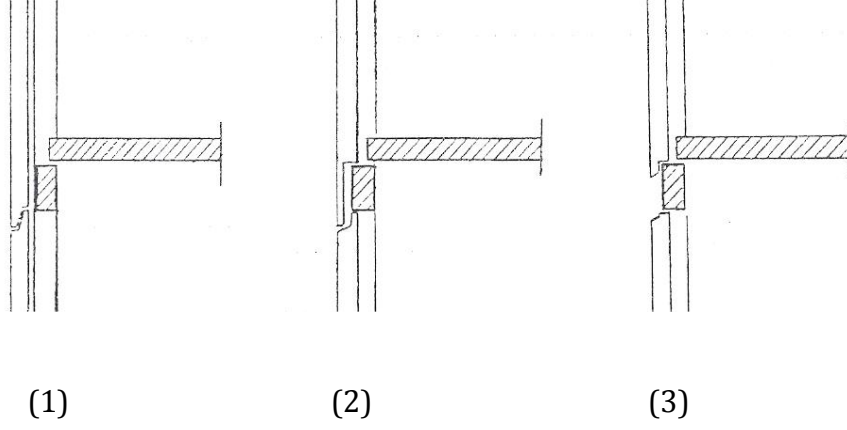


1.Tek tabakalı cephe paneli; 2.Çift tabakalı (beton-tuğlalı); 3.4.5.Çift tabakalı (Beton- Gazbeton)

Şekil 2.6. Kesit oluşumundaki tabakalaşmaya göre tek ve çift tabakalı ağır giydirme cephe (Kalmaz, 2001)

-Yapı taşıyıcı sistemi ile konumlarına göre ağır giydirme cephe sistemleri:

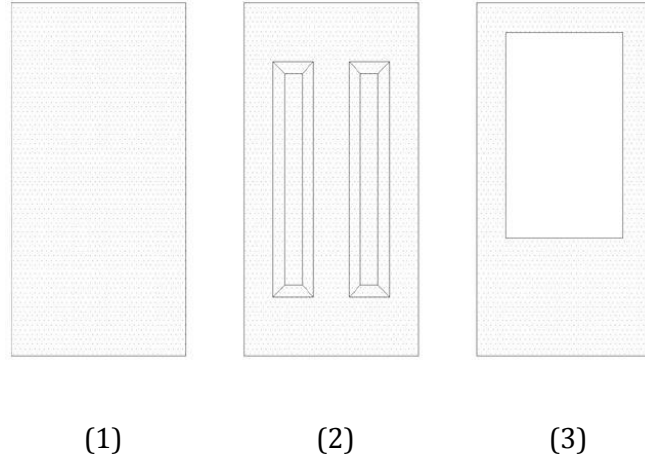
Yapı taşıyıcı sistem ile konumlarına göre ağır giydirme cephe sistemleri; ön konumlu paneller (1), yan konumlu paneller (2) ve ara konumlu paneller olmak üzere üç gruba ayrılmaktadır (3) (Şekil 2.7) (Allen, 1985).



1. Ön konumlu paneller; 2. Yan konumlu paneller ve 3. Ara konumlu paneller
 Şekil 2.7. Konumsal çeşitliliğe göre ağır giydirme cephe sistem panelleri (Allen, 1985)

-Biçimsel çeşitliliğine göre ağır giydirme cephe sistemler:

Biçimsel çeşitliliğine göre ağır giydirme cephe sistemleri; boşluksuz cephe panelleri (1), kapalı boşluklu cephe panelleri (2) ve boşluklu cephe panelleri (3) (Şekil 2.8) olmak üzere üç sınıfa ayrılmaktadır (Güvenli, 2006).



Şekil 2.8. Biçimsel çeşitliliğe göre ağır giydirme cephe sistem panelleri (Güvenli,2006)

2.1.1.2. Hafif giydirme cephe sistemleri

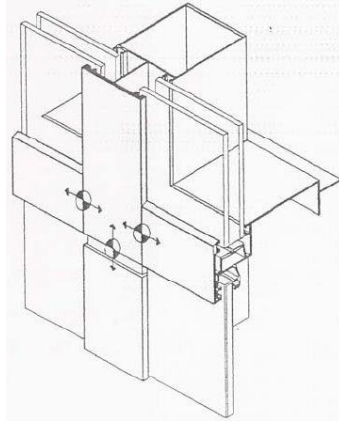
Yapıya 100 kg/m²'den daha az yük getiren, yapı hareketlerini tolere edebilen, parçalı ve şantiyede monte edilebilen giydirme cephe sistemleridir. Hafifliği, nakliye ve montajının kolay olması, yüksek yapılarda prestij etkisi yaratması nedeniyle tercih edilmektedir. Hafif giydirme cephe sistemlerin çok derze sahip olması olumsuz özelliğidir (Güvenli, 2006). Hafif giydirme cephe sistemleri; taşıyıcı iskelet sistemine göre, örtü ve taşıyıcı bileşen arasındaki birleşim tipine göre, panellerin kenar profillerine göre, cam destek bileşenine göre ve tespit bileşenine göre beşe ayrılmaktadır.

-Taşıyıcı iskelet sistemine göre;

Taşıyıcı iskelet sistemine göre; çubuk sistemler, panel sistemler ve yarı panel sistemler olmak üzere üçe ayrılmaktadır.

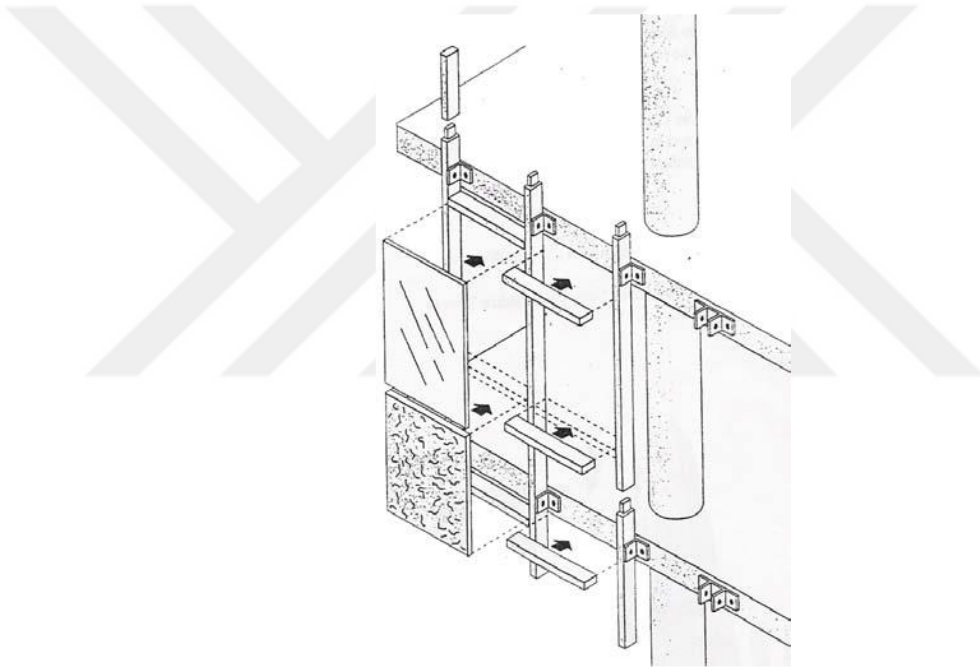
-Çubuk sistemler:

Dikmelerin yapı cephesine modüler bir şekilde asılmasından sonra yatay kayıtların monte edilmesiyle oluşturulan ızgaralı sistemler çubuk sistemler olarak adlandırılmaktadır (Güvenli, 2006) (Şekil 2.9). Kullanılan ızgara cephede okunabilmektedir (Schaal, 1961). Bu sistemlerde camlar içeriden veya dışarıdan takılabilmektedir (Güvenli, 2006).

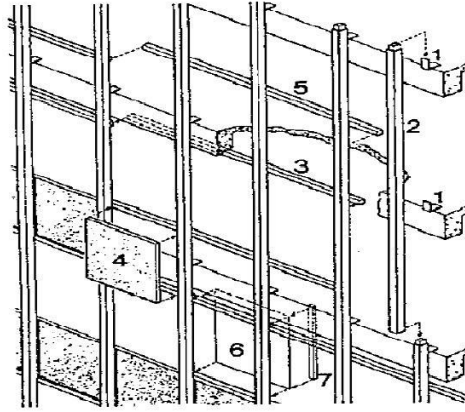


Şekil 2.9. Çubuklu sistem detayı (Okçu,1991)

Çubuk sistemde taşıyıcılar bina cephesinde belirli aks aralıklarıyla ve boy değişimine imkân verecek şekilde bir ucu sabit diğer ucu kayıcı olarak uygulanmalıdır. Ayrıca, dikmelerin döşeme veya kiriş altına, üstüne ya da altına monte edilmelidir. Dikmelerin detaylandırılması tek ya da iki kat yüksekliğinde olmalı, ek yerleri harekete imkân vermeli ve geçmeli birleşimler yapılmalıdır (Gür, 2001) (Şekil 2.10). Montaj zamanında iskele ve yardımcı platformlar kullanılmalıdır (Atalay, 2006). Çubuk sistem, ankraj elemanı, köşe blokları, takozlar, fitil, sızdırmazlık ürünleri, ayar blokları ve conta bileşenlerinden oluşmaktadır (Baimuratov, 2012) (Şekil 2.11).



Şekil 2.10. Çubuk sistem montajı (Güvenli, 2006)



1.Ankraj elemanı; 2.Dikey profiller; 3.Yatay profiller; 4.Dolgu panel(Yapının iç tarafından monte edilebilir.); 5.Yatay profiller (Pencere pervazındaki bölüm); 6.Saydam panel (Yapının iç tarafından da monte edilebilir.); 7.İç tamamlayıcı profil

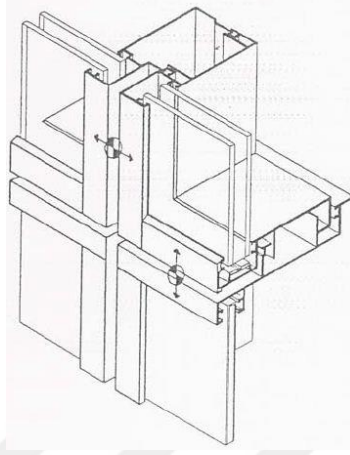
Şekil 2.11. Çubuk sistemin genel şeması (Baimuratov, 2012)

Ekonomik olmaları nedeni ile çubuk sistemler ülkemizde yaygın olarak kullanılmaktadır (Güvenli, 2006). Çubuk sistemlerin montajının uzun zaman alması ve kapalı ortamda yapılmaması, cephenin hava koşullarından olumsuz etkilenmesine neden olmaktadır (Atalay, 2006). Yatay ve düşey hareketlere karşı uyumu zayıf olduğu için yüksek yapılarda önerilmemektedir (Tümay, 1999). Bağlantı noktasının çokluğundan dolayı sızıntı riski yüksektir. (Baimuratov, 2012)

-Panel sistemler:

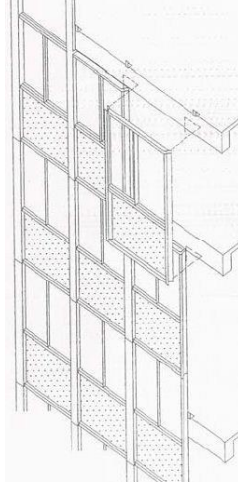
Düşeyde kat yüksekliğinde ya da belirli aks aralıklarındaki modül ölçülerine göre fabrikada üretilip, montajı şantiye alanında yapılan panellerin, yatay ve dikey derzlerle birbirinden ayrıldığı cephe sistemleri panel sistemler olarak adlandırılmaktadır (Gür, 2001) (Şekil 2.12). Panel sistemin özelliği, sadece paneller arasında derz oluşturması ve kapalı olmasıdır (Schaal, 1961). Kendi içinde kapalı bir sistem olması, geçirimsizlik özelliği kazandırdığı için diğer sistemlere göre üstündür. Yatay ve düşey hareketlerin karşılanmasında en iyi sonucu vermekte olan bu sistemler, cephe genişlemesinden doğacak gürültüye

engel olmaktadır. Panel sistemde montaj en az işçilikle çok hızlı bir şekilde yapılabilmektedir. Panel sistemlerde yatay ve dikey derzlerin artması sonucunda profil sayısı dolayısı ile maliyet artmaktadır (Gür, 2001).



Şekil 2.12. Panel sistem detayı (Oktuğ, 1991)

Panel sistemler, taşınabilir büyüklükte üretildikten sonra fabrikada camları ve aksesuarları monte edilerek hazırlanır. Panellerin montajında raylı sistem, montaj platformu, vinç gibi özel donanımlara ihtiyaç duyulmaktadır. Montajın eleman bazında yapılması ise uygulamadaki hata oranını düşürmektedir (Şekil 2.13). Ayrıca panel sistemler, yapılarda montaj süresinin kısa olması nedeni ile tercih edilmektedir (Atalay,2006). İstanbul 4. Levent'te bulunan İş Bankası Genel Müdürlük binası (Şekil 2.14) ve Zincirlikuyu Kulesi'nde (Şekil 2.15) panel sistem uygulanmıştır (Gür, 2001).



Şekil 2.13. Panel sistem montajı (Oktuğ, 1991)



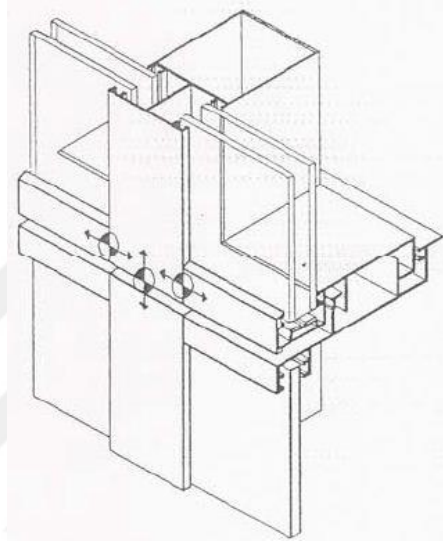
Şekil 2.14. İş Bankası Genel Müdürlük Binası (Arkiv, 2018)



Şekil 2.15. Zincirlikuyu Kulesi- İstanbul (Yüksel İnşaat, 2018)

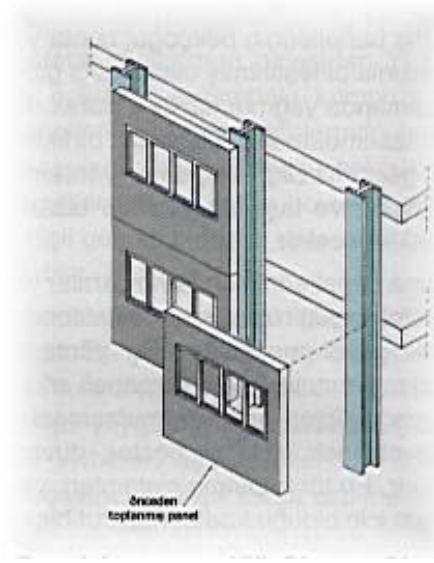
-Yarı panel sistemler:

Yatay ve dikey profillerin yerinde birbirine bağlanmasıyla oluşan, kattan kata uygulanarak sürekli bir eleman halini alan cephe sistemleri yarı panel sistemler olarak adlandırılmaktadır (Gür, 2001) (Şekil 2.16). Yarı panel sistemlerde cephede oluşan genleşme her katta absorbe edilmekte ve oluşacak genleşme gürültüsü ortadan kalkmaktadır (Yaman, 1998).



Şekil 2.16. Yarı panel sistem detayı (Okтуğ, 1991)

Panellerin montajı ve camların panele takılması işlemleri şantiyede yapılmaktadır (Okтуğ, 1991). Montaj sırasında vizyon panelleri içten, parapet panelleri ise dıştan takılmaktadır (Şekil 2.17). Bu durum işçiliği kolaylaştırmaktadır (Tümay, 1991). Camlar ise, hem iç hem de dıştan monte edilebilmektedir (Okтуğ, 1991).



Şekil 2.17. Yarı panel sistem uygulaması (Yıldırım, 2011)

Yarı panel sistemler, çubuk sistemlerin ve panel sistemlerin avantajlarını birleştiren sistemlerdir. Ekonomik yönü ile çubuk sisteme, hareketlere karşı uyumlu ve kontrol edilebilir olması ile de panel sisteme benzemektedir. Bu nedenlerle yüksek yapılarda tercih edilmektedir (Oktuğ, 1991). Bu sistem Chicago (ABD)'deki Sears Kulesi (Şekil 2.18) ve İstanbul'daki Sabancı Merkez Binası'nda (Şekil 2.18) uygulanmıştır.



a) Sears Tower, – Chicago (Wikimedia, 2018); b) Sabancı Merkez- İstanbul (Arkiv, 2018)

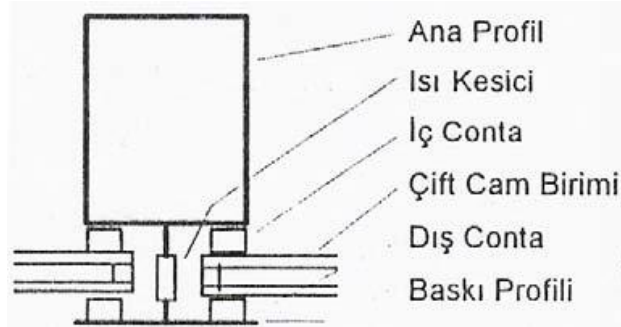
Şekil 2.18.Yarı panel sistem uygulaması örnekleri

-Örtü ve taşıyıcı bileşen arasındaki birleşim tipine göre;

Giydirme cephe sistemleri örtü ve bileşen arasındaki birleşim tipine göre baskı profilli sistem (kapaklı sistem), taşıyıcı macunlu sistem (kapaksız sistem) ve karma sistem olmak üzere üç bölüme ayrılmaktadır (Güvenli, 2006).

-Baskı profilli sistem (Kapaklı sistem)

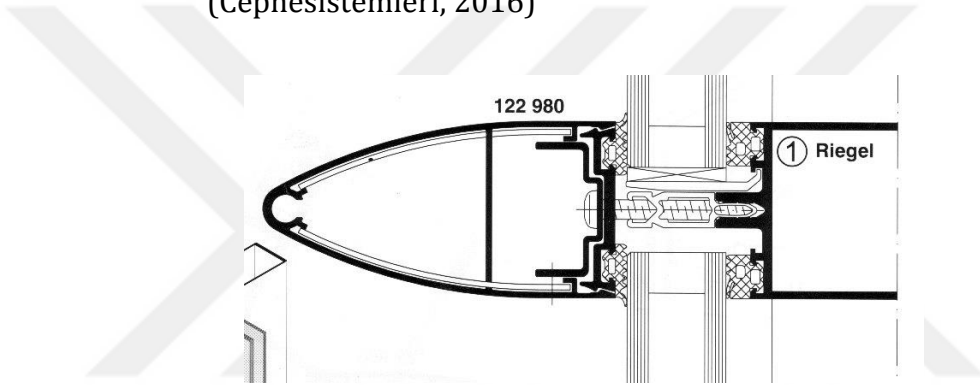
Baskı profilli cam ya da dolgu birimi bu sistemde dış yüzeyde bulunmaktadır (Şekil 2.19). Contanın dıştan yerleştirilmesi profilin, ısı kesici ile ızgaraya vidalanarak basınç oluşturmasını sağlamaktadır. Böylece camlar dışarıdan baskı yoluyla tutturulmaktadır. Camın tutulmasını sağlayan bağlantılar, camı sıkıştırması sonucu oluşan sürtünme ile yükleri aktarmaktadır (Güvenli, 2006). Sürtünme yüzeyi ile cam arasında sürtünme katsayısı iyi olan contalar veya köpük kullanılmaktadır. Kapak profilleri düşey ve yatay hatlarda olabilmektedir. Sisteme kapı ve pencere yapılabilir (Şekil 2.20). Pencere profilleri dışarıdan görünebilir ya da profilleri gizlemek için üst kapak yerleştirilebilmektedir (Aygün, 1996) (Şekil 2.21).



Şekil 2.19. Baskı profilli sistem (Aygün,1996)



Şekil 2.20. Yatay ve düşey akslarda çelik görümlü kapak uygulaması (Cephesistemleri, 2016)



Şekil 2.21. Alternatif üst kapak örneği (Cephesistemleri, 2016)

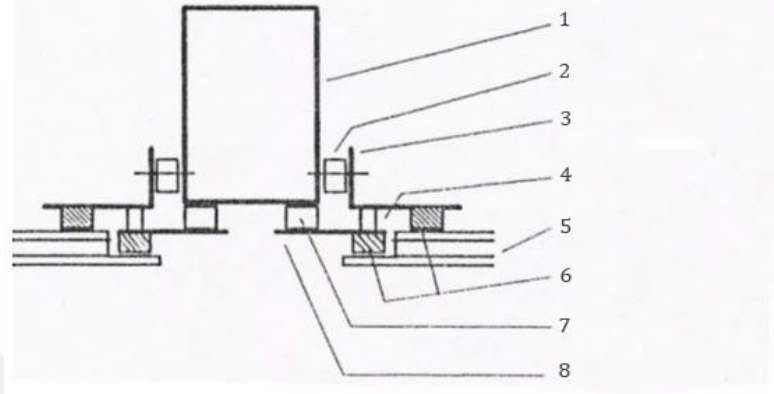
Kapaklı giydirme cephe sisteminin başlıca avantajları aşağıdaki gibi sıralanabilir;

- Taşıyıcı profillerin değişik boyutlarda kullanılabilir olması,
- Rüzgâr yüküne dayanıklı olması,
- Dik açı dışında değişik açılarda da cephe oluşturmaya olanak sağlaması,
- Yatay ve düşey profiller arasında basamaklandırma yapılabilmesi, böylece sızıntı sularının emniyetli şekilde dışarı çıkmasını sağlaması,
- Yüksek binalarda rahatlıkla kullanılması (Sezer, 2003).
- Ekonomikliği ve tasarımda esneklik sağlaması (Atalay, 2006).

-Taşıyıcı macunlu sistem (Kapaksız sistem)

İstenilen özelliklerde hazırlanan camın, silikon mastik ve taşıyıcı profiller ile bağlantısından oluşan sistemlerdir. Cam cama olarak da adlandırılmaktadır. Bu

sistemde alüminyum profiller görülmemektedir (Şekil 2.22). İki kenarı veya dört kenarı silikonlu olarak uygulanabilmektedir. Yükler silikonlar aracılığı ile iletilmektedir (Güvenli, 2006).

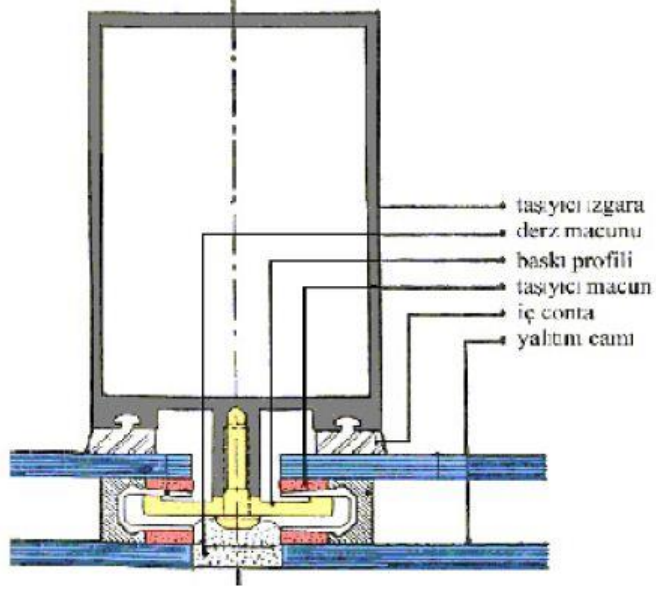


1.Ana profil, 2.İç conta, 3.İç ek profil, 4.İsı kesici, 5.Çift cam birimi, 6.Taşıyıcı macun, 7.Dış conta ve 8.Dış ek profil

Şekil 2.22. Taşıyıcı macunlu sistem (Aygün,1996)

-Karma sistem

Kapaklı ve kapaksız sistemlerin birlikte kullanılması ile oluşan sistemlerdir. İki sistemin bir arada kullanılmasından dolayı sorun oluşturan detaylar ortaya çıkabilmektedir (Güvenli, 2006). Karma sistemlerde uygulanan dolgu silikonlar, UV ışınlarına karşı dayanıklı olmaktadır. Zamanla oluşabilecek derz bozuklukları engellenmekte ve bu sistemler böylece sızdırmazlık görevini daha iyi bir şekilde yerine getirmektedirler (Şekil 2.23). Karma sistemler cam cama, kapaklı sistem, üç tarafı cam cama veya üç tarafı kapaklı sistem olarak uygulanmaktadır (Atalay, 2006).



Şekil 2.23. Karma sistem örneği (Aygün ve İlhan, 2005)

Hafif giydirme cephe sistemlerinin diğer sınıflandırmaları ise aşağıdaki gibidir:

-Panellerin kenar profillerine göre;

Dik açılı ve kademeli olarak ikiye ayrılmaktadırlar.

-Cam destek bileşenine biçimine göre;

Açık ve kapalı olmak üzere iki bölümde incelenmektedirler.

-Tespit bileşenine göre;

Dıştan ve içten olarak iki bölümde sınıflandırılmaktadırlar (Aygün,1995).

2.1.2. Cam kabukların sayısına göre,

Giydirme cephe sistemleri tek kabuklu cam cepheler ve birden fazla kabuklu cam cepheler olmak üzere iki gruba ayrılmaktadır (Gür, 2007).

2.1.2.1. Tek kabuklu cam cepheler

Cama uygulanan kaplamalar ile güneş kontrolünün sağlandığı cephelerdir. Bu kaplamalar kızılötesi ışınları ve görülebilir ölçüdeki dalga boylarını hem geçirmekte hem de yansımaları sağlamaktadır (Altınkaya, 2004). Tek kabuklu cephelerde, dış, bütünleştirilmiş ve iç gölgeleme elemanları bulunmaktadır (Gür, 2007). İç veya dış tabakaya ya da çift camın arasına yerleştirilen bu gölgeleme elemanları ile güneş ışınından istenilen miktarda yararlanılmaktadır. Bu sistemlerde doğal havalandırma sağlamak için giydirme cepheye menfezler yerleştirilmektedir. Menfezler, dış ortamdaki havanın iç mekâna girmesine ve tekrar dış ortama çıkmasına olanak sağlayarak doğal havalandırmayı gerçekleştirmektedirler (Alakavuk, 2010). Tek kabuklu cam cephe sistemleri; harici güneş kontrol aygıtlı tek kabuklu cam cepheler, bütünleştirilmiş güneş kontrol aygıtlı tek kabuklu cam cepheler ve dâhili güneş kontrol aygıtlı tek kabuklu cam cepheler olmak üzere üç bölüme ayrılmaktadır (Gür, 2007);

-Harici güneş kontrol aygıtlı tek kabuklu cam cepheler

Harici güneş kontrol aygıtları sabit ve hareketli olabilmektedir. Güneş kırıcılar, tenteler, saçaklı çatılar veya bina bölümleri, sabit açılı panjurlar, gölgeleme elemanları, kumaş perdeler, jaluziler, ışık saptırma elemanları, büyük panjurlar, paneller ve ızgara perdelemeleri harici güneş kontrol aygıtlarıdır (Compagne, 2002). Harici güneş kontrol aygıtının ışınımından oluşan sıcaklığı binanın dış yüzeylerinde biriktirmesi bu sistemin avantajıdır. Jaluziler ve metal panjur biçimindeki hareketli kontrol aygıt elemanları yaygın bir kullanıma sahiptir. Dönebilen panjurlar ile etkili bir güneş koruması ve rüzgâr dengesi sağlamaktadır (Özgen ve Altınkaya, 2004).

-Bütünleştirilmiş güneş kontrol aygıtlı tek kabuklu cam cepheler

Cam ünite içerisine yerleştirilen güneş kontrol aygıtları temizlik ve bakım maliyetinin fazla olması nedeniyle günümüzde az kullanılmaktadır (Özgen ve Altınkaya, 2004).

-Dahili güneş kontrol aygıtlı tek kabuklu cam cepheler

Güneş radyasyonu sonucu oluşan ısı fazlalığı bu cephelerde daha az olmaktadır. Bu sistemlerin temizliği ve bakımı kolaydır. Düşey storlar, iç storlar ve dokuma perdeler bu cephelerde kullanılmakta ve tekstil ürünlerinden yapılmaktadır (Altınkaya, 2004).

2.1.2.2. Birden fazla kabuklu cam cepheler

Birden fazla kabuklu cam cepheler; doğal havalandırmalı boşluklu çok kabuklu cam cepheler, mekanik havalandırmalı boşluklu çok kabuklu cam cepheler, çift kabuklu cam cepheler, akıllı cam cepheler ve enerji üreten entegre cam cepheler olmak üzere beş bölümde incelenmektedir (Özgen ve Altınkaya, 2004).

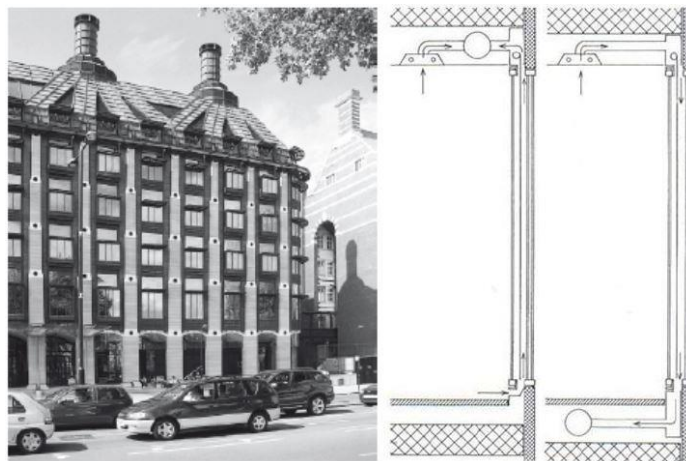
-Doğal havalandırmalı boşluklu çok kabuklu cam cepheler

Doğal havalandırma, rüzgâr ve basınç farklılıkları sonucunda gerçekleşen olaydır. İç ortamın hava kalitesi havalandırma sisteminin performansı ile doğrudan ilişkilidir. Havalandırma optimum ısı konforun sağlanmasında önemli bir etkidir. Doğal havalandırmada cephe boşluğu içindeki hava rüzgâr basıncı veya baca etkisiyle dışarı atılmaktadır. Rüzgâr basıncı hava akımı hızına etki etmektedir. Uygun tasarlanmadığı durumlarda rüzgârın cephe üzerindeki etkisi, içte ve dışta hava hareketlerine neden olarak basınç farklılıkları oluşturur. Doğal havalandırma şu şekilde olmaktadır; cephe boşluğunda baca etkisi yaratılarak alttaki açıklıktan içeri alınan hava ısınır. Isınan hava soğuk havadan daha hafif olduğu için termal rahatsızlık vermeden bina yüksekliğindeki şaftlardan ya da kat seviyesinde düzenlenen kanallardan dışarı atılır. Isıtma ya da soğutma zamanlarında havanın tampon bölge oluşturması ve kontrollü havalandırma sonucunda enerji tasarrufu sağlanmaktadır (Ayçam, 2011). Kaplamalı pencere camı gerisindeki güneş kontrol aygıtları sayesinde temizlik ve bakım maliyetleri düşmektedir (Özgen ve Altınkaya, 2004).

-Mekanik havalandırmalı boşluklu çok kabuklu cam cepheler

İç ortam güneş kontrol elemanları ve cam arkasına eklenen tek camlı levha ile oluşturulan hava boşluklu cam cephelerdir. Bu cephe sistemi boşluğu içinde alçak basınç oluşturularak hava içeri alınır. Bu hava ısınarak yükselir ve cephe sistemi güneş kontrol aygıtlarından gelen ısının çoğunu mekanik havalandırma yöntemiyle dışarı atar (Compagno, 2002). Dokuma perdeler ve düşey panjurlu perdeler bu cephe sistemine aittir. Bu cepheler oda içindeki ve cam yüzeyindeki sıcaklık farkının azalmasına yardımcı olmaktadır (Özgen ve Altinkaya, 2004).

Mekanik havalandırmalı boşluklu çok kabuklu cam cephelerde strüktür sistemi çift kabuk gibi kurgulanmaktadır. Bu cephelerde, döşeme altında veya üstünde yer alan havalandırma sistemiyle boşluk içindeki temiz havanın en iyi şekilde dağıtılması sağlanmaktadır. Mekanik havalandırmalı boşluklu çok kabuklu cam cepheler; cam kenarında oluşan lokal konforsuzluk sorununu azaltmaktadır böylece iç ortam konfor koşullarını sağlamaktadır, ses yalıtımına da olumlu etkileri vardır ve ofis binalarında daha sık kullanılmaktadırlar (Ayçam, 2011). M. Hopkins tarafından tasarlanan Westminster Yeni Parlamento Binası (Londra) (Şekil 2.24) ile Richard Rogers'in Llyods of London Binası'nın (Şekil 2.25-1) cephesi bu tip cephelere örnek verilebilir (Knaack, 2007) (Şekil 2.25-2).



a) Westminster Yeni Parlamento Binası Görünüşü ve b) Westminster Yeni Parlamento Binası cephe kesitleri

Şekil 2.24. Westminster Yeni Parlamento Binası (Knaack, 2007)



1

2

Şekil 2.25. Lloyds of London Binası dış cephe görünüşü (1) ve Lloyds of London Binası (2) (Knaack, 2007)

-Çift kabuklu cam cepheler

Çift kabuklu cam cepheler Harrison ve Boake (2003) tarafından “Bir hava koridoru ile ayrılan, iç ve dış katmandan oluşan cephe tipi” olarak tanımlanmaktadır. Çift kabuklu cephenin dış katmanında yalıtımlı cam veya tek cam uygulanırken, iç katmanda ise çift cam uygulanmaktadır (Baimuratov, 2012). Katmanlar arasında bir tampon bölge bulunmaktadır. Güneş kontrol elemanları bu tampon bölgede yer almaktadır (Özgen ve Altinkaya, 2004). Bu elemanlar, rüzgâr, yağmur, kar gibi dış etkenlere maruz kalmadığından, bina dışına yerleştirilen elemanlara göre daha ekonomik olmaktadır. İki kabuk kullanıcıların hava etkisinden ve hava kirliliğinden korunmasını sağlamaktadır. Çift kabuk cam cephe bileşenleri; cam ve çerçeve (dış cam, iç cam, yapısal çerçeve, bakım köprüleri), gölgeleme elemanları (gölgelik, güneş saçağı) ve havalandırma elemanları (alt çalışabilir havalandırma üst çalışabilir havalandırma) olmak üzere üç bölüme ayrılmaktadır (William,2010) (Şekil 2.26).



Cam ve Çerçeve:1.Dış cam, 2.İç cam, 3.Yapısal çerçeve, 8.Bakım köprüleri
Gölge elemanları: 4.Gölgelik, 5.Güneş saçağı
Havalandırma elemanları: 6.Alt çalışabilir havalandırma, 7.Üst çalışabilir havalandırma

Şekil 2.26. Çift kabuklu cam cephe bileşenleri (William,2010)

Çift kabuk cam cephe sistemlerinde güneş ışığı soğurular, doğal baca etkisiyle tekrar ışınım olarak cephe boşluğuna yayılır. Bu hava boşluğu ile ses ve rüzgâr yalıtımı da sağlanmaktadır. Çift kabuklu cam cephelerde, alt kısımdan boşluğa alınan hava ısınarak yükselir. Isınan hava gerektiğinde mekân içine alınır, sıcak havada ise havalandırma kanalları ile dışarı atılır (Baimuratov, 2012) (Şekil 2.27). Bu cephe türünün amacı, yükselen havayı ek ısı ile birlikte çekmektir. Çift kabuklu cam cepheler, hava akım hızını ve cam yüzeyindeki ısı iletimi oranını azaltır. Böylece boşluk içindeki havanın sıcaklığını artırarak ısı kayıplarını azaltmaktadır (Altinkaya, 2004).

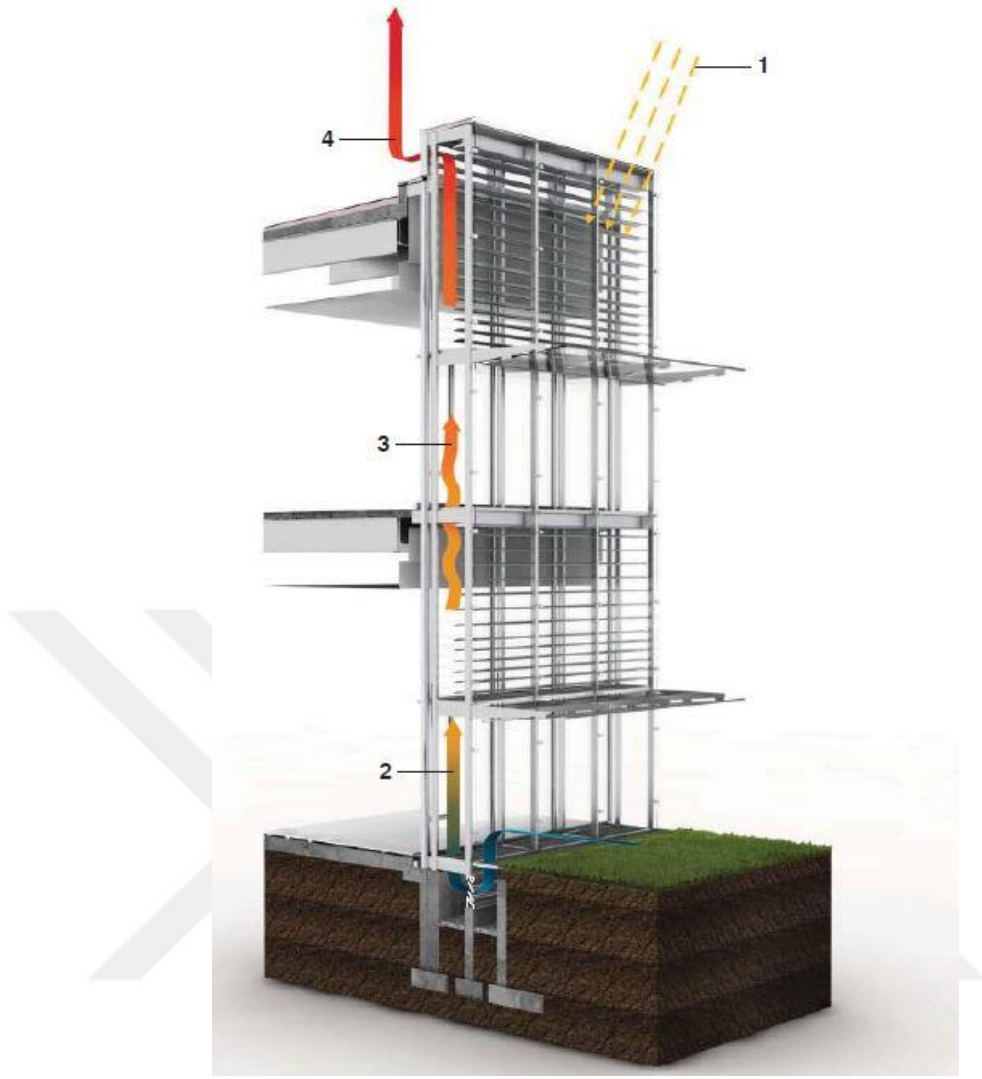


- 1.Boşluğun sıcaklığını düzenleyen alt ve üst açılır veya kapanır menfezler
- 2.Açılabilir pencereler ile doğal havalandırma

Şekil 2.27. Çift kabuklu cam cephe sisteminde soğuk günlerdeki hava akışı (Intercongreen, 2017)

Çift kabuklu cam cephelerde yaz mevsimindeki hava akışı şöyledir:

1. Yüksek açılı güneş ışınlarını yakalayan yatay panjurlar, çift cam cephe boşluğun ısıtılmasını ve gölge oluşmasını sağlar
2. Soğutucu hava açık alt hava menfezlerinden çift cam cephe boşluğuna çekilir
3. Hava ısınır ve boşluğun içinde yükselir, baca etkisi yaratılarak sıcak hava binadan atılır (William,2010) (Şekil 2.28).



Şekil 2.28. Çift kabuklu cam cephe sisteminde sıcak günlerdeki hava akışı (William,2010)

İç mekândaki hava ile camın yüzeyindeki sıcaklık farkının minimum olması cama yakın alanlarda ısıl konforu artırarak ısıtma- soğutma için harcanacak olan enerjinin azalmasını sağlamaktadır (Baimuratov, 2012). Temizlik, bakım ve onarım için ana boşluğa geçiş doğrudan bir girişle veya pencereler ile kolaylıkla olmaktadır. Çift kabuklu cepheler Avrupa’da yaygın olarak kullanılmaktadır (Altınkaya, 2004). Çift kabuklu cepheyi oluşturan bileşenler; saydam bileşenler, opak bileşenler, taşıyıcı elemanlar, tespit bileşenleri, havalandırma boşluğu, denetim elemanları (güneş kontrol elemanları, ventler vb.) ve yürüme yolundan oluşmaktadır (Ayçam, 2011) (Şekil 2.29).



Şekil 2.29. Çift kabuklu cam cephe detayı (Alumil Curtain, 2010)

Çift kabuklu cepheler; hava akımının katmanlar arasında geçişine göre, boşluğun havalandırma tipine göre ve boşluğun bölümlenmesine göre üç başlık altında incelenmektedir. Hava akımının katmanlar arasında geçişine göre çift kabuklu cepheler; dış ortam yönünde (harici) hava perdeli, iç ortam yönünde (dahili), hava beslemeli, hava tahliyeli ve tampon bölge olmak üzere beş gruba ayrılmaktadır. Boşluğun havalandırma tipine göre çift kabuklu cepheler; doğal, mekanik ve karma(hibrit) olmak üzere üç çeşidi bulunmaktadır. Boşluğun bölümlenmesine göre çift kabuklu cepheler; koridor, çok katlı, şaft ve kutu olarak dört bölümde sınıflandırılmaktadır (Poirazis ve Loncour, 2004, Oesterle ve Lutz, 2001).

-Akıllı cam cepheler

Isıtma, soğutma, havalandırma ve aydınlatma fonksiyonlarını yerine getirmek için güneş, hava akımları gibi sadece doğal, yenilenebilir enerji kaynaklarını kullanabilen özelliklere sahip olan cephe sistemleri “akıllı cam cephe” olarak adlandırılmaktadır. Akıllı cam cepheler doğal aydınlatma, ısı ve güneş kontrolü, doğal havalandırma sağlamakta ve ses yalıtımına yardımcı olmaktadır. Akıllı cam cepheler doğal enerji kaynaklarının kullanımına olanak vermesi ile mekanik

sistemlere ihtiyacın ve enerji tüketiminin azaltılmasını amaçlamaktadır (Ünalın ve Tokman, 2011).

Akıllı cam cephe sistemlerinin avantajları;

-Bina olumsuz hava koşullarına ve rüzgâra karşı korunur.

-Hijyenik havalandırma sağlanır. Kötü hava koşullarında bile doğal havalandırmaya olanak verir.

-Pasif güneş enerjisini kullanılabilir.

Akıllı cam cephe sistemlerinin dezavantajları;

-Çift kabuklu cam cephelerde cephe kabukları arasında kalan hava aşırı ısınır.

-Yaz aylarında yapının içinde biriken ısıya karşı gece havalandırması yetersizdir.

-Maliyeti yüksektir (Alakavuk, 2009). Akıllı cam cepheler sürdürülebilirlik ilkesine uygunluğundan dolayı yüksek yatırım maliyetine rağmen tercih edilmektedir (Özgen ve Altınkaya, 2004).

Akıllı cam cephe sistemleri; tek kabuklu akıllı cam cepheler, çift kabuklu akıllı cam cepheler, kat yüksekliğinde çift kabuklu akıllı cam cepheler, bina yüksekliğinde çift kabuklu akıllı cam cepheler, hava boşluklu çift kabuklu akıllı cam cepheler ve hava hollü akıllı cam cepheler olarak altı bölümde sınıflandırılmaktadır (Özgen ve Altınkaya, 2004).

-Enerji üreten entegre cam cepheler

Lamine cam cephe arasında bulunan PV modüller, Low-e kaplamalı dış cam katmanında yer alan ve elektrik enerjisi üreten cepheler enerji üreten entegre cam cepheler olarak adlandırılmaktadır (Ayçam,2011) (Şekil 2.30). PV modülünün yerleştiği dış katmanın arkasındaki hava boşluğu havalandırılarak iç-dış ortam basıncı eşitlenmeli, aşırı ısınma sorunu çözülmeli, rüzgâr yükünün etkisi en aza düşürülmelidir (Roberts, Guoriente, 2009 ve Knack, Klein, 2007).



Şekil 2.30. Binaya uygulanan entegre PV uygulamaları (Ayçam, 2011)

2.2. Giydirme Cephe Sistemi Seçiminde Etkili Olan Kriterler

Temel yaşamsal gereksinimlerimizden bir tanesi olan korunma ihtiyacını sağlayan yapı dış kabuğu sağlamlık, kullanılabilirlik ve estetik gibi temel ihtiyaçlara da cevap verebilmelidir (Vitruvius, 1990). Bina kabuğunun dış ortama bağlantısını sağlayan saydam yüzeyler, iç ortam koşullarını kullanıcıların konfor şartlarında tutabilmelidir. Bina yüzeyini oluşturan saydam yüzeyler temel şartları sağlayabilmek için birçok gereksinime aynı anda cevap verebilmelidir. Bu gereksinimler; ısı korunumu (ısı konfor), su sızdırmama, taşıyıcılık, gürültü kontrolü, cephenin genleşme ve hareketleri, ışık geçirgenliği, renk yansıması, yangın korunumu ve güvenlik, temizlik ve bakım kolaylığı, estetik, yapım ve montaj kolaylığı olmaktadır (Alpur, 2009).

Isı korunumu (Isıl konfor):

Bir insanın sağlıklı ve verimli olması için gerekli ısı parametrelerin, bulunduğu ortamda sağlanması ısı konfor olarak tanımlanmaktadır (Karagöz 2004). Temel olarak ısısal konfor vücut ile çevre arasında meydana gelen ısı değişiminin bir sonucudur. Isıl konfor, ASHRAE standardı 55-74'de termal çevre ile memnuniyet şeklinde ifade edilmiştir. Isıl konforun belirlenmesinde; havanın sıcaklığı, nemi, hareketi ve ortalama ışınimsal sıcaklığı gibi fiziksel parametreler ile kullanıcıya

ait olan kıyafetlerinin yalıtım direnci ve metabolizma hızı parametreleri etkilidir. Fanger ise, ısıl konforu, kişilerin tercih ettikleri ne sıcak ne soğuk olmayan çevreler olarak tanımlamaktadır ve ısıl konforu etkileyen parametreleri ise, hava sıcaklığı, vücuttaki ısı üretimi, kıyafetlerin ısıl direnci, ortalama ışımsal sıcaklık, rölatif hava hızı, ortam havasındaki su buharı basıncı gibi fiziksel etmenler ile ulusal coğrafi konum, yaş, cinsiyet, kalp ritmi, vücut yapısı, etnik yapı, menstrual döngü, tüketilen yiyeceklerin cinsi, ortamda kullanılan renkler, bir mekânda bulunan kişi sayısı gibi kişisel etmenler olarak belirtmektedir (Çetiner ve Örkmez, 2012).

Isıl konforu etkileyen faktörlerden en önemlileri ısı kazancı ve kayıplarıdır. Isı kazanç ve kayıpları binalardaki saydam yüzey oranlarına göre değişiklik gösterebilir. Diğer bir faktör ise, saydam yüzeylerde kullanılan malzemelerin termofiziksel özellikleridir. Bu özellikler ile ısı transfer hızı ve miktarı belirlenmektedir. Isı transferi üç yolla gerçekleşmektedir (Beggs, 2002).

1.İletim: Isının katı ve sıvılarda transferi.

2.Taşınım: Isının hava yoluyla transferi.

3.İşınım: Isının işınım yoluyla transferidir. Giydirme cephe sistemlerinde bu üç yolla ısı transferi de gerçekleşmektedir.

Pencere sistemlerinin ısıl performans açısından değerlendirilebilmesi için ısı iletkenlik, güneş ısı kazanç katsayısı ve güneş ışığı yeterliliği kriterleri kullanılmaktadır (Ayçam ve Utkuğu, 1999). Isı iletkenlik katsayısı; birim alan için iletim, taşınım ve işınım yolu ile ısı transfer miktarını belirlemektedir. Isı iletkenliği ısı transfer miktarı ile doğru orantılıdır. Isı iletkenliği (U) değeri azaldıkça ısı transfer miktarı da azalır ve ısı kazanım düzeyi artar (Bostancıoğlu ve Soyyiğit, 2012). Güneş ısı kazanç katsayısı; pencerelerin güneş kontrolü veya ısı kazancı bakımından gösterdikleri performans olarak tanımlanabilir. Güneşten ısıl kazancına ihtiyaç duyulması halinde bu değeri yüksek olan pencere sistemleri tercih edilmelidir. Bu SHGC ile belirlenmektedir (Bostancıoğlu ve Soyyiğit, 2012). Gün ışığı yeterliliği; doğal aydınlatma düzeyi olarak tanımlanabilir. Şeffaf yüzeylerin görülebilir alan işınım geçirgenliğinin, gölgeleme katsayısına (SC)

oranı gün ışığı yeterliliğini (D_x) vermektedir. Düz camda bu değer 1'dir ve sınır olarak kabul edilir. Yüksek performanslı camlarda ise bu değer 1.25- 2 arasında olabilir (Utkutuğ ve Ayçam, 1999).

2.3. Giydirme Cephe Sisteminde Kullanılan Camlar

İnorganik esaslı, amorf bünyeli, sabit erime noktası olmayan, yüksek sıcaklıkta akıcılık kazanan, soğuyunca katılaşıp durgunlaşan, sıvı maddelerin özelliklerini gösteren, normal sıcaklıkta kristalleşme göstermeden hızla katılaşıp katı maddelerin mekanik özelliklerini taşıyabilen silikat sistem cam olarak tanımlanmaktadır (Toydemir, 1999). Cam, insan sağlığına zarar vermemesi, atık oluşturmaması, geri dönüşümlü ve kimyasal etkilere karşı dayanıklı olması nedeniyle çevreye uygun bir malzeme olmaktır (Umaroğulları, 2001). Binada kullanıcı görsel konforunu, yıllık enerji maliyetini, havalandırma boyutu ve formunu etkilemektedir (Eşsiz, 2004). Üretimdeki yenilikler sayesinde cam ile ısı ve ses yalıtımı sağlanmakta, güneşin radyasyon ısısı denetlenmekte ve yapı güvence altına alınabilmektedir. Giydirme cephelerde cam seçimini etkileyen karar parametreleri, ısı yalıtımı, ses yalıtımı, ışık geçirgenliği, renk ve estetik, statik dayanım olmaktadır (Bostancıoğlu ve Soyyiğit, 2012).

2.3.1. Güvenlik camları

Güvenlik camları, kırılmaların sonucunda oluşan risklere bağlı olarak üretimi yapılan camlardır. Bu risk türleri, kişinin yaralanması, eşyaların çarpması veya düşmesi sonucu meydana gelebilecek durumlardır. Günümüzde cam üretimi, zor kırılan ve kırıldığı zaman ise yaralanmaları en az düzeye indirgeyen plaklar halinde olmaktadır (Bostancıoğlu ve Soyyiğit, 2012).

Güvenlik camları, bitmiş döşeme kotundan 90cm yüksekliğe kadar olan düşey camlarda, camlı kapılarda, yaya trafiğinin yoğun ve hareketli olduğu mekânlarda ve kaza oranının fazla olduğu yerlerde kullanılır (Ritchei, 1998 ve Mağgönül, 1993). Güvenlik camları temperli (öngerilmeli) ve tabakalı (lamine) camlar olmak üzere ikiye ayrılmaktadır.

-Temperli (Öngerilmeli) camlar

Temperleme işlemi yatay hat üzerinde camın dış yüzeylerine basınç gerilimi, ortasına ise çekme gerilimi kazandırmak amacıyla ani ısıtma ve soğutma yapılarak gerçekleştirilir. Temperli camlar, zar boyutlarında parçalanırlar (Mağgönül, 1993) (Şekil 2.31). Temperlenmiş camlar üretimden sonra yapılan kesme, delme gibi işlemler sonucunda parçalanırlar. Bu nedenle bu tür işlemler camların ani soğutulmasından önce yapılmalıdır. Temperlenmiş camlar zor kırılırlar, kırılan temperli camların kesici etkileri azdır (Toydemir, 1999).



Şekil 2.31. Kırılan temperli cam (Toracam, 2018)

-Tabakalı (Lamine) camlar

Tabakalı (lamine) camlar güvenlik amacıyla, iki veya daha fazla cam katmanlarının arasına polivinil bütiral(PVB) veya benzeri bir malzeme ile bir araya getirilerek üretilmektedir. Isı ile eriyen PVB şeffaf olmasının yanı sıra bronz, yeşil ya da mavi gibi renklerde olabilmektedir (Eşsiz,2004) (Şekil 2.32). İç katmanda kullanılan film tabakaları; renkli, dokulu, ısı yalıtımlı, UV filtreli ve yansıtıcı özelliklerde olmaktadır. Lamine camların kırılmaya, patlamaya, darbelere ve mermiye dayanıklı olma gibi çeşitli amaçlara göre üretilmesi; farklı kalınlıktaki camlar ile aradaki bağlama malzemelerinin çeşitli bir şekilde kullanılmasıyla yapılmaktadır (Bostancıoğlu ve Soyuyiğit, 2012).



Şekil 2.32. Lamine camlar (Şişecamdüzcüm, 2016)

2.3.2. Levha camlar

Levha camlar, tabakalar halinde üretimi yapılan cam malzemelerdir ve iç mekânlarda kullanılmaktadır. Levha camlara ikinci bir işlemin uygulanmasıyla tabakalı ya da hava tabakalı camlar üretilmektedir. Levha camların çekme camlar ve float cam olmak üzere iki çeşidi bulunmaktadır (Eşsiz, 2004).

-Çekme camlar

Herhangi bir işleme tabi tutulmamış, erimiş cam hamurunun düşey olarak merdaneler arasından çekilmesi ile üretilmiş levha camlardır. Çekme camlar pencere camı olarak 2mm ile 7mm arası kalınlıkta üretilmektedir. Renksiz olarak kullanılan çekme camların yüzeylerinde hiçbir işlem yapılmamaktadır. Fiziksel ve mekaniksel özellikleri diğer levha cam tiplerine göre zayıftır. Taşıyıcı çerçeve sistemi içerisinde kullanılan çekme camlar, güvenlik ve yalıtım amacıyla kullanılmamaktadır (Eşsiz, 2004).

-Float camlar

Cam hamurunun yatay olarak çekilmesi ile elde edilen tabakaların, eriyik halde kalay dolu ikinci bir havuzun üzerinden yüzdürülerek geçirilmesi ile üretilen levha camlardır. Float camların yüzeyleri düzgün, dalgasız ve parlaktır. Sonradan parlatma ya da benzeri işlemlere gerek duyulmamaktadır. Parlama istenmeyen float camlar ise, cam yüzeyinin aşındırılması prensibine dayanan aşındırma ve

asit daldırma işlemi ile üretilmektedir. Homojen olarak aşındırılan cam yüzeyi matlaşarak yansımayı ve parlamayı engeller. Float camların en büyük boyutları 3.20x6.00 m, en küçük boyutları ise 1.50x1.00 m'dir (Eşsiz, 2004).

2.3.3. Akıllı camlar

Binanın gereksinimlerine ve iklim koşullarına bağlı olarak optik özelliklerini değiştirerek akıllı filtreler şeklinde davranan cam çeşidi akıllı cam olarak tanımlanmaktadır (Utkutuğ ve Ayçam, 1999). Akıllı camlar, değişen çevresel koşullar karşısında kontrol edilebilen ve üzerindeki ısı, ışık veya elektriksel alana bağlı olarak berrak durumdan renkli duruma geçerek optik özelliklerini değiştiren camlardır (Tavil, 2004). Bu camlar, ısıtma ve soğutma yüklerinin yüksek olduğu binalarda mevsimsel değişikliklere uyum sağladığı için kullanılması uygundur (Utkutuğ ve Ayçam, 1999). Akıllı camlar, pasif ve aktif kontrollü camlar olmak üzere iki gruba ayrılmaktadır (Tavil, 2004). Akıllı camlar için güneş kontrol camları ve enerji üreten camlar olmak üzere bir başka sınıflandırma da yapılmaktadır (Utkutuğ ve Ayçam, 1999).

-Pasif kontrollü camlar

Fotokromik ve termokromik olmak üzere iki çeşidi bulunan camlardır. Fotokromik camlar gün ışığına duyarlı olmakta ve geçirgenlikleri gün ışığındaki değişkenliklere göre değişmektedir. Ancak bu camlar güneş ısı kazançlarına karşı duyarlı değildirler. Termokromik camlar ise, ısıya duyarlı olan ve cam yüzey sıcaklığının belli bir seviyeye ulaşması ile renk değiştiren camlardır. Termokromik camlar, ısıl etkilere tepki vermekte ancak gün ışığı geçirgenliği etkin olarak sağlanmamaktadır (Tavil, 2004).

-Aktif kontrollü camlar

Aktif kontrol sağlayan elektrokromik camlar, el ile veya otomatik olarak kontrol edilebilen, düşük bir elektrik akımı yardımıyla camın güneş ısı kazanç katsayıları (SGHC) ve ışık geçirgenliklerini belli sürelerde lineer olarak değiştirebilen

camlardır. Elektrokromik camlar, kullanıcı ve konfor etkinliği açısından yüksek performanslı bina uygulamalarında akıllı cam teknolojilerin göre daha üstün özelliklere sahiptir (Tavil, 2004).

2.3.3.1. Güneş kontrol camları

Güneş kontrolü camları, giydirme cephelerde bina içine giren güneş ışınlarının aşırı parlaklığını azaltmak, iç mekânların konfor düzeyini artırmak ve iklimlendirme giderlerinden tasarruf sağlamak amacıyla kullanılmaktadır (Aydın ve Lakot Alemdağ, 2011). Tek veya çift yüzeyli olarak ve belirli renklerde, güneşten gelen enerjinin belli yüzdesini geçirmek için üretilmektedir (Umaraoğulları,2001). Güneş kontrol camları, radyasyon ısısını denetlemekte, binanın soğutma yüklerinin azalmasını sağlamaktadır (Alakavuk, 2010). Güneş kontrol camları ile güneş ışınımının ısıl ve ışıksal etkisi istenilen değere getirilmekte, iklimlendirme ve aydınlatma enerjisi minimuma indirilerek, mekânda iklimsel ve görsel konfor sağlanmaktadır (Sezer, 2005). Güneş kontrol camlarının, renkli camlar, yansıtıcı (reflektif) camlar ve düşük emissiviteli (Low-e) camlar olmak üzere üç çeşidi bulunmaktadır (Arasteh, 1995).

-Renkli camlar

Renkli cam, eriyik halde bulunan camın içerisine ilave maddelerin katılmasıyla elde edilmektedir (Şekil 2.33). Güneş ışığının çoğunu emdiği için renkli camların sıcaklığı fazladır. Emilen bu ışınların bir kısmı içeriye, bir kısmı ise dışarıya verilir. Renksiz bir cama göre içeriye alınan ışınım azalır. Renkli camlarda güneş kontrol özelliği arttıkça temperleme de gerekli olmaktadır. Kuvvetli emilme cam yüzeyinde termal gerilme oluşturacağından renkli camlar belli boyutların üzerinde temperleme işlemi yapıldıktan sonra kullanılır (Eşsiz, 2004). Renkli camlar, yaz aylarında binanın soğutma enerjisini düşürmekte, kış aylarında ise ısıtma enerjisini artırmaktadır. Düşük gün ışığı geçirgenliğine bağlı olarak yapay aydınlatma enerjisinin artmasına neden olmaktadır (Tavil, 2004). Fotosentetive camlar da renkli camlar arasında özel bir uygulama olarak kendini

göstermektedir. Yeşil ve bronz renkler gri tonlarıyla birleştirilerek renk kartelâsı genişletilmektedir (Bostancıoğlu ve Soyyiğit, 2012).



Şekil 2.33. Renkli camlar (Şişecamdüzcâm, 2018)

Renkli camlarda bazı renk tonları da üretim çeşidine göre renkli filmlerin cama yapıştırılması ile yapılmaktadır. Kaplamalar, genellikle metal oksitler biçiminde, üretim sırasında cama da uygulanabilir. "Düşük emisyon" veya "düşük-e" olarak adlandırılan bu kaplamalardan bazıları, IR dalga boylarının bir kısmını veya tamamını bloke ederek cam bölmeleri arasındaki radyan ısı transferini azaltmaya yardımcı olmaktadır. Bu kaplamalar pencerenin U değerini önemli ölçüde düşürebilmektedir. Renk tonu ve kaplamalarını belirlerken özen gösterilmelidir; çünkü bunların uygulanması, pencere ısı kaybını ve ısı kazancını önemli ölçüde etkilemektedir (Gregg, 2016).

- Yansıtıcı (Reflektif) camlar

Yansıtıcı camlar, üretim hattında veya üretim hattı dışında çeşitli metal veya metal oksitlerle yüzeyleri kaplanarak yüksek yansıtıcılık özelliği kazanan camlardır. Metal kaplamalar ince bir şekilde yapıldığında korozyon önemli bir problem olmaktadır. Korozyon özellikle gümüş ve bakırda görülmektedir. Krom, titan ve çelik alaşım gibi metal kaplamalarda güneş spektrumunun görünür ve yakın infrared bölgelerdeki geçirgenlikleri yaklaşık olarak aynı, renkleri saydama yakın olmaktadır. Çeşitli metal oksitlerin pirolitik yöntemlerle cam yüzeyine

uygulanması sonucunda kimyasal ve mekanik direnci yüksek yansıtıcı camlar elde edilmektedir (Eşsiz, 2004). Yansıtıcı camların kullanım amaçları; bina içerisine girecek güneş ışınlarının aşırı parlaklığını denetlemek, yapı elemanlarının dışarıdan fark edilmesini engelleyerek giydirme cephe sisteminin bütünlüğünü sağlamak, gündüz saatlerinde iç mekânların dışarıdan görülmesini engellemek ve yapıya renk sağlamaktır (Umaraoğulları, 2001). Yansıtıcı cam uygulaması İstanbul Kar plazada yapılmıştır (Şekil 2.34).

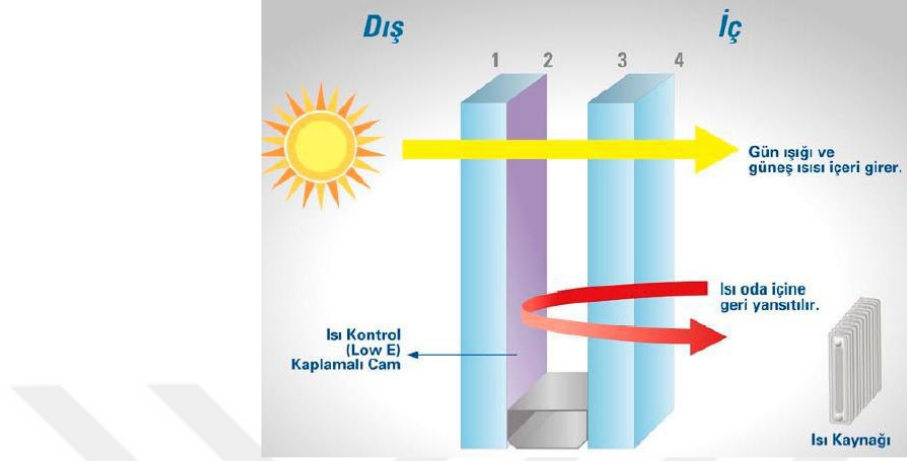


Şekil 2.34. Yansıtıcı cam uygulaması, Kar plaza-İstanbul (Şişecamdüzcamlar, 2018)

- Düşük emisiviteli (Low-e) camlar

Camların optik özelliklerini değiştirmeden, uzun dalga radyasyon enerjisini yansıtarak, ısı geçirgenlik katsayılarında iyileştirme yapan kaplama türlerine Low-e kaplama adı verilmektedir (Sezer,2005). Low-e (düşük yayınlı) camlar kısa dalga güneş enerjisinin büyük bir bölümünü iç mekâna geçirir. Güneş ışınlarını soğurarak ısınan duvar ve çatı yüzeyleri, mobilya, halı, aydınlatma armatürleri ve insan vücudu gibi kaynaklardan yayımlanan uzun dalga ışınım (radyasyon enerjisi) pencerelerden dış ortama kaçarken Low-e camlar tarafından tutularak kaynağına geri yansıtılır böylece odadaki ısının ve içeri giren güneş enerjisinin kaçışını engelleyerek ısıtma giderlerinden tasarruf sağlarlar (Şekil 2.35). Low-e (düşük yayınlı) camlar, pencere önlerindeki soğuk bölgeyi önleyerek oda ısısının daha dengeli dağılımını sağlarlar ve camlardaki ısı kaybını büyük oranda azaltırlar böylece, kışın çok soğuk günlerinde oda içine bakan cam

yüzeylerindeki terlemeyi önler (Akyürek ve Pekışık, 2001). Binada oluşan sera etkisini, yapının soğutulması için harcanan enerji miktarını azaltmaktadır (Alakavuk,2010).



Şekil 2.35. Düşük emisiviteli (Low-e) camlar (İzoder, 2013)

Low-e kaplamalı camlar, ışığın kuvvetli olduğu taraftan ışık miktarının düşük olduğu yerin görünmesini engelleyerek cephe bütünlüğü sağlamaktadır (Alakavuk,2010) (Şekil, 2.36). Low-e kontrol camlarının kullanım amaçları; güneş ve oda ısısını iç ortamda tutarak ısıtma giderlerine karşı tasarruf sağlamak, oda ısısının dengeli dağılımını sağlamak ve soğuk günlerde camda oluşan buğulanmayı azaltmaktır (Umuraoğulları, 2001).



Şekil 2. 36. Low-e cam uygulaması, İpekyol üretim ve lojistik merkezi- Edirne (Şişecamdüzcam, 2018)

2.3.3.2. Enerji üreten cam

İki cam arasına veya bir cam arkasına yerleştirilen silikon veya özel ince film kaplama fotovoltaik (PV) sistemlerle gün ışığından elektrik elde edilmektedir. (Eşsiz ve Özgen, 2004). PV bileşenlerin mimaride kullanılması, istenmeyen enerji kazanımlarının azalması için ve bu istenmeyen enerjinin kullanılıp binanın ihtiyacı olan elektrik enerjisine dönüştürülerek enerji ihtiyacının karşılanması için katkı sağlamaktadır (Altın,2006). Birbirine seri bağlı hücrelerden elde edilen doğru akım elektrik enerjisi çeviriciler yardımı ile alternatif akıma dönüştürülmektedir. Bu alternatif akım, elektriksiz veya uzak kırsal yörelerde, bayındırlık işlerinde yardımcı kaynak olarak kullanılmaktadır. Enerji üreten camlardan verim alabilmek için güneş ile hücreler arasındaki camın demir oksitten arındırılması gerekmektedir (Akyürek, 2003).

Fotovoltaik paneller, doğrudan kabuk sistemi oluşturabilmesi sayesinde bina kabuk tasarımında etkili olmaktadır (Eşsiz ve Özgen, 2004). Yapılarda enerji tüketim maliyetinin azaltılması için, bina kabuğunda fotoaktif camların kullanımının azaltılması gerekmektedir ve güneş enerjisini depolanabilir ve kullanılabilir ısıya dönüştüren güneş kolektörleri kullanılması önerilebilir. Enerji üreten camlar ısı emici camlar ve ısı yalıtım camları olmak üzere iki gruba ayrılmaktadır (Bostancıoğlu ve Soyyiğit, 2012).

- Isı emici camlar

Düz cam üretimi yöntemlerinde cam kütesinin renklendirilmesi ile bronz, gri, yeşil renklere üretilen renkli camlar ve float üretimi çeşidi olan spektrafloat (yüzey renklendirme) ile elde edilen camlardır (Eşsiz, 2004).

- Isı yalıtım camları

Yalıtımlı camlar, iki levhanın arasına hava hapsedilmesiyle üretilmektedir. Levhalar arasına argon veya diğer özel gazlar doldurulmakta ve ısı yalıtımlı camları daha etkin hale getirmek için Low-e kaplama olarak bilinen metalik

kaplamalar yapılmaktadır. Isı yalıtımlı camlarda en çok kullanılan malzemeler farklı kalınlık ve dokudaki cam, polikarbonat ve quartz köpüktür. Bu sistemlerle düşük U değeri sağlanmaktadır. Cam katmanların arasında bulunan jaluzi, film tabakası gibi güneş kırıcı elemanların kirlenmeye karşı korumalı yapılması ile bakım ve temizlik maliyeti azalmaktadır. Jaluziler mekanik olarak ayarlanabilmektedir (Eşsiz, 2004). Hareketsiz havanın ısı geçirgenliğinin çok küçük olmasından faydalanılan çok katlı cam ünitelerinde iki cam arasındaki hava tabakasının kalınlığı önemli olmaktadır (Umaraoğulları ve Kartal, 2005). Camlarda ısı yalıtımını etkileyen ara boşluk genişliği, ara boşluk gaz dolgusu ve camın (kaplamanın) yayınım (emissivite) değeridir. Camın arasındaki boşluk standart olarak üretilen camlarda 6-20 mm arasında değişmektedir. Ara boşluk 6 mm'den 20 mm'ye doğru arttıkça cam ünitesinin yalıtım değeri artmaktadır (Yurttakal, 2007). Bu değer 12 mm'den az ise ısı direnci düşmekte, bunun aksi durumda konveksiyonla iletim artmaktadır. Dolayısıyla, cam boşluğu 15-20 mm arasında oluşturulmalıdır (Umaraoğulları ve Kartal, 2005). Ara boşluk gaz dolgusunda standart olarak kullanılan kuru havadır. Kuru hava yerine argon vb. ağır gazlar kullanıldığında yalıtım değeri artmaktadır. Yayınım bir cisim üzerinden elektromanyetik yolla enerji transferinin ölçüsüdür. Yayınım değeri 0 ile 1 arasında değişmekte ve yayınım değeri yalıtım daha iyi olmaktadır. Camın yayınım değerinin azaltılması ve böylece ısı transferinin yavaşlatılması cam üzerinde yapılan Low-e kaplamalar ile sağlanmaktadır (Güreren,2005).

2.4. Ofis Binalarında Isısal Konfor

Giydirme cephe sistemlerinin, enerji tasarrufunu ve iç mekânda ısısal konfor şartlarını sağlayacak şekilde uygulanması ve tasarlanması gerekmektedir. Işınımsal sıcaklık, ASHRAE 55 VE ISO 7730 standartlarında "Bir ortamı sınırlayan yüzeylerin ortalama sıcaklığı" olarak tanımlanmaktadır. Bu tanım farklı cephe seçeneklerinin iç yüzeyindeki sıcaklık değişimlerinin, iç ortam ısısal konfor düzeyini farklı şekillerde etkileyeceğini göstermektedir. İç ortam sıcaklığı ile bina kabuğunun iç yüzey sıcaklığı arasındaki farkın artması hava akımlarına neden olur ve bundan dolayı iç ortamdaki sıcaklık düşer ve kullanıcı konforsuz bir ortamda bulunur (Zhang, Huizenga, Arens, Yu, 2006). İç yüzey sıcaklığını

etkileyen durumlar ise; dış ortama ait iklimsel veriler, iç ortama ilişkin veriler, cephede saydamlık oranı, saydam cephedeki hava giriş-açıklıklarının boyutları, çerçeve sistemi çeşidi, cam çeşidi, binanın kat adedi, bina yüksekliği, binanın oturduğu alan ve binanın biçimi olmaktadır (Örkmez ve Çetiner, 2012). İç yüzey sıcaklığının düşmesi küf oluşum riskini artırabilmektedir (Givoni, 1969). Ülkemizde yürürlükte olan TS EN ISO 13788 standardına göre “Küf oluşumunun başlamaması ve konfor şartlarının bozulmaması için, en düşük yüzey sıcaklığı, kabul edilen iç ortam sıcaklık değerlerinden (çatı, duvar vb. bütün yüzeyler için) en fazla 3°C düşük olacak şekilde tasarlanmalıdır” (TS EN ISO 13788, 2004).

Isısal sorunlar, bina fiziği yanında enerji tasarrufu açısından da önem taşımaktadır. Yapı içinde yaşayan insanın konforu ve sağlığı fizyolojik bir olay olmakla birlikte bina fiziği ve malzeme seçimi ile de yakından ilgilidir. İç hava sıcaklığının ve buna bağlı olarak da yapı kabuğunu oluşturan elemanların iç yüzey sıcaklıklarının belli değerlerde olması gerekmektedir (Eriç, 2010). Bir odadaki hava, odada bulunan kişilerin kendilerini iyi hissetmelerini ve çalışma kapasitelerini önemli ölçüde etkilemektedir. Havanın belli oranlarında insanların kendilerini çok daha konforlu hissettikleri gözlemlenmektedir. Bu oran “konfor aralığı” olarak bilinmekte ve oda hava sıcaklığı, çevre yüzeylerinin sıcaklığı, havanın nemi ve havanın hızı ile karakterize edilmektedir.

Opak ve saydam bileşenlerden oluşan kabuk elemanlarının ısı geçişini etkileyen optik ve termofiziksel özellikleri;

- Isı iletkenlik katsayısı (U değeri)
- Zaman geciktirmesi ve genlik küçültme faktörü
- Güneş ışınımına karşı yutuculuk geçirgenlik ve yansıtıcılık katsayıları (SHGC)
- Saydamlık oranı şeklinde olmaktadır (Manioğlu ve Yılmaz, 2002).

-Isı iletkenlik katsayısı (U değeri):

Dış duvarın iki tarafında etkili olan hava sıcaklıkları arasındaki fark 1°C iken, 1m² alandan bu alana dik doğrultuda 1 saatte geçen toplam ısı miktarı olarak tanımlanmaktadır (Manioğlu ve Oral, 2010). Isı iletkenlik katsayısı, birim alan

için iletim, taşınım ve ışınlım yolu ile ısı transfer miktarını belirlemektedir. Isı iletkenliği ısı transfer miktarı ile doğru orantılıdır. Isı iletkenliği (U) değeri azaldıkça ısı transfer miktarı da azalır ve ısı kazanım düzeyi artar (Bostancıoğlu ve Soyuyiğit, 2012). Cephenin ısı iletkenlik katsayısının yüksek olması, yapının ısıtma ve soğutma yüklerinin artmasına neden olmaktadır (Alakavuk, 2009). U faktörü ne kadar yüksekse daha fazla ısı aktarılmaktadır (Gregg, 2016)

TS 825 (2013) Binalarda Isı Yalıtım Kuralları standardında Türkiye beş iklim bölgesine ayrılmıştır. Her bir iklim bölgesinde pencereler için olması gerekli maksimum ısı geçirgenlik katsayıları belirlenmiştir. Ülkemizde TS 825 Binalarda Isı Yalıtım Kuralları Standardına göre bölgelere göre tavsiye edilmesi gereken en fazla U değerleri (Çizelge 2.1) ve illere göre derece gün bölgeleri (Çizelge 2.2) belirtilmiştir.

Çizelge 2.1. Bölgelere göre en Fazla Değer Olarak Kabul Edilmesi Tavsiye Edilen U Değerleri (TS, 2013)

	UD (W/m ² K)	UT (W/m ² K)	Ut (W/m ² K)	UP (W/m ² K)
1. Bölge	0,66	0,43	0,66	1,8
2. Bölge	0,57	0,38	0,57	1,8
3. Bölge	0,48	0,28	0,43	1,8
4. Bölge	0,38	0,23	0,38	1,8
5. Bölge	0,36	0,21	0,36	1,8

UD: Dış duvarın ısı geçirgenlik katsayısı (W/m²K)

UT: Tavanın ısı geçirgenlik katsayısı (W/m²K)

Ut: Zemine oturan tabanın/döşemenin ısı geçirgenlik katsayısı (W/m²K)

UP: Pencerenin ısı geçirgenlik katsayısı (W/m²K)

Çizelge 2.2. İllere göre derece gün bölgeleri (TS 825)

1. BÖLGE DERECE GÜN İLLERİ				
ADANA	HATAY	MERSİN		
ANTALYA	İZMİR			
İli 2. Bölgede olupda kendisi 1. Bölgede olan belediyeler			MARMARİS	
BODRUM (Muğla)	DALAMAN (Muğla)	FETHİYE (Muğla)	(Muğla)	
GÖKOVA (Muğla)	DATÇA (Muğla)	KÖYCEĞİZ (Muğla)	MİLAS (Muğla)	
2. BÖLGE DERECE GÜN İLLERİ				
AYDIN	BURSA	GİRESUN	MUĞLA	SİNOP
AYVALIK (Balıkesir)	ÇANAKKALE	İSTANBUL	OSMANİYE	ŞIRNAK
ADIYAMAN	DENİZLİ	KİLİS	ORDU	ŞANLIURFA
AMASYA	DIYARBAKIR	KOCAELİ	RİZE	TEKİRDAĞ
BALIKESİR	DÜZCE	MARAŞ	SAMSUN	TRABZON
BARTIN	EDİRNE	MANİSA	SAKARYA	YALOVA
BATMAN	GAZİ ANTEP	MARDİN	SİİRT	ZONGULDAK
İli 3. Bölgede olupda kendisi 2. Bölgede olan belediyeler				
HOPA (Artvin)	ARHAVİ (Artvin)			
İli 4. Bölgede olupda kendisi 2. Bölgede olan belediyeler				
ABANA(Kastamonu)		BOZKURTÇATALZEYTİN		
(Kastamonu)		(Kastamonu)		
İNEBOLU (Kastamonu)	CİDE (Kastamonu)	DOĞANYURT (Kastamonu)		
3. BÖLGE DERECE GÜN İLLERİ				
AFYON	BURDUR	KARABÜK	MALATYA	
AKSARAY	ÇANKIRI	KARAMAN	NEVŞEHİR	
ANKARA	ÇORUM	KIRIKKALE	NIĞDE	
ARTVİN	ELAZIĞ	KIRKLARELİ	TOKAT	
BİLECİK	ESKİŞEHİR	KIRŞEHİR	TUNCELİ	
BİNGÖL	IĞDIR	KONYA	UŞAK	
BOLU	ISPARTA	KÜTAHYA		
İli 1. Bölgede olupda kendisi 3. Bölgede olan belediyeler				
POZANTI (Adana)	KORKUTELİ (Antalya)	ULUS (Bartın)		
İli 2. Bölgede olupda kendisi 3. Bölgede olan belediyeler				
MERZİFON (Amasya)	DURSUNBEY			
(Balıkesir)				
İli 4. Bölgede olupda kendisi 3. Bölgede olan belediyeler				
TOSYA (Kastamonu)				
4. BÖLGE DERECE GÜN İLLERİ				
BAYBURT	GÜMÜŞHANE	HAKKÂRİ	VAN	
BİTLİS	KASTAMONU MUŞ	YOZGAT		
ERZİNCAN	KAYSERİ	SİVAS		
İli 2. Bölgede olupda kendisi 4. Bölgede olan belediyeler			ELBİSTAN	MESUDİYE (Ordu)
KELES (Bursa)	ŞEBİNKARAHİSAR (Giresun)		(K.Maraş)	
ULUDAĞ (Bursa)	AFŞİN (K.Maraş)	GÖKSUN (K.Maraş)		
İli 3. Bölgede olupda kendisi 4. Bölgede olan belediyeler				
KIĞI (Bingöl)	PÜLÜMÜR (Tunceli)	SOLHAN (Bingöl)		
5. BÖLGE DERECE GÜN İLLERİ				
AĞRI	ARDAHAN	ERZURUM	KARS	

- Güneş ısı kazanç katsayısı (SHGC):

Pencerelerin güneş ışınımına karşı güneş kontrolü veya ısı kazancı açısından performansına yönelik hassas değerlendirmelerde kullanılır (Keskin, 2012). Pencerelerden sağlanan güneş kaynaklı ısı kazanımı kontrol edebilme yeteneği camın bir özelliği olan Güneş Isı Kazanım Katsayısı (SHGC) ile ölçülür. Mekâna cam yüzey vasıtasıyla giren ısı kazancının yüzeye gelen güneş radyasyonuna oranıdır. Güneşten ısı kazanımı hem doğrudan geçirilir hem de önce emilip sonra ışımayla, iletimle veya taşınım ile mekâna geri verilir (Gregg, 2016). Cam aracılığıyla iç ortama geçen ısı enerjisi ile çerçeve ve cam tarafından soğurulduktan sonra iç ortama geçen ısı enerjisi miktarlarının toplamı olmaktadır böylece pencerenin güneşten ısı kazancı belirlenir (Ayçam, 1999). Güneşten ısı kazancına ihtiyaç duyulması halinde SHGC değeri yüksek olan pencere sistemleri tercih edilmelidir (Bostancıoğlu ve Soyuyiğit, 2012). Pencerede SHGC arttıkça güneşten kazanma potansiyeli de artmaktadır. SHGC, 0 ile 1 arasındaki bir orandır. SHGC = 0, olursa güneş kazancının pencereden ısı olarak iletilmediğini ve SHGC = 1 ise, güneş enerjisinin tümü pencereden ısı olarak iletildiğini gösterir. SHGC değeri 0.6 olan bir pencere, SHGC değeri 0.3 olan güneş enerjisi kazancının iki katı kadar ısınma olarak kabul edilir. Genelde düşük SHGC değerlerine sahip pencereler, yüksek klima yükleri olan binalarda arzu edilirken, yüksek SHGC değerlerine sahip olan pencereler, pasif güneş ısıtma sisteminin gerekli olduğu binalarda tercih edilmektedir (Gregg, 2016). Enerji etkin bir bina olma niteliğini taşıyan yapılarda güneş ısı kazanç katsayısı yüksek olan saydam elemanların kullanılması gerekmektedir (Keskin, 2012).

2.5. Bina Cephelerinin Yenilemesinde Kullanılan Yöntemler

İyileştirme (Renovation), mevcut binada standartların altına düşen bileşenlerin ve malzemelerin onarımlarının yapılması veya yenilenmesi olarak tanımlanmaktadır (Sert, 2007). Zaman içerisinde binalar, dış ortamın etkisi ile belirli fonksiyonel özelliklerini kaybederek kullanıcı ihtiyaçlarını ve isteklerini karşılayamaz duruma gelmektedir. Özellikle yapı fiziği açısından eskimiş binalarda, zamanla cephelerden kaynaklı büyük miktarda ilave ısı kayıpları

oluşmaktadır. Isı kayıplarının çoğu, dış kabuğun yeterli ısı geçirme direncine sahip olmamasından kaynaklanmaktadır. Bu durum binanın iç ortamın ısısal konfor açısından yetersiz kalmasına ya da yeterli ısıtma/soğutma sağlamak için gerekenin üstünde enerji tüketilmesine neden olmaktadır. Cephenin çevresel etmenler karşısında yetersiz kalması veya uyum sağlayamaması, zamanla cephede estetik sorunlarına, iç mekân konfor koşullarının yetersizliğine ve yüksek enerji tüketimine yol açabilmektedir (Özkan ve diğ. 1997). Cephe sistemleri dış ortam koşulları ile direkt olarak etkileşim içinde bulduklarından çabuk deforme olmaktadır. Bu durumların sonucunda cephe yenileme, uygun iç ortam koşullarını ve görsel konfor elde etmek için yapılmaktadır (Erturan, 2014). Nilsson, Aronsson ve Jamgemar (1994) bina yenileme çalışmalarını, binanın ve ekipmanların doğal yaşlanma sürecine, binanın içinde barınanların ihtiyaçlarının değişmesine ve gelişen teknolojinin binada bulunan mevcut teknolojinin yerini aldığı takdirde sağlayabileceği avantajlara bağlamaktadır (Başarır, 2013). Bina yenileme çalışmaları, bina kabuğunu, ısıtma, havalandırma, soğutma ve aydınlatma sistemlerini kapsayan, bunların aktif ve pasif sistemler bütünlüğünde ele alınması gereken çalışmalardır (Dascalaki ve Santamouris, 2002).

Binalarda yenileme genellikle aşağıdaki amaçları gerçekleştirmek için yapılmaktadır:

- Mevcut binanın değerini arttırmak veya eski değerine geri getirilmesini sağlamak (Bina sahibinin ana amacıdır).
- Binanın yeni ihtiyaç veya kullanımlara uyarlanması (Kullanıcının ana amacıdır). Özellikle ofis binaları bu amaçla yenilenmektedir.
- İç mekân koşullarının iyileştirilmesi
- Enerji tüketiminin azaltılması (Energy Efficient Office Refurbishment 2001).

Schwehr ve diğ. (2011) yapılarda iyileştirme çalışmalarını kısmi yenileme ve kapsamlı yenileme olarak sınıflandırmaktadır. Bu çalışmaya göre, 20-25 yılını doldurmuş yapılarda kısmi yenilemeye ihtiyaç duyulmaktadır. Yenileme ihtiyacı yapının iç ortamında, banyo, tuvalet, mutfak, yapı kabuğu parçaları ve yapı teknolojilerinde görülmektedir (Başarır, 2013). Kısmi yenileme yalnızca belirli

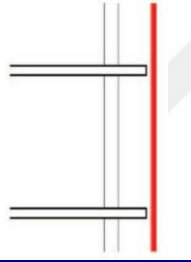
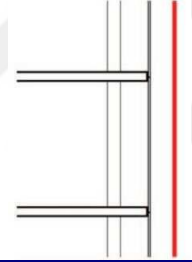
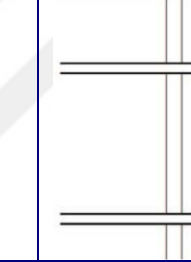
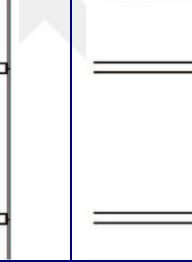
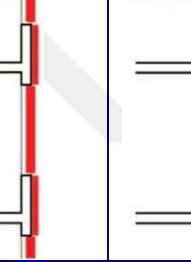
yapı bileşenlerini, cephe, döşeme alanlarını yenileme veya bazı toksik materyallerin ortadan kaldırılması işlerini kapsamaktadır. Bu işlem, genellikle bina kullanımdayken gerçekleştiğinden yenilemenin en zor şekli sayılabilir. Sıkıntı ve kargaşanın önüne geçmek için çok iyi bir yönetim ve iletişim gerektirir (Erturan, 2014). Kapsamlı yenileme ihtiyacı genelde 40-50 yıl arasında oluşmaktadır. Kapsamlı yenileme çalışmalarıyla, yapı kabuğu, yapı teknolojisi, tesisat ve tüm iç mekân yenilenir (Başarır, 2013). Bina taşıyıcı sistemi dışında tüm binaya müdahale söz konusudur. Bu durumda bina tamamen tahliye edilir. Teknik bileşenler günlük ihtiyaçlar doğrultusunda ayarlanabilir, ancak bütünüyle değiştirilmez. Bu koşullar altında yenileme binanın işlevi değiştirilmediği sürece, özel bir uygulama gerektirmez (Erturan, 2014).

Cephenin iyileştirilmesi katman, kabuk ve eleman bazında ekleme, çıkarma, modifikasyon ve yenileme çalışmaları şeklinde olmaktadır. Her bir iyileştirme durumunun, bina mimarisine ve fonksiyonuna, malzeme ve enerji kullanımına, kullanıcı konforu ve fonksiyonuna ve ekonomik hususlar üzerine farklı bir etkisi bulunmaktadır. Bu durumlar yenileme stratejisi için farklı kısıtlamalar ve potansiyeller getirmektedir (Diri ve Başarır, 2014). Yapı cephesinin yenileme çalışmalarında, enerji tüketiminin azaltılmak için bina opak ve şeffaf bileşenlerinin ısı performanslarının arttırılması gerekmektedir. Bu bağlamda, opak bileşenler iklim özelliklerine uygun olarak ısı direnci yüksek yalıtım malzemeleriyle yalıtılmalı, şeffaf bileşenler ise iklim kontrollü pencereler ile değiştirilmelidir. Ayrıca soğutma yükünü düşürmek amacıyla güneş kontrol elemanlarının da eklenmesi enerji tüketiminin azaltılması açısından önemlidir (Süt, 2013). Binaların işletim masrafları, gerekli tedbirler alınmazsa, tamir, bakım ve yenileme çalışmaları nedeniyle zamanla artmaktadır (Başarır ve Diri, 2014).

Cephe yenilemesinde kullanılan öneriler (Çizelge 2.3) ise aşağıda belirtilmektedir:

- Cephenin yıkılıp yeniden yapılması
- Cephenin dış yüzeyine ek kabuk uygulaması
- Cephenin iç yüzeyine ek kabuk uygulaması
- Cephenin dış yüzeyine yeni katmanlar eklenmesi
- Cephenin iç yüzeyine yeni katmanlar eklenmesi (Ebbert, 2010).

Çizelge 2.3. Cephe yenilemelerinde kullanılan stratejilerin sınıflandırılması (Başarır ve Diri, 2014)

CEPHE YENİLEMELERİNDE KULLANILAN STRATEJİLER				
Cephenin Yıkılıp Yeniden Yapımı	Cephenin Dış Yüzeyine Ek Kabuk Uygulaması	Cephenin İç Yüzeyine Ek Kabuk Uygulaması	Cephenin Dış Yüzeyine Yeni Katmanlar Eklenmesi	Cephenin İç Yüzeyine Yeni Katmanlar Eklenmesi
				

-Cephenin yıkılıp yeniden yapılması

Cephenin yıkılıp yeniden yapılması günümüzde pek çok cephe için uygulanan en yaygın yenileme stratejisidir (Ebbert, 2010). Cephelerde, tasarım ve uygulama aşamasında yapılan hatalardan, yanlış malzeme kullanımından, sonradan yapılan eklentilerden (reklam, tanıtım, tente vs.) ve kötü kullanımdan kaynaklanan yıpranmalar, hasarlar, performans düşüklükleri ve görsel bozulmalar ortaya çıkabilmektedir. Bakım-onarımın yetersiz kaldığı veya önemsenmeyerek atlandığı durumlar cephede geri dönüşümü zor hasarlar oluşturmaktadır. Böyle durumlarda, sürdürülebilir bir yöntem olarak cephe, ihtiyacı karşılayacak şekilde kısmen veya tamamen yenilenebilir (Erturan, 2014). Cephe bazı durumlarda

binanın yeni bir görünüş sağlanması için de yıkılıp yeniden yapılmaktadır (Şekil 2.37) (Başarır ve Diri, 2014).



a)

b)

Şekil 2.37. Wilhelminastaete Binası, Amsterdam, Hollanda. a) Cephenin yenilemeden önceki durumu; b) Cephenin yenilemeden sonraki durumu (Remøy ve Wilkinson, 2012)

Giydirme cephe sistemleri cephenin kolayca sökülmesine imkân sağlamaktadır. Bu cephelerin yenilenmesinde, yıkım olayı iç mekânda daha az tahribat yaratacak şekilde hızlı bir yöntemle yapılabildiğinden daha çok tercih edilmektedir. Yenileme sırasında tüm cephenin kaldırılması mimarlara yeni cephenin tasarımında tam bir özgürlük sağlamaktadır. Ancak, cephe yenilenmesinde en önemli kısıtlamayı, taşıyıcı sistemin yük taşıma kapasitesi, cephe düzlemi ile olan ilişkisi, kullanılacak yeni sistem ve cephe mimarisinin durumu yapmaktadır (Başarır ve Diri, 2014).

Cephenin yıkılıp yeniden yapıldığı yenilemede mevcutta bulunan taşıyıcı sisteme belirli noktalardan tespit edilen giydirme cephe sistemleri kullanılmaktadır. Cephe tamamen değiştirildiği için en güncel ihtiyaçları ve performans kriterlerini karşılayacak duruma getirilmektedir. Ekonomik etkisine bakıldığında ise, hem yıkım hem de yeniden yapım maliyeti göz önüne alınmalıdır. Yıkım çalışmaları süresince malzemenin başka bir yere taşınması gerektiğinden ek bir maliyet gerektirmektedir (Başarır ve Diri, 2014).

- Cephenin dış yüzeyine ek kabuk uygulaması

Yapı kabuğu, yapıların mimari biçimlenişlerinde buldukları dış çevre koşulları ve işlevlerine göre uygun ortamın oluşturulmasında önemli rol oynamaktadır. Bu nedenle, yapı içinde oluşturulması gerekli olan işitsel, görsel, ısısal konfor koşullarının elde edilmesinde yapı kabuğunun biçimlenişi yani kabukta kullanılacak elemanlar, bunların kesitleri, detaylandırılması, cam/dolu alan oranlarının uygun seçilmesi gibi etkenler önemli rol oynamaktadır (Sözen, 2001).

Ek kabuk uygulaması özellikle rüzgârlı ve gürültülü yerleşim yerlerinde uygulanmaktadır. Eklenen kabuk binayı sararak dış çevre koşullarından korumaktadır. Kabuğun eklenmesi ile binada aşırı ısınma ve yoğuşma problemleri oluşabilmektedir. Cepheye eklenecek kabuk binaya ek yük getireceği için taşıyıcı sistemin durumu önemli bir kriter olmaktadır. Ek kabuk olarak cam ya da yalıtımlı prefabrike paneller kullanılmaktadır. Eklenecek yeni kabuk binanın cephesinde yeni bir etki yaratacağı gibi özgün cephenin genellikle kabuğun arkasından görünür durumda olması da sağlanabilmektedir (Şekil 2.38).



a)



b)



c)

Şekil 2.38. William Farrell Telus Binası, Vancouver, Kanada. a) Cephenin yenilemeden önceki durumu; b) Cephenin yenilemeden sonraki durumu, c) Mevcut ve yeni kabuk arasındaki boşluktan görünüş (Vance, 2013)

Mimari anlamda yenilemeyi kısıtlayıcı durumlar ise, binanın şekli, taşıma kapasitesi, mevcut cephe sistemi ve yeni kabuğun bina ile olan birleşim şeklidir (Diri ve Başarır, 2014). Ek kabuk ve kabuklar arasında kalan hava boşluğunun binayı ve kullanıcıları etkileyen pek çok avantaj ve dezavantajı bulunmaktadır. Avantaj olarak en önemli özelliği teknolojik özelliklerin getirdiği yeni servis ihtiyacını karşılayabilecek biçimde, boru kablo ve diğer tesisat elemanlarını barındıracak ve yenilenebilir enerji kaynaklarından yararlanmayı sağlayacak tasarımlara olanak tanınmasıdır (Zerofootprint, 2011). Rüzgârlı bölgelerde uygulanan ikinci cephe sayesinde mevcut cepheden pencere açılarak tampon bölgeden doğal havalandırma yapılabilir. Ek kabuk ve tampon bölgenin ısı izolasyonu sağlandığında binanın enerji performansı artmaktadır. Binanın artan enerji performansı sayesinde işletme maliyetleri düşmektedir (Diri ve Başarır, 2014). Eklenen kabuk, bina dış kabuğunu ısıl gerilimlerden koruyarak bina ömrünü uzatmakta ve ısıtma sistemi kapatıldıktan sonra konfor şartlarının devamını sağlamaktadır (Kocagül,2013).

Dezavantajları ise, mevcut cephe ile kabuk arasında kalan tampon bölge, güneş ışığının bir kısmını iç kısma aldığından kış aylarında dış ortama göre sıcaklığı daha fazla olmaktadır. Yaz aylarında ise ısınan hava tampon bölgeden yükselerek binadan uzaklaştırılır. Böylece tampon bölgenin daha serin kalması sağlanır ve binanın ısıtma ve soğutma yüklerinde azalma meydana gelir. Kış aylarında iç mekânda bulunan sıcak havanın tampon bölgeye geçmesi yoğunlaşma problemi oluşturmaktadır. Yaz aylarında ise ısınan havanın üst katlardan uzaklaştırılmadığı durumda ise, aşırı ısınma sorunu oluşturmaktadır. Ek kabuğun uygulandığı binalarda mekanik havalandırma düşünülmeli, cephede ısı yalıtımı ve buhar geçirimsizlik ile ilgili önlemler alınmalıdır. Cepheye eklenen ek kabuk içeriye alınan gün ışığını azaltmaktadır. Kabuklar arasında kalan hava boşluğu yangın durumunda baca etkisi yaratmaktadır (Ebbert, 2010). Ek kabuğun inşası için bina dışında iskele kurulumu ve çeşitli makinelere ihtiyaç duyulduğundan yapım maliyeti yüksek olabilmektedir. Cephe yenileme iç mekân ile etkileşim içinde olmadığından bina bu süreçte kullanılabilir olmaktadır.

- Cephenin iç yüzeyine ek kabuk uygulaması

Bu cephe yenileme anıt özelliği taşıyan, kitlelerin benliğinde yer eden ve cephe algısını değiştirecek müdahalelerin yapılamadığı binalarda kullanılmaktadır. Ek kabuk, mevcut cephenin yalıtım özelliğine bağlı olarak, yalıtımlı ya da yalıtımsız panellerden oluşmaktadır. Yalıtımlı paneller, taşıyıcı döşeme tarafından taşınmakta ve bölücü duvarlar ile desteklenmektedir. Yalıtımsız paneller ise taşıyıcı cephe ya da döşeme tarafından taşınmaktadır. Bu yenileme çeşidi, cephenin iç yüzeyine yeni katmanlar eklenmesi yöntemi ile yapılan, ısı performans iyileştirmenin geliştirilmiş versiyonudur (Şekil 2.39) (Ebbert, 2010).



a)



b)

Şekil 2.39. BMW Merkez Binası, Münih, Almanya. a) Cephenin dıştan görünüşü; b) İzolasyonlu ek kabuğun iç mekândan cepheye montajı (Schollglas, 2006)

Uygulama cephenin iç yüzeyinden yapıldığı için, binanın dış görünüşünde değişiklik olamamaktadır. Eklenen cephe iç mekânın tasarımını büyük oranda etkilemektedir. Ek kabuk iç mekânda alan kaybına neden olmaktadır. Bu cephe yenileme sistemi yeni bir iç mekân tasarımı ve iklimlendirme yapılmasını gerektirmektedir. Ek kabuk ve cephe arasında kalan tampon bölgenin derinliği doğal aydınlatmayı engelleyebilmektedir. Tampon bölge gölgelendirme elemanları için korunaklı bir alan oluşturmakta ve teknik tesisat için kullanılabilir (Diri ve Başarır, 2014).

Yenilenen cephe sayesinde kış aylarında binanın ısı performansını artmakta, yaz aylarında ise, aşırı ısınma sorunu gözlemlenmektedir. Bu sorunun önlenmesi için mekanik havalandırma kullanılmalıdır. Yoğuşma problemine karşı da uygulama sırasında ilgili önlemler alınmalıdır. Ek kabuk dış cephe ile korunduğundan teknik gereksinimler düşmekte böylece malzeme ihtiyacı da en aza inmektedir. Bu cephe yenilemede kullanılan paneller yüksek prefabrikasyon ürünü olduklarından yerinde yapım süresi kısa olmaktadır. Yenileme esnasında bina etkin olarak kullanılamaz. Enerji ihtiyacını azalttığından kullanılacak havalandırma birimi maliyeti belirlemektedir. Ek kabuk maliyetini temizlik ve bakım işlemleri artırmaktadır. Kabuğun açılarak kullanılmadığı durumda ise, cephe dışına temizleme cihazları yerleştirilebilmektedir (Ebbert, 2010).

- Cephenin dış yüzeyine yeni katmanlar eklenmesi

Isı yalıtımının artırılması için cephenin dış yüzeyine katman eklemek basit ve etkili bir yöntemdir (Kocagül,2013). Az bir yapım masrafı ile cephenin istenilen performans özelliklerini artırma imkânı vermektedir. Uygulanacak cephede ek katmanları taşıyacak, ankraj elemanlarının tespit edileceği taşıyıcı düz bir duvar ya da taşıyıcı iskelet sistemi olmalıdır (Şekil 2.40). Ek katmanların hareket etmemesi ve konstrüksiyona girecek buhar miktarını azaltmak amacıyla işlem yapılacak duvarın düzgün yüzeyli olması önemlidir. Eklenecek katmanların ağırlıkları ise, binanın ve cephenin taşıyıcılık özelliklerine göre değişmektedir (Diri ve Başarır, 2014).



a)

b)

c)

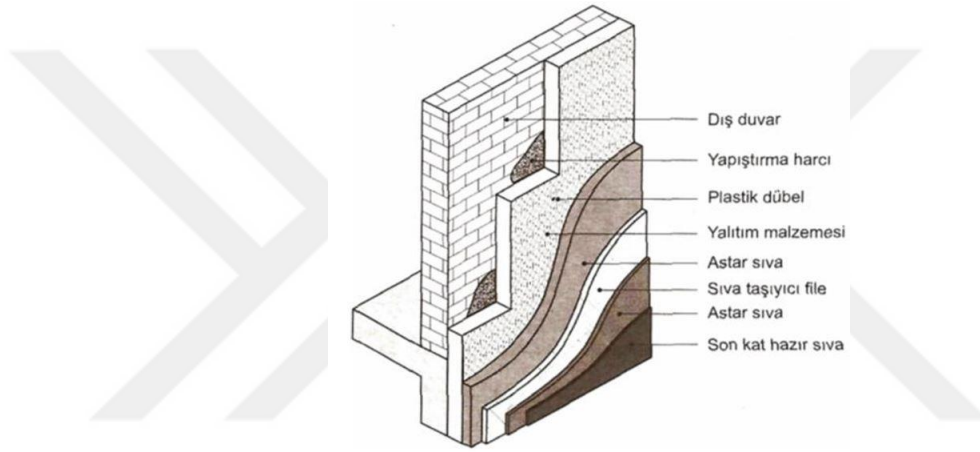
Şekil 2.40. Basf Türk Dilovasi, Kocaeli, Türkiye. a) Binanın yenilemeden önceki hali, b) cepheye spreyci poliüretan köpük ısı yalıtımı ve dış cephe kaplaması uygulanması, c) Binanın yenilemeden sonraki hali (Başarı ve Diri, 2014)

Dıştan katman uygulamalarının avantajları şu şekilde sayılabilmektedir;

- Binada ısı köprüsü oluşturan alanlar önemli ölçüde azalmaktadır.
- Duvarın ısı iletkenlik değeri ve ısı depolama kapasitesinin artırılmasıyla mevcuttaki duvar sıcak ve kuru kalmaktadır.
- Katmanlar arasındaki yoğuşma riski azalmaktadır.
- Mevcut duvar dış ortamdan korunmuş olmaktadır.
- İç mekân taban alanı kaybı olmamaktadır.
- Hava ve çevre koşullarından ekstra bir koruma sağlamak ve yapı üzerinde mevsim değışikliklerinin etkisini azaltmaktadır.
- Kalınlık limiti olmadığı için gelecekteki standartlara uygun olabilmektedir (Gorse ve Highfield, 2009).

Malzeme ve enerji kullanımı etkisine bakıldığında, sadece gerekli minimum malzeme kullanılmaktadır. Sistem hafiftir ve mevcut strüktürün bu kaplama sistemini taşıması beklenmektedir (Süt,2013). Cehenin tasarlanmasında, kaplama malzemesinin rengi, dokusu ve formu önem taşımaktadır. Kullanılan elemanlar sayesinde cephede belirli bir oranda değışiklik yapılabilmektedir. Bu tip uygulamalarda kompozit malzemeler, cam, suni- doğal taş ve metal kaplama malzemeleri kullanılabilir (Diri ve Başarı, 2014). Masif duvarlar termal kütle olarak görev yaptığından binanın ısı performansını artırmaya katkıda bulunmaktadır (Kocagül,2013). Yenileme sonucunda iklimlendirme için gerekli enerji miktarı düşmektedir. Böylece işletme maliyetleri azalmaktadır (Süt,2013).

Cepheye ek katman uygulaması (Şekil 2.41), yalıtım levhaları, yüzeye yapıştırıcı sürüldükten sonra aralarında boşluk kalmayacak şekilde duvara tespit edilmektedir. Harç kuruduktan sonra yalıtım levhalarını sağlamlaştırmak için özel yalıtımlı dübellerle levhalar sabitlenmektedir. Yalıtım levhası üzerine çok ince astar sıva yapılmaktadır. Astar sıva üzerine cam kumaş esaslı file yerleştirilmektedir. File üzerine yine astar bir sıva atılmaktadır. Bu katmanlar kuruduktan sonra son kat sıva yapılarak yalıtım uygulaması tamamlanmaktadır (Kocagül,2013).



Şekil 2.41. Dıştan yalıtılmış bir duvarın ek katman uygulamasının görünümü (Karaca,2007)

Dış cepheye eklenen yalıtım ya da kaplama katmanı cephe derinliğinin artmasına ve içeriye giren gün ışığının azalmasına neden olabilmektedir. Bu durumda iç ortamdaki doğal aydınlatma seviyesi düşebilmektedir (Süt,2013). Bu cephe yenilenmesinde cepheye dışarıdan müdahale yapılmakta ve iskele kurulması gerektiği için ek maliyet getirmektedir. Cephenin bakım ve onarım maliyetlerinde herhangi bir artış görülmemektedir (Diri ve Başarır, 2014).

- Cephelerin iç yüzeyine yeni katmanların eklemesi

Cephelerin iç yüzeyine yeni katmanların eklenmesi, cephe algısının değiştirilmek istenmediğinde ısı yalıtım eklemesinin yapılması şeklindedir (Ebbert, 2010).

Kültürel değer taşıyan ve anıtsal korumalarda önerilmektedir. Bu durum tasarım özgürlüğünü kısıtlamaktadır. Cephenin iç yüzeyinden yenileme yapıldığı için iç mekânda yenileme gerektirmektedir. Yapılan yenileme iç mekânda alan kaybına neden olmaktadır (Diri ve Başarır, 2014). Ek katman cepheyi tamamen kaplamadığı için ısı köprüleri oluşmaktadır. Bu nedenle ısı depolama miktarı az, iç mekânda ısınma süresi kısadır. Yoğuşma riski yüksek olan bir uygulamadır (Ebbert, 2010). Ancak bu tür uygulamalarda, ısı köprüleri engellenmeli ve yoğuşma analizi yapılmalıdır (Gorse ve Highfield, 2009). Buhar kesici kullanılarak bu sorunun önüne geçilebilmektedir. Yıl boyunca cephenin duvarında sıcaklık farklarında artış olmaktadır. Bu sebepten oluşan termal genişleme, cephenin birleşim noktalarında gerilime bağlı çatlaklar oluşturmaktadır (Ebbert, 2010). İçten yalıtım dıştan yalıtıma göre daha kolay ve işçiliği daha azdır (Kocagül, 2013). Cephenin yenilenmesinde de oldukça az malzeme kullanılmaktadır. Binanın taşıyıcı sistemine fazla yük getirmemektedir. Yalıtım katmanı binanın ısı performansını artırdığı için, işletme maliyetinde azalma görülmektedir (Diri ve Başarır, 2014). Enerji etkin yenilemede en iyi çözüm dışarıdan yalıtım olmasına rağmen, içten yalıtım uygulamalarına göre daha pahalı olması ve koruma alanlarındaki yapılarda uygulanamaması nedeniyle içten yalıtım tercih edilmektedir (Şekil 2.42) (Thorpe, 2010).

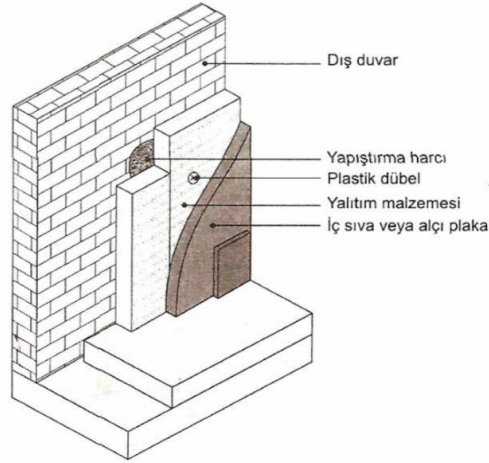


a)

b)

Şekil 2.42. Camden, Kuzey Londra'da koruma alanında bulunan dolu tuğla duvarlı Viktorya tarzı binada cephe yenilemesi. a) Cephe duvarına iç yüzeyden uygulanan ısı yalıtımı; b) binanın dıştan görünüşü (Başarır ve Diri, 2014)

Eklenecek katman montajı için düzlemsel bir duvara ihtiyaç duyulmaktadır (Şekil 2.43). Uygulanan cepheye ek ısı yalıtımı ve yeni bir iç yüzey kazandırılmaktadır (Diri ve Başarır, 2014).



Şekil 2.43. İçten yalıtılmış bir dış duvarın yalıtımına ait perspektif (Karaca,2007)

Yalıtım uygulamasında kullanılacak ısı yalıtım malzemesi seçimindeki kararlar ise aşağıda belirtilmiştir;

-Yalıtım malzemesi türü ve kalınlığı bina kabuğunun ısı performansını arttıracak şekilde belirlenmelidir.

-Seçilecek malzeme ısı iletkenliği düşük, ekonomik ve kolay ulaşılabilir olmalıdır.

-Geri dönüştürülmüş ya da geri dönüştürülebilir malzemeler öncelikli olmalı, petrol kaynaklı malzemeler yerine doğal malzemeler tercih edilmelidir (Süt,2013).

3.MATERYAL VE YÖNTEM

3.1. Materyal

Bu çalışmada giydirmeye cephe sistemlerinde kullanılan camların ısı konforuna etkileri ve iyileştirmeye yönelik öneriler incelenmiştir. Çalışma kapsamında modellenen binanın seçilme nedenleri güneşlenme süresi oldukça fazla olan Antalya'da inşa edilmiş cam giydirmeye cephe sistemine sahip bir yapı olması ve yapılan ön görüşmelerde kullanıcıların ısı konforu açısından problem yaşadıklarının tespit edilmesidir. Seçilen bina, 2009 yılında Antalya Şirinyalı Mahallesi'nde inşa edilmiş olan Antalya Makine Mühendisleri Odası binasıdır. Yapı, bir bodrum kat ile zemin ve üzerindeki dört kattan oluşmaktadır. Yapının güneydoğu cephesine uygulanmış olan eğimli giydirmeye cephe sistemi, toplam cephe alanının %27'sini oluşturmaktadır. Yapının giydirmeye cephe sisteminde 6-12-6 mm arasında argon gazı bulunan temperli cam ve alüminyum doğrama, diğer düşey duvarlarında kompozit kaplama kullanılmıştır (Şekil 3.1, Şekil 3.2, Şekil 3.3 ve Şekil 3.4).



Şekil 3.1. Antalya Makine Mühendisleri Odası Binası- Kuzey Cephesi



Şekil 3.2. Antalya Makine Mühendisleri Odası Binası- Doğu Cephesi



Şekil 3.3. Antalya Makine Mühendisleri Odası Binası- Kuzey Doğu Cephesi

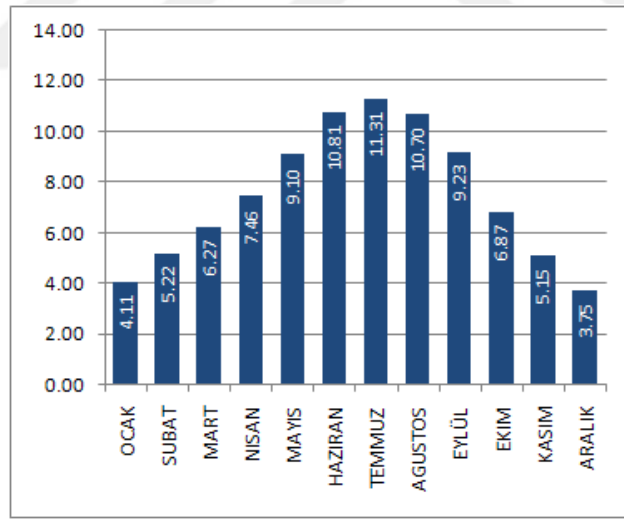


Şekil 3.4. Antalya Makine Mühendisleri Odası Binası giydirme cephe sistemi

Türkiye coğrafi konumu nedeniyle güneş enerjisi potansiyeli açısından iyi bir durumdadır. Türkiye'nin en fazla güneş alan bölgesi Güneydoğu Anadolu Bölgesi olurken bunu ikinci sırada Akdeniz Bölgesi izlemektedir (Şekil 3.5). Türkiye'de en çok güneş enerjisinin üretilecek ay Haziran iken en az güneş enerjisinin üretildiği ay Aralık'tır (Gönüllü ve Varınca, 2006) (Şekil 3.6).



Şekil 3.5. Türkiye'nin toplam Güneş radyasyonu (EIE, 2017)



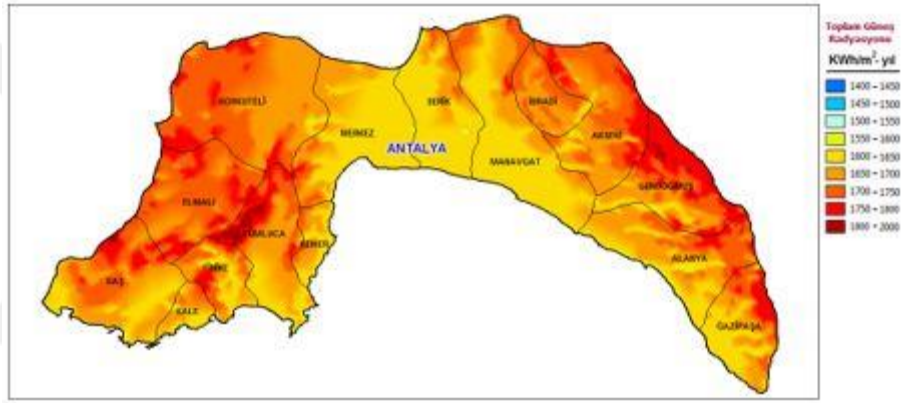
Şekil 3.6. Türkiye'nin yıllık toplam güneşlenme süresi (saat) (EIE, 2017)

Antalya'nın güneşlenme süresi ise yılda 3011 saattir (Çizelge 3.1). Binalarda Isı Yalıtımı Kuralları Standardına (TS 825) göre, Türkiye beş adet derece gün bölgesine ayrılmıştır. Binanın konumlandığı Antalya ili (Şekil 3.7) bu bölgeler arasında 1. derece-gün bölgesinde bulunmaktadır (TS 825, 2013).

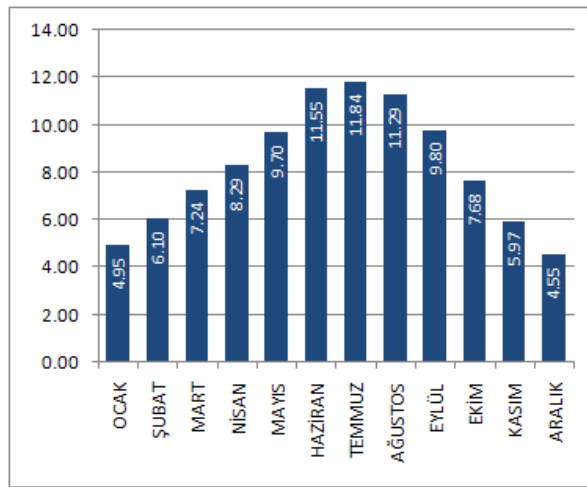
Çizelge 3.1. İllere göre güneşlenme süreleri (Gnssolar, 2017)

İLLERE GÖRE GÜNEŞLENME SÜRELERİ					
İL	Güneşlenme Süresi (saat-yıl)	Radyasyon Değeri (KWh/m2-yıl)	İL	Güneşlenme Süresi (saat-yıl)	Radyasyon Değeri (KWh/m2-yıl)
Adana	2,953	1,564	İstanbul	2,446	1,612
Amasya	2,427	1,392	Kastamonu	2,394	1,364
Ankara	2,611	1,473	Kayseri	2,842	1,588
Antalya	3,011	1,646	Kırıkkale	2,648	1,460
Bolu	2,402	1,416	Muğla	3,040	1,587
Burdur	2,944	1,631	Muş	2,686	1,591
Bursa	2,515	1,393	Nevşehir	2,834	1,537
Çorum	2,511	1,419	Osmaniye	2,954	1,555
Denizli	2,931	1,591	Rize	2,124	1,403
Edirne	2,697	1,319	Siirt	2,828	1,591
Erzurum	2,504	1,393	Tekirdağ	2,606	1,337
Eskişehir	2,479	1,472	Tokat	2,464	1,431
Hatay	2,997	1,536	Uşak	2,789	1,540
Isparta	2,858	1,612	Van	3,070	1,652

Antalya’da en uzun güneşlenme süresi temmuz ayında, en kısa güneşlenme süresi ise aralık ayında olmaktadır (GEPA, 2018). En soğuk ay olan ocak ayı ortalama sıcaklığı 6,4°C, sıcak ay olan temmuz ayı ortalama sıcaklığı 26,8°C, yıllık ortalama sıcaklık 16,3°C civarındadır. Antalya’da yıllık ortalama yağış miktarı 725,9 mm’dir ve yağışların çoğu kış mevsiminde gerçekleşmektedir. Yaz yağışlarının yıllık toplam miktarı içindeki payı %5,7’dir. Bu yüzden bölgede yaz kuraklığı hakimdir. Yıllık ortalama nispi nem %63,2’dir (Meteoroloji Genel Müdürlüğü, 2018). Antalya ili tamamen Akdeniz iklim tipine sahip olmakta ve bu bölgenin kuzey kesimlerindeki dağlar sebebiyle de sahillerdeki sıcaklıklar daha yüksektir (Bacanlı ve Saf, 2005) (Şekil 3.7) (Şekil 3.8).

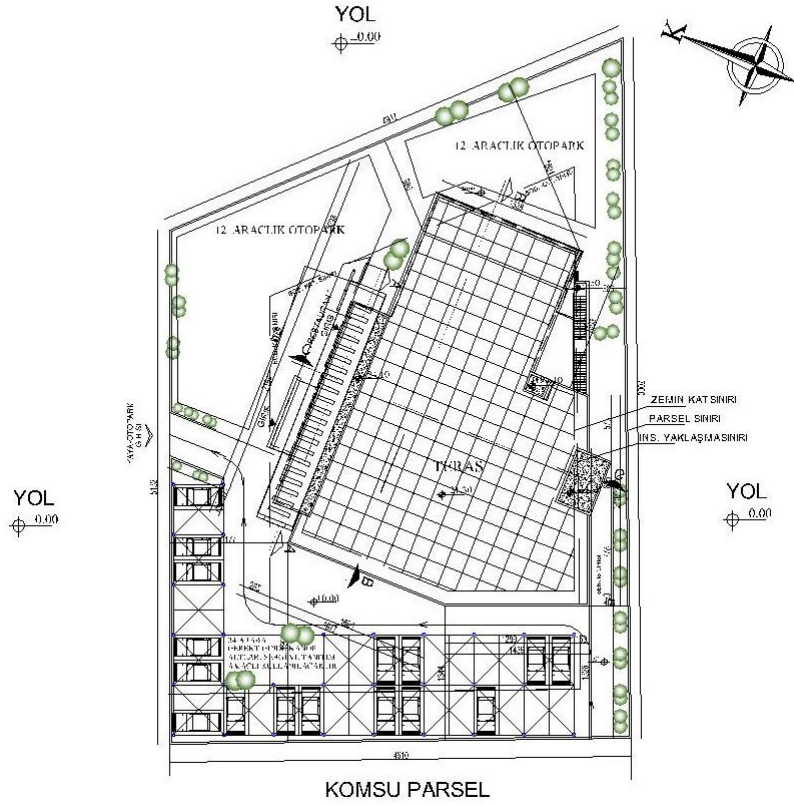


Şekil 3.7. Şekil 3.7. Antalya’nın toplam Güneş radyasyonu (EIE, 2015)



Şekil 3.8. Antalya’nın yıllık toplam güneşlenme süresi (saat) (EIE, 2015)

Yapı 5633 Ada 01 Parselde, 2775 m² arsa alanı içerisinde, toplamda 6500 m² kapalı alana sahiptir (Şekil 3.9). Makine Mühendisleri Odası binası, bodrum kat, zemin kat, dört normal kat ve teras kattan oluşmaktadır. Giydirme cephe sistemi bütün bina cephesinin %27'sini oluşturmaktadır. Giydirme cephe uygulamasının yapıldığı bölümler ise; zemin katta restoran (Şekil 3.9-b), birinci katta sahne alanı (Şekil 3.9-c), ikinci katta internet-teknik iletişim personeli odası ve kütüphane (Şekil 3.9-d), üçüncü katta bekleme odası, basın-yayın odası, sekreter odası ve yönetim kurulu başkanı odası (Şekil 3.9-e), dördüncü katta kayıt bölümü, eğitim kayıt bölümü, seminer salonu ve fuayedir (Şekil 3.9-f).



a) Vaziyet planı



b) Zemin kat planı



c) I. Kat

d) II. Kat



e) III. Kat

f) IV. Kat

Şekil 3.9. Kat planları

- DesignBuilder versiyon 4.6.0.015 yazılım programı

DesignBuilder yapı tasarımlarını enerji, karbon, aydınlatma ve konfor açılarından performans ölçmek ve kontrol etmek için geliştirilmiş EnergyPlus tabanlı bir yazılım aracıdır.

DesignBuilder mimarlar, mühendisler, bina hizmetleri sorumluları, enerji danışmanları ve üniversitelerin ilgili bölümleri tarafından çok geniş bir yelpazeye hitap edecek şekilde kullanılmak üzere geliştirilmiştir. Kullanım amaçları aşağıda özetlenmiştir:

- Cephe seçeneklerinin aşırı ısınma, enerji tüketimi ve gölgeleme parametreleri açısından değerlendirilmesi.
- Güneşin optimum seviyede kullanımının değerlendirilmesi. Aydınlatma kontrol sistemlerinin modellenmesi ve ilgili elektrik enerjisindeki tasarruf oranlarının belirlenmesi.
- Bina içindeki ve etrafındaki sıcaklık, hız ve basınç dağılımlarının CFD (Computational Fluid Dynamics) modülü kullanılarak hesaplanması.
- Vaziyet planının ve gölgelemenin görselleştirilmesi.
- Doğal havalandırma ile havalandırılan binalarda termal simülasyon.

- Isıtma ve soğutma ekipmanlarının kapasitelerinin belirlenmesi konularını da içerecek şekilde HVAC tasarımına yardımcı olmak.
- Tasarım toplantılarında disiplinler arası iletişimi destekleyici materyal sağlamak.
- Üniversitelerde enerji modellemesi ve simülasyonu derslerinde kullanılmak (DesignBuilder Software, 2017).

3.2. Yöntem

Binalarda Isı Yalıtımı Kuralları Standardına (TS 825) göre, Türkiye beş adet derece gün bölgesine ayrılmıştır. Binanın konumlandığı Antalya ili bu bölgeler arasında 1. derece-gün bölgesinde bulunmaktadır (TS 825, 2013). Güneşlenme süresi yılda 3011 saat olan Antalya'da en uzun güneşlenme süresi Temmuz ayında, en kısa güneşlenme süresi ise Aralık ayında olmaktadır (GEPA, 2018). En soğuk ay olan ocak ayı ortalama sıcaklığı 6,4°C, sıcak ay olan temmuz ayı ortalama sıcaklığı 26,8°C, yıllık ortalama sıcaklık 16,3°C civarındadır. Antalya'da yıllık ortalama yağış miktarı 725,9 mm'dir ve yağışların çoğu kış mevsiminde gerçekleşmektedir. Yaz yağışlarının yıllık toplam miktarı içindeki payı %5,7'dir. Bu yüzden bölgede yaz kuraklığı hakimdir. Yıllık ortalama nispi nem %63,2'dir (Meteoroloji Genel Müdürlüğü, 2018).

Bu araştırma iki aşamadan oluşmaktadır. Birinci aşamada binanın yöneticisi ile görüşülerek binanın ısıtma, soğutma ve havalandırma sistemleri hakkında bilgi alınmıştır. Ayrıca kullanıcılara anket uygulanmıştır. Çalışmanın bu aşaması için uygulanan anketin hazırlanması aşamasında Filiz Şenkal Sezer'in 2002 yılında tamamladığı "Yapıda giydirme cephe sisteminin Kullanımında Optimal Konfor Koşullarının Sağlanması İçin Performans Kriterlerinin Araştırılması" başlıklı doktora tezi (Şenkal Sezer, 2002) ile Yaşar Subaşı Direk'in 2003 yılında tamamladığı "Giydirme Cephe Tasarım Sürecinde Karar Vermek İçin Bir Yöntem Önerisi" başlıklı doktora tezinden (Subaşı, Direk, 2003) yararlanılmıştır (Ek A-EK B). Yapılan görüşmede yöneticiden binanın ısıtma, soğutma ve havalandırma sistemleri ile ilgili bilgiler alınmıştır. Kullanıcılara yapılan ankette ise yaz ve kış mevsimlerinde iç mekân sıcaklığı, giydirme sistemdeki pencere kanatlarının

boyut ve açılış biçimi hakkındaki görüşleri ile iç mekanların yeterli gün ışığı alıp almadığı, güneş kontrol elemanı kullanıp kullanmadıkları, giydirme cephe sisteminin gürültü ve ısı açlarından performansı ile sorular sorulmuştur. Oda üyelerine yönelik kursların da verildiği binayı kullanan 15'i kursiyer, 11'i çalışan, 1'i yönetici toplam 27 kişiye anket uygulanmıştır.

İkinci aşamada ise Makine Mühendisleri Odası binası DesignBuilder simülasyon programı yardımı ile modellenmiştir. Haftanın 5 günü saat 08.00-17.00 arasında kullanılan binanın ısı konfor aralığı 22-24 °C olarak, binanın kullanılmadığı gün ve saatler için ise iç mekân sıcaklığı 12 °C'nin altına düştüğünde ısıtma sistemi, 28°C'nin üzerine çıktığında soğutma sistemi devreye girecek şekilde ayarlanmıştır. Yerleşim alanına ait konum ve bilgileri tanımlanmıştır. Antalya ili iklim verilerinin içeren ".epw" uzantılı dosyanın seçimi sayesinde konum ve iklim verileri otomatik olarak oluşturulmuştur. Mekân fonksiyonlarına göre kullanıcı yoğunluğu, kullanıcı özellikleri, metabolik ve termal özellikleri, tatiller ve ekipman bilgileri aşağıda yer almaktadır.

Bina şablonu: Açık ofis

Kullanıcı yoğunluğu: 0,0100 (people/m²)

Kişi metabolizması: 0,90 W/person

Öncelikle yapının mevcut durumunun ısı yükleri hesaplanmıştır, daha sonra binanın ısı performansını arttırmak amacıyla farklı cephe önerilerini içeren modeller hazırlanmıştır.

Önerilen iyileştirme yöntemleri aşağıda listelenmiştir:

1. Giydirme cephe sistemindeki mevcut cam yerine U değeri daha düşük olan camlar uygulamak,
2. Mevcut camın iç kısmına ek kabuk uygulamak,
3. Giydirme cepheye daha düşük U değerine sahip cam uyguladıktan sonra içeriye ek kabuk uygulamak.

4. ARAŞTIRMA BULGULARI

4.1. Ankette Elde Edilen Veriler

Binalarda seçilen giydirme cephe sisteminin konfor koşullarına etkisi bu anket uygulamasının sebebini oluşturmaktadır. Çalışmanın amacı ise, giydirme cephe sistemlerinde uygun malzeme ve detay seçimi, giydirme cephe sisteminin olumlu ve olumsuz yönlerinin belirlenmesi, gereken konfor koşulların sağlanmasında ve cephe elemanlarının boyutlandırılmasında kullanıcı görüşlerinden faydalanarak istenilen sonuca ulaşmaktır.

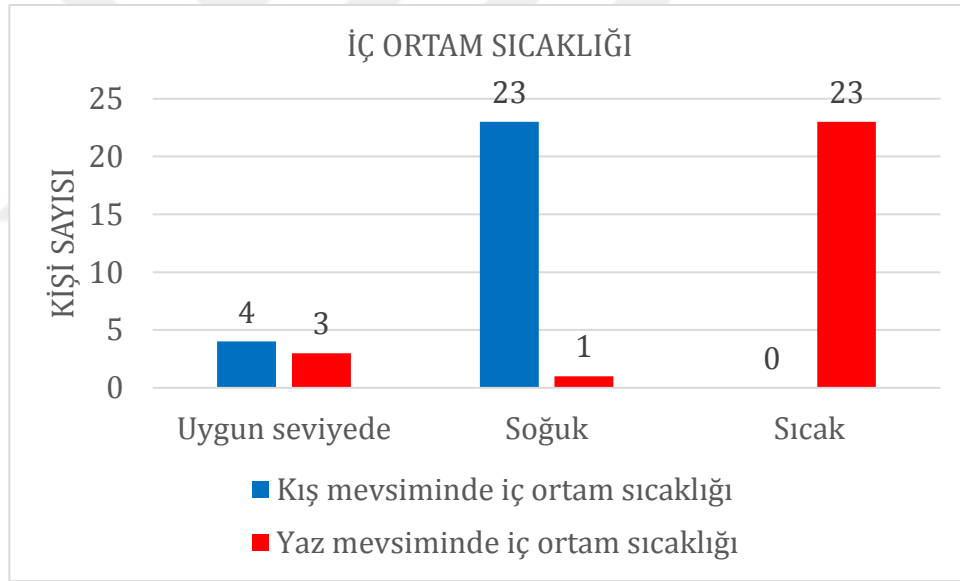
Kullanıcılara yaşları, kaç yıldır bu binada çalıştıkları, günde kaç saat çalıştıkları, kış ve yaz mevsiminde iç ortam sıcaklıkları, mekânın ısıtılıp ve soğutulması için kullanılan ek sistem, binanın yeterli gün ışığı alıp almadığı, güneş kontrolü, havalandırma şekli, pencere boyutunun ve açılış biçiminin uygunluğu, giydirme cephenin tamamen cam olması durumu, kullanılan sistemin nasıl olması gerektiği, yoğuşma problemi, rüzgarın etkisi, yapının estetik durumu ve çevre ile uyumu, gürültü kontrolü sağlama durumu, cephenin hava koşullarından dolayı deformasyonu, işçilik ve detaylandırma sorunu ve güvenlik açısından yaşanan sorunları içeren 20 adet soru yöneltilmiş ve alınan yanıtlar aşağıda belirtilmiştir.

Ankette elde edilen verilere göre, kullanıcılarının yaş ortalaması 33 ve burada çalışma süreleri ortalama 9 yıl, ortalama çalışma süreleri ise ortalama 8 saattir. Binanın ısıtılması ve soğutulması için klima, havalandırılması için çoğunlukla mekanik havalandırma sistemi kullanılmaktadır. Binada doğal havalandırma da yapılabilmektedir ancak giydirme cephe sistemindeki kanatların ebatlarının çok büyük olması, ağırlığı ve eğimli olan cephede kanatların aşağıya doğru açılmasından dolayı bu pencerelerin kullanımında sıkıntılar yaşanmaktadır. Binanın iç mekânları kış aylarında ortalama 25°C, yaz aylarında ise ortalama 24°C civarında tutulmaya çalışılmaktadır. Mekânın ısıtılması ve soğutulması için klima sistemi günde 6-7 saat çalıştırılmaktadır. Şekil 4.1'de giydirme cephe sisteminin olduğu bölümden çekilmiş bir iç mekân fotoğrafı görülmektedir.



Şekil 4.1. Giydirme cephe sisteminin iç mekândan çekilmiş fotoğrafları

Kullanıcılar (23 kişi), özellikle giydirme cephenin olduğu bölümün diğer mekânlara göre yaz aylarında daha sıcak, kış aylarında ise daha soğuk olduğunu belirtmişlerdir (Şekil 4.2).

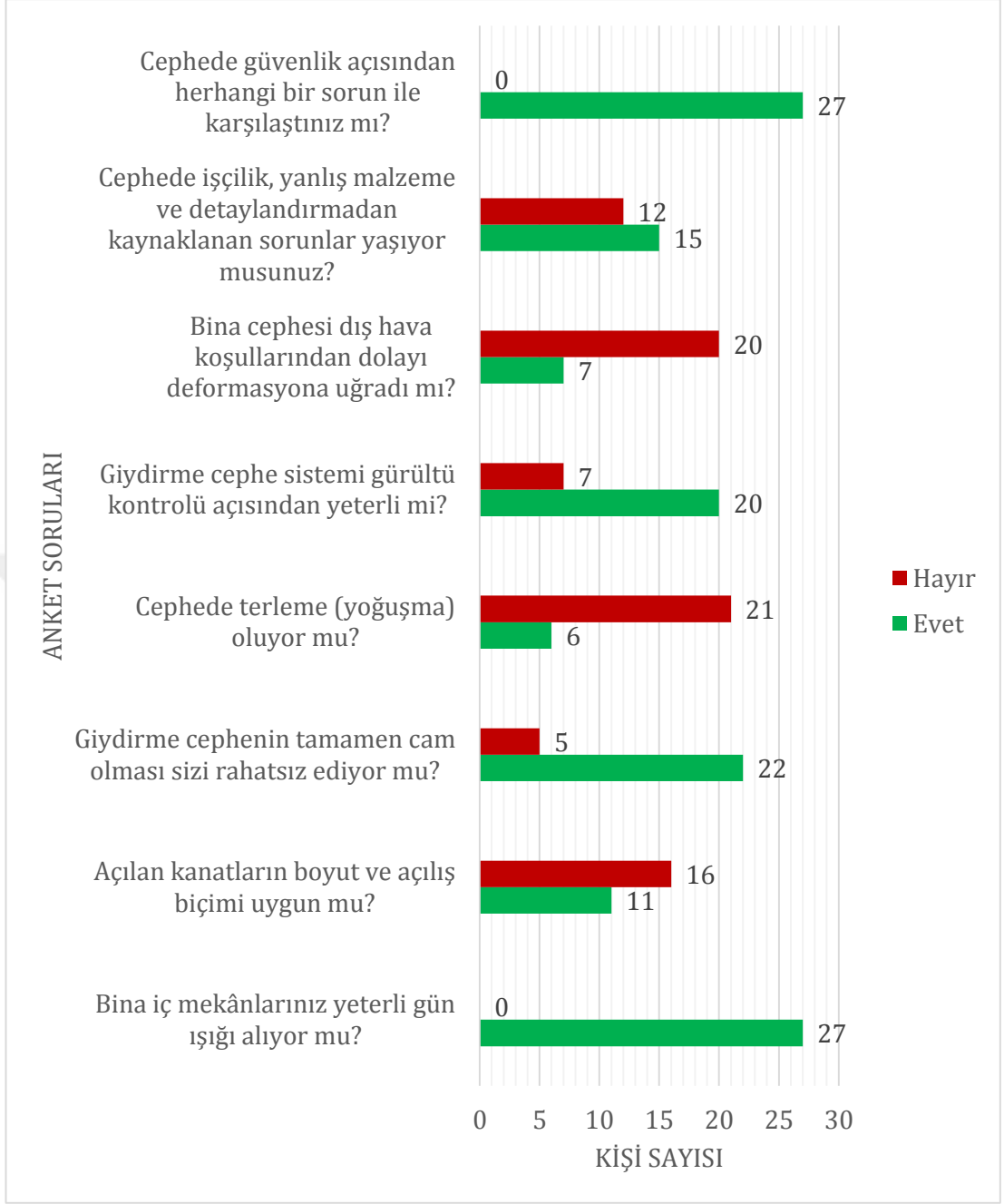


Şekil 4.2. Kullanıcıların sıcaklık durumunu değerlendirmesi

Kullanıcıların tamamı (27 kişi) binanın yeterli miktarda gün ışığı aldığını ve güneş kontrolü için giydirme cephenin uygulanmadığı pencerelerde stor perde kullanıldığını, rüzgârdan fazla etkilenmediklerini belirtmişlerdir. Giydirme cephe sistemi eğimli olduğu için binanın bu kısmında güneş kontrolü sağlanamamaktadır. Kullanıcıların tamamı (27 kişi), giydirme cephe sisteminin eğimli olmasını görsel açıdan olumlu bulmakta ancak pencerelerin kullanımının zor ve tehlikeli olduğunu düşünmektedirler. Kullanıcılar (20 kişi) dışarıdan iç

mekânlara fazla miktarda gürültü gelmediğini ancak detaylandırma ve işçilik sorunlarından dolayı binanın katları arasında fazla miktarda ısı ve ses geçişi olduğunu belirtmişlerdir. Kullanıcılara dış hava koşullarından dolayı deformasyon olup olmadığı sorulduğunda 20 kişi olduğunu belirtmiş, 7 kişi olmadığını belirtmiştir. Gürültü kontrolü açısından yeterliliği sorulduğunda ise 20 kişi herhangi bir sorun olmadığını 7 kişi ise gürültüden rahatsız olduğunu belirtmiştir. Cephede yağışma durumuna ise, 21 kişi olmadığını 6 kişi olduğunu belirtmişlerdir. Giydirme cephenin tamamının cam olmasından duyulan rahatsızlık sorulduğunda 22 kişi rahatsız olduğunu, 6 kişi ise olmadığını belirtmişlerdir. Kullanıcıların tamamı (27 kişi) bina iç mekânlarının yeterli gün ışığı aldığını belirtmişlerdir (Şekil 4.3).





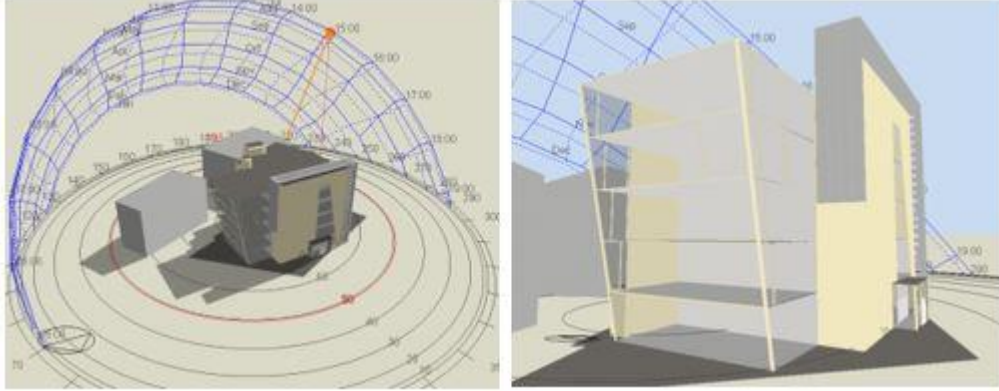
Şekil 4.3. Kullanıcıların durum değerlendirmeleri

Giydirme cephe sisteminin nasıl olması gerektiği konusunda sıralama ise,

1. Eğik açılı olmamalı
2. Parapet duvarlı cephe uygulaması yapılmalı,
3. Dışardan güneş kırıcı uygulamalı
4. Camlar koyu renkte olmalı,
5. Giydirme cephe uygulanmamalı olacak şekilde kullanıcıların çoğunluğu tarafından belirtilmiştir.

4.2. Binanın Mevcut Durumdaki Enerji Yükleri

Çalışmanın ikinci aşamasında, Antalya Makine Mühendisleri Odası Binası DesignBuilder simülasyon programı ile modellenmiş ve detaylandırılmıştır (Şekil 4.4).



Şekil 4.4. Bina model görünüşü

Bina modelleme aşamasında bodrum katın sadece dış duvarları modellenmiştir. Diğer katlarda giydirme cephe uygulamasının yapıldığı bölümler ise; zemin katta restoran, birinci katta sahne alanı, ikinci katta internet-teknik iletişim personeli odası ve kütüphane, üçüncü katta bekleme odası, basın-yayın odası, sekreter odası ve yönetim kurulu başkanı odası, dördüncü katta kayıt bölümü, eğitim kayıt bölümü, seminer salonu ve fuayedir.

Çalışma kapsamında ele alınan ofis binasının enerji modellemesi için ilk olarak yerleşim alanına ait konum ve bilgileri tanımlanmıştır. Antalya ili iklim verilerinin içeren “.epw” uzantılı dosyanın seçimi sayesinde konum ve iklim verileri otomatik olarak oluşturulmuştur. Mekân fonksiyonlarına göre kullanıcı yoğunluğu, kullanıcı özellikleri, metabolik ve termal özellikleri, tatiller ve ekipman bilgileri aşağıda yer almaktadır.

Bina şablonu: Açık ofis

Kullanıcı yoğunluğu: 0,0100 (people/m²)

Kişi metabolizması: 0,90 W/person

Program: Yapı hafta sonu kullanılmamaktadır. Hafta içi mesai saatleri 08.00-17.00 arasındadır.

Antalya Makine Mühendisleri Odası binasının giydirme cephe sisteminde kullanılan camın U değeri $2,4 \text{ W/m}^2\text{K}$ 'dir. Mevcut durumda binanın yıllık ısıtma yükü 184501 kWh, soğutma yükü ise 214999 kWh olarak hesaplanmıştır. Isıtma ve soğutma yüklerinin toplamı ise 399493 kWh değerindedir. Giydirme cephe bölümüne bakıldığında ise, binanın yıllık ısıtma yükü 20179 kWh, soğutma yükü ise 62801 kWh olarak hesaplanmıştır. Isıtma ve soğutma yüklerinin toplamı ise 82980 kWh değerindedir (Çizelge 4.1). Yapılan analiz sonucunda ısıtma ve soğutma yüklerinde farklılıklar görülmektedir. Akdeniz ikliminin yaşandığı Antalya ilinde soğutma yükü değerleri ısıtma yükü değerlerinden fazla çıkmaktadır.

Çizelge 4.1. Giydirme cephe sisteminde ısıtma ve soğutma yükleri

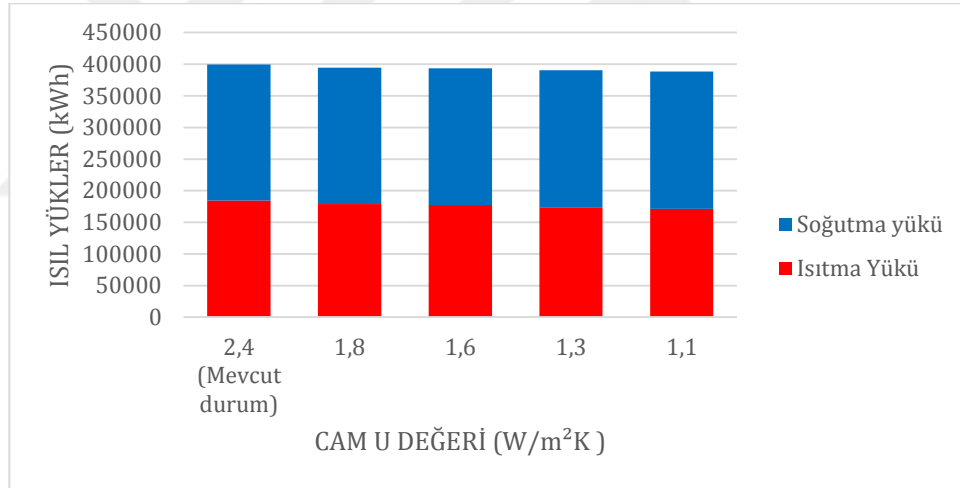
Cam türü	Isıtma Yükleri (kWh)	Soğutma yükleri (kWh)
Temperli cam (mevcut durum) (U değeri $2.4 \text{ W/m}^2\text{-K}$)	184501	214992
Temperli cam giydirme cephe bölümü (mevcut durum) (U değeri $2.4 \text{ W/m}^2\text{-K}$)	20179	62801

4.3. Binanın Isıl Performansını Arttırmak için İyileştirme Önerileri

4.3.1. Giydirme cephe sistemindeki mevcut camın yerine U değeri daha düşük olan cam uygulanması

Giydirme cephe sistemlerde kullanılan camların ısı iletkenliğinin (U değeri) ısıl konfora etkileri incelenmiştir. Antalya Makine Mühendisleri Odası binasının uygulandığı 2009 yılında yürürlükte olan TS 825 Binalarda Isı Yalıtım Kuralları Standardında pencere sistemleri için önerilen en yüksek U değeri $2,4 \text{ W/m}^2\text{K}$ idi. 2013 yılında yayınlanan revizyonla birlikte artık U değeri en fazla $1,8 \text{ W/m}^2\text{K}$ pencere sistemleri uygulanabilmektedir. Binanın mevcut durumunda cam çeşidi

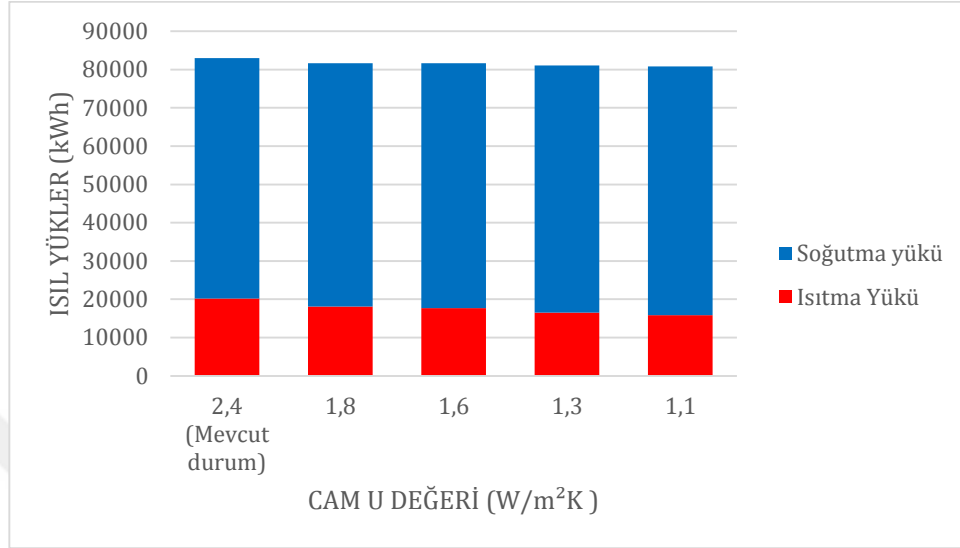
6-12-6 mm aralıklarla arasında argon gazı bulunan U değeri 2,4 W/m²K, mavi renk temperli cam ve dış cephede ise alüminyum doğrama tercih edilmiştir. Bu binanın ısı performansını arttırmak için mevcut camın yerine sırasıyla U değeri 1,8 W/m²K, 1,6 W/m²K, 1,3 W/m²K ve 1,1 W/m²K olan temperli camların uygulandığı modeller hazırlanmıştır. Aşağıdaki grafikte farklı U değerlerine göre elde edilen ısıtma ve soğutma yüklerinin mevcut durumla karşılaştırması görülmektedir (Şekil 4.5). Binanın en düşük yıllık ısıtma yükü 171457 kWh değeri ile U değeri 1,1 W/m²K olan temperli camda olmuştur. Bu öneri ile ısıtma yükünde mevcut duruma göre %7 oranında azalma sağlanmıştır. Soğutma yükü ise U değerinin azalması ile artış göstermiştir. Toplam ısıtma ve soğutma yükü 399493 kWh olan mevcut durumdaki yük ise, temperli camın U değeri 1,1 W/m²K iken %2,7 oranında azalma ile 388678 kWh değerine bu uygulama ile düşmüş olmaktadır.



Şekil 4.5. Camın farklı U değerlerine sahip temperli camın değiştirilmesiyle elde edilen ısıtma ve soğutma yüklerinin binanın mevcut durumla karşılaştırması

Giydirme cephe bölümü için ısıtma ve soğutma yüklerine bakıldığında ise, ısıtma yükü en fazla U değeri 1,1 W/m²K olan temperli camda %21,4 oranında 15845 kWh'ye düşerken, soğutma yükü U değerlerinin azalması ile artış göstermiştir. Toplam ısıtma ve soğutma yüklerine bakıldığında mevcut durumda 82980 kWh değerinde olan yüklerin toplamı ise, en düşük değer 1,1 W/m²K değerli temperli cam kullanılan öneride ile %2,6 azalma ile 80801 kWh değerinde olmaktadır.

Farklı U değerlerine göre elde edilen ısıtma ve soğutma yüklerinin giydirme cephe bölümündeki değeri ile mevcut durumdaki giydirme cephe bölümünün karşılaştırması aşağıdaki grafikte görülmektedir (Şekil 4.6).



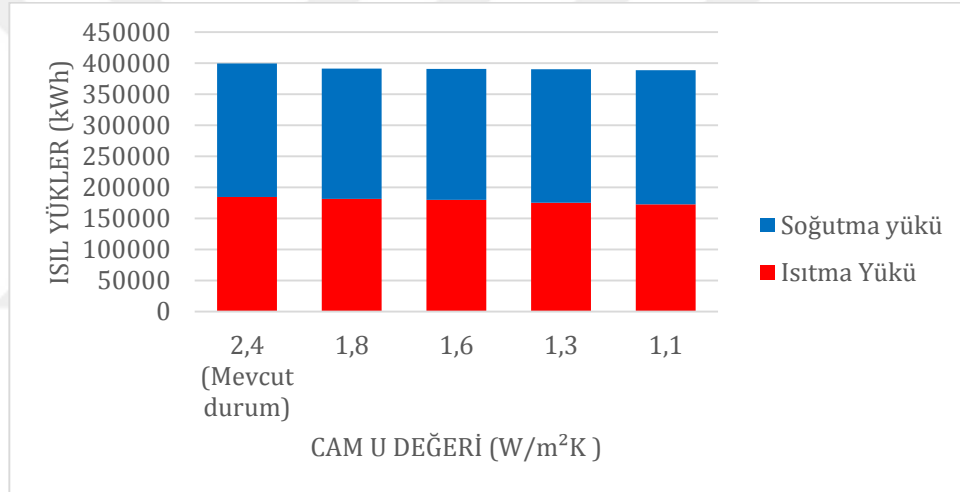
Şekil 4.6. Camın farklı U değerlerine sahip temperli camın değiştirilmesiyle elde edilen ısıtma ve soğutma yüklerinin binanın giydirme cephe bölümlerinde mevcut durumla karşılaştırması

Binanın ısı performansını arttırmak için mevcut cam yerine Low-e cam önerilmiştir. Low-e camın özellikleri aşağıda sıralanmıştır:

- Isı kontrolü ve enerji tasarrufu sağlar.
- Yakıt giderlerini azaltır.
- Şeffaflıktan ve doğal gün ışığından ödün vermez.
- Cam yüzeyinde oluşan buğulanmaları geciktirir.
- Güneş ısısından maksimum fayda sağlar.
- Pencere önlerinin kışın soğuk olmasını engeller.
- Eşyaların ve kumaşların renklerinin solmasına neden olan ultravyole (UV) ışınlarının geçişini %76 oranında engeller. Sıradan çift camlara kıyasla, Low-e cam kullanılarak üretilen cam için yapılacak harcama, kışın yakıttan sağlanılacak tasarruf ile 1-2 yılda geri dönmektedir (Şişecam düzcam, 2017).

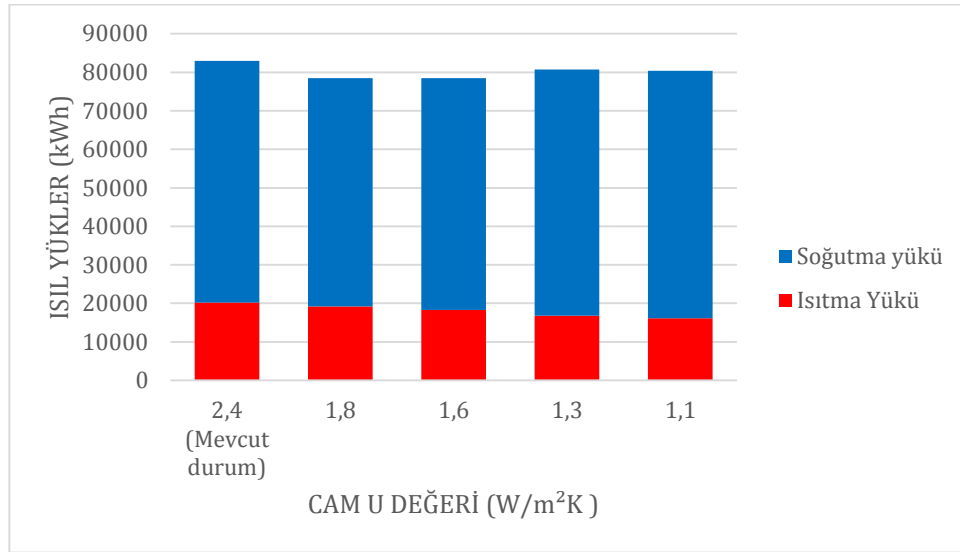
Binanın ısı performansını arttırmak için mevcut camın yerine sırasıyla U değeri 1,8 W/m²K, 1,6 W/m²K, 1,3 W/m²K ve 1,1 W/m²K olan Low-e camların

uygulandığı modeller hazırlanmıştır. Türkiye’de üretim yapan bir cam firmasının ürettiği ve enerji verimliliği açısından avantajlı özellikleri olan Low-e camlar incelenmiş ve U değerleri firmanın ürünlerine göre belirlenmiştir. Aşağıdaki grafikte farklı U değerlerine göre elde edilen ısıtma ve soğutma yüklerinin mevcut durumla karşılaştırması görülmektedir (Şekil 4.7). Binanın en düşük yıllık ısıtma yükü 172805 kWh değeri ile U değeri 1,1 W/m²K olan Low-e camda olmuştur. Bu öneri mevcut duruma göre %6,3 azalmayı sağlamıştır. Binanın en düşük yıllık soğutma yükü 209924 kWh değeri ile U değeri 1,8 W/m²K olan Low-e camda olmuştur. Bu öneri mevcut duruma göre %2,3 azalmayı sağlamıştır. Toplam enerji kullanımında en çok azalma %2,8 oranı ile Low-e camın U değerinin 1,1 W/m²K olduğu öneride olmuştur.



Şekil 4.7. Camın farklı U değerlerine sahip Low-e camlarla değiştirilmesiyle elde edilen ısıtma ve soğutma yüklerinin binanın mevcut durumla karşılaştırması

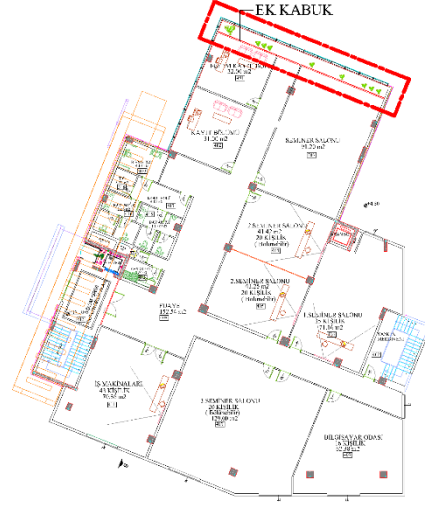
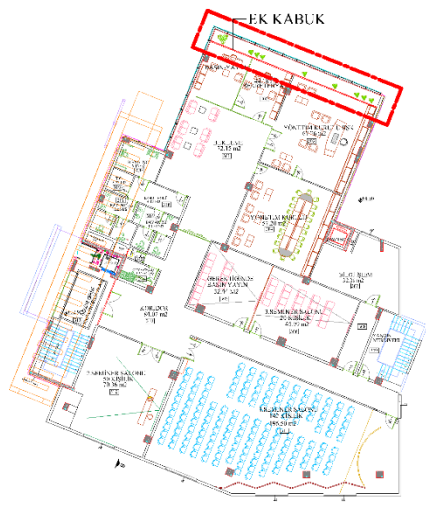
Giydirme cephe bölümü için ısıtma ve soğutma yüklerine bakıldığında ise, ısıtma yükünde en fazla azalmanın U değeri 1,1 W/m²K olan Low-e camda olmuştur. Bu modelde mevcut durumun ısıtma yükü %20,1 azalarak 16113 kWh’ye düşmüştür. Soğutma yükü en fazla U değeri 1,8 W/m²K olan Low-e camda %5,5 oranında azalma ile 59322 kWh değerine düşmüştür. Toplam ısıtma ve soğutma yükü U değeri 1,1 W/m²K olan Low-e camda en düşük değere ulaşmıştır. Bu öneri ile toplam ısıtma ve soğutma yükleri, %5,3 azalma ile 78517 kWh değerine düşmüştür (Şekil 4.8).



Şekil 4.8. Camın farklı U değerlerine sahip Low-e camlarla değiştirilmesiyle elde edilen ısıtma ve soğutma yüklerinin binanın giydirme cephe bölümlerinde mevcut durumla karşılaştırması

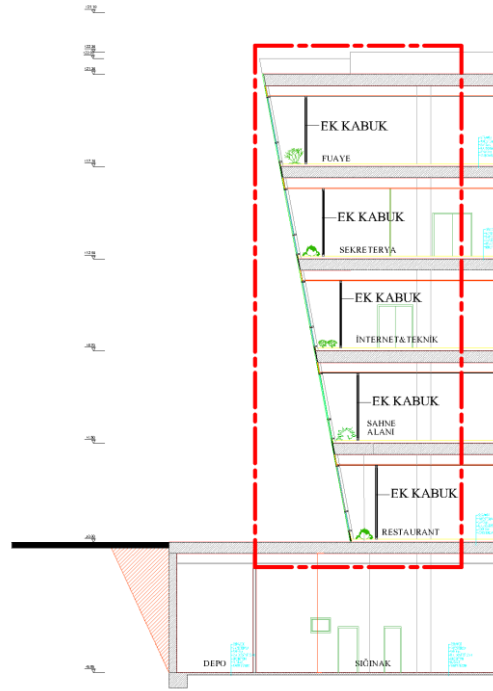
4.3.2. Giydirme cephe sisteminin iç kısmına ek kabuk uygulanması

Çalışmanın bu aşamasında, giydirme cephe sisteminin iç kısmında 1 m boşluk bırakıldıktan sonra cam ve alüminyum doğramadan oluşan ek kabuk uygulanmıştır. Uygulama cephenin iç yüzeyinden yapıldığı için, binanın dış görünüşünde değişiklik olmamaktadır. İki katman arasında kalan boşluğu yeşillendirerek bu alana görsellik kazandırmak mümkündür. Her katta, arada kalan boşluğa ulaşımı sağlayan kapılar bırakılmıştır. Ek kabuk, yapının enerji yüklerini düşürmenin yanı sıra katlar arasındaki ısı ve ses geçişini de azaltacaktır. Kabuğun dezavantajı iç mekândan cephe eğiminin algısını azaltmasıdır. Şekil 4.9'daki plan ve kesitte iç kısma eklenen kabuk görülmektedir. Ek kabuğun uygulandığı analizler üç farklı şekilde yapılmıştır. Öncelikle dış cephede hiçbir değişiklik yapmadan sadece iç mekâna ek kabuk uygulanmış olan modeller hazırlanmıştır. Bu aşamada mevcut duruma ek kabuk olarak U değeri 2,4 W/m²K, 1,8 W/m²K ve 1,1 W/m²K olan ek kabuk alternatiflerinin uygulandığı üç tane model hazırlanmış ve enerji analizleri yapılmıştır. Daha sonra, dış cephe camı U değerleri 1,8 W/m²K ve 1,1 W/m²K olan modellere U değeri 2,4 W/m²K, 1,8



d) 3. kat planında iç kısma eklenen kabuk

e) 4. kat panında iç kısma eklenen kabuk



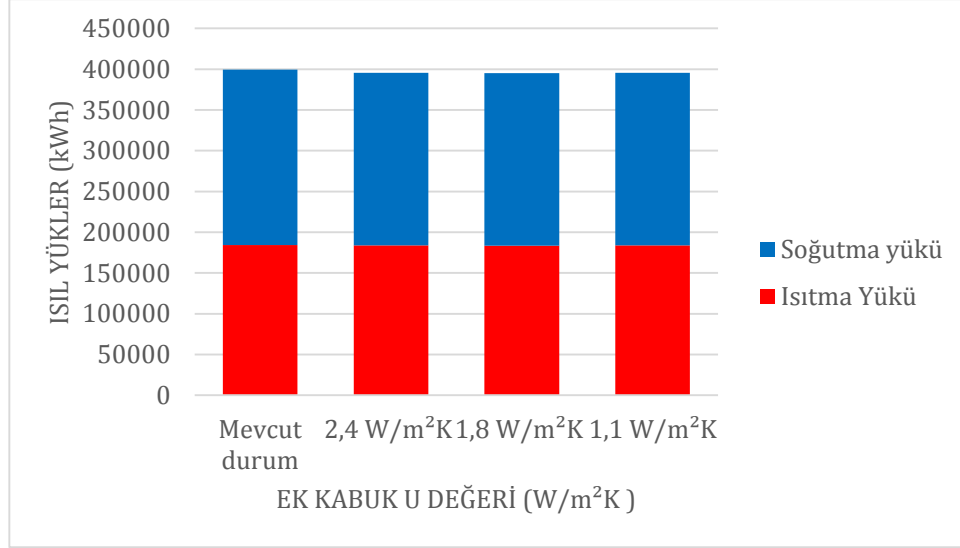
f) Bina kesitinde iç kısma eklenen kabuk

Şekil 4.9. Binaya ek kabuk ekleme

Ek kabuğun uygulandığı analizler üç farklı şekilde yapılmıştır.

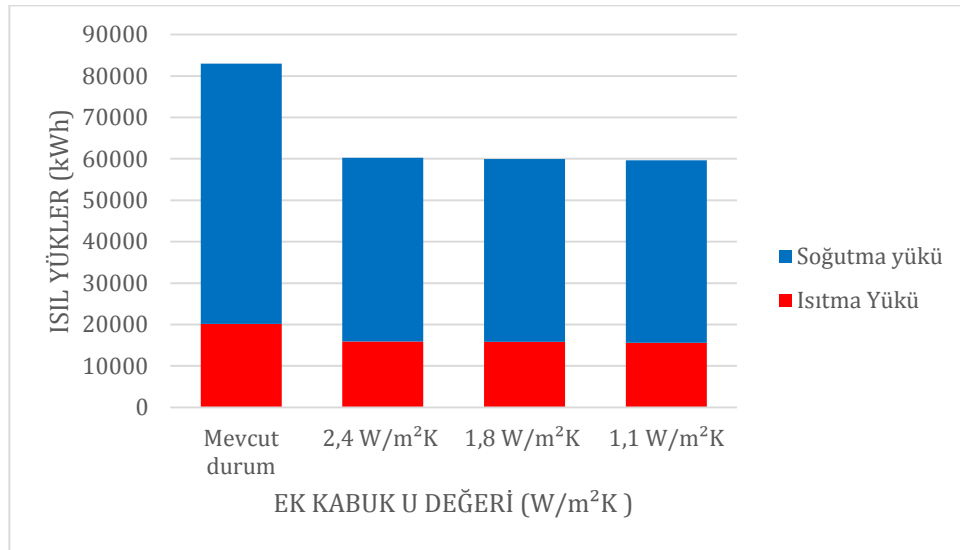
4.3.2.1. Mevcut giydirme cephe sisteminin iç kısmına ek kabuk uygulanması

Bu aşamada mevcut duruma ek kabuk olarak U değeri 2,4 W/m²K, 1,8 W/m²K ve 1,1 W/m²K olan çift cam alternatiflerinin uygulandığı üç tane model hazırlanmış ve enerji analizleri yapılmıştır. Şekil 4.10'da hazırlanan modellerin enerji yüklerinin mevcut duruma göre karşılaştırmalarını içeren grafik görölmektedir. Ek kabuk uygulaması ısıtma ve soğutma yüklerini azaltmaktadır. En düşük ısıtma yükü U değeri 1,8 W/m²K olan ek kabuk uygulamasında görölmüştür. Bu uygulama ile binanın yıllık ısıtma yükü %0,4 azalma ile 183643 kWh değerine düşmüştür. Soğutma yükünde en fazla azalma U değeri 1,1 W/m²K olan ek kabuk uygulamasında görölmüştür. Bu uygulama ile binanın soğutma yükü %1,5 azalma ile 211687 kWh değerine düşmüştür. Toplam ısıl yüklerin en düşük değeri, U değeri 1,8 W/m²K olan ek kabuk uygulamasında görölmüştür. Toplam ısıl yükler %1 oranında azalma ile 395351 kWh değerine düşmüştür.



Şekil 4.10. Mevcut duruma ek kabuk uygulamasının ısıtma- soğutma yükleri

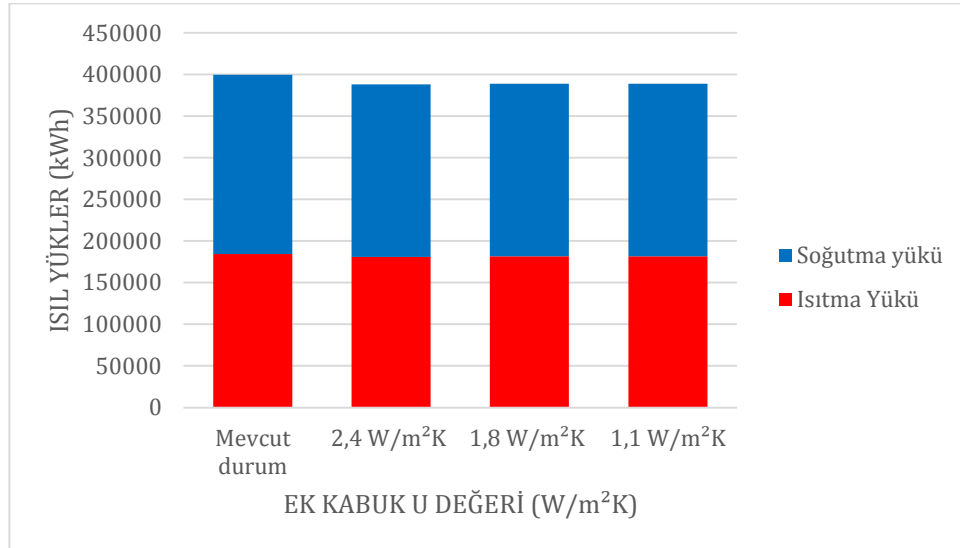
Mevcut duruma ek kabuk uygulaması, giydirme cephenin olduğu bölümlerin ısıll yüklerinin azalmasını sağlamıştır (Şekil 4.11). Giydirme cephenin uygulandığı bölümlerde en düşük ısıtma ve soğutma yükleri U değeri 1,1 W/m²K olan ek kabuğun uygulandığı öneride görülmüştür. Bu ek kabuk uygulamasında ısıtma yükü %22,5 azalma ile 15619 kWh değerine, soğutma yükü %29,9 azalma ile 43992 kWh değerine düşmüştür. Bu modelde toplam ısıll yükler %28,1 azalma ile 59611 kWh değerine düşmüştür.



Şekil 4.11. Mevcut duruma ek kabuk uygulamasının giydirme cephe bölümlerinde ısıtma- soğutma yükleri

4.3.2.2. U değeri 1,8 W/m²K Low-e cam uygulaması yapılan giydirme cephenin iç kısmına ek kabuk uygulanması

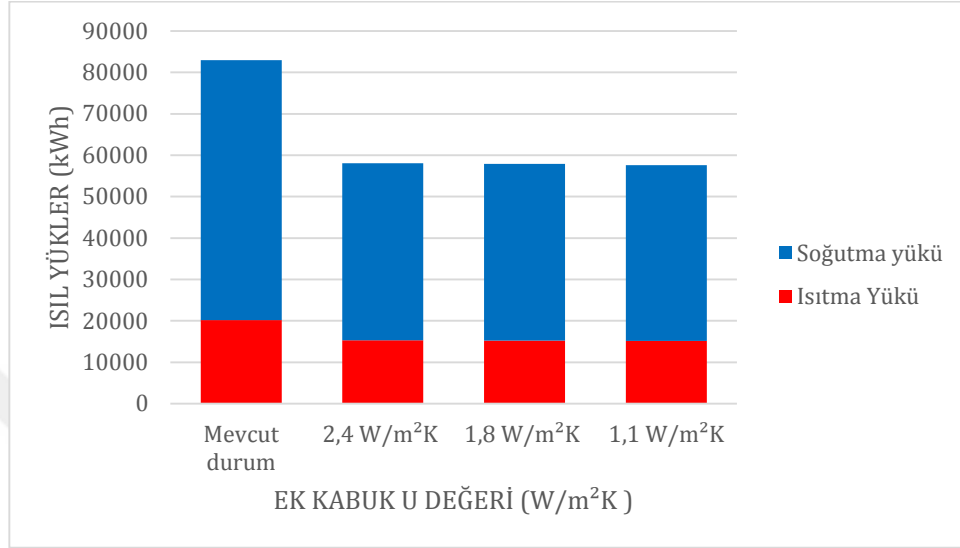
Dış cephedeki temperli camın yerine U değeri 1,8 W/m²K olan Low-e camın uygulandığı modelin iç kısmına ek kabuk uygulaması yapılmıştır. Bu aşamada da ek kabuk olarak U değeri 2,4 W/m²K, 1,8 W/m²K ve 1,1 W/m²K olan çift cam alternatiflerinin uygulandığı üç tane model hazırlanmış ve enerji analizleri yapılmıştır. Şekil 4.12’de hazırlanan modellerin enerji yüklerinin mevcut duruma göre karşılaştırmalarını içeren grafik görülmektedir. Mevcut duruma göre en düşük ısıtma yükü U değeri 2,4 W/m²K olan ek kabuk önerisinde görülmüştür. Isıtma yükü %1,9 azalma ile 180934 kWh değerine düşmüştür. En düşük soğutma yükü ise, U değeri 1,1 W/m²K olan ek kabuk önerisinde olmuştur. Soğutma yükü %3,6 azalma ile 207225 kWh değerine düşmüştür. En az toplam ısı yükleri, U değeri 2,4 W/m²K olan ek kabuk önerisinde elde edilmiştir. Bu modelde toplam ısı yükleri %2,8 oranında azalma ile 388195 kWh değerine düşmüştür.



Şekil 4.12. U değeri 1,8 W/m²K Low-e cama kabuk uygulamasında ısıtma-soğutma yükleri

Giydirme cephenin uygulandığı bölümlere bakıldığında ise, en düşük ısıtma ve soğutma yükü U değeri 1,1 W/m²K olan çift cam kabuk eklenen öneride

görülmüştür. Bu modelde ısıtma yükü %24,9 oranında azalma ile 15138 kWh, soğutma yükü ise %32,4 oranında azalma ile 42423 kWh değerine düşmüştür. Toplam ısıtma ve soğutma yükleri U değeri 1,1 W/m²K olan ek kabuk eklenen öneride %30,6 oranında azalma ile 57561 kWh değerine düşmüştür (Şekil 4.13).

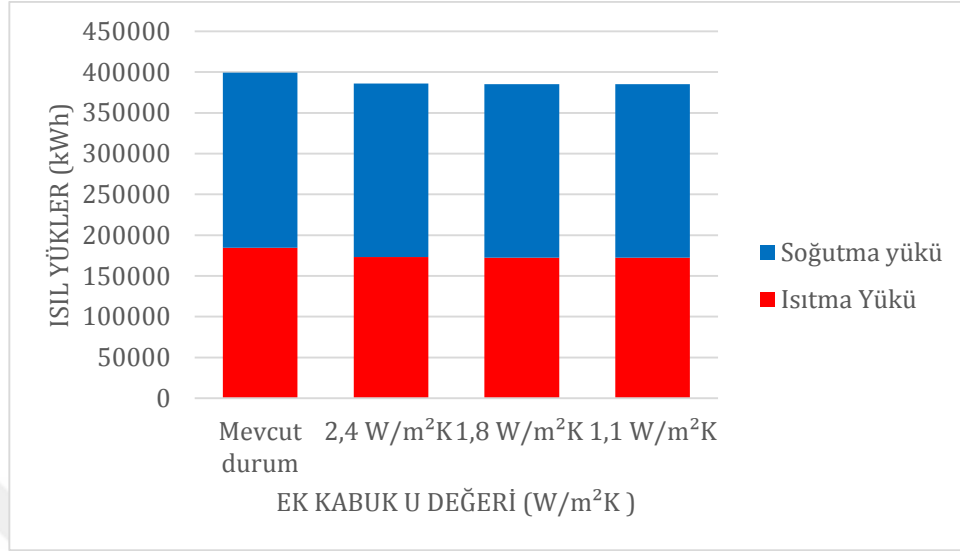


Şekil 4.13. U değeri 1,8 W/m²K Low-e cama kabuk uygulamasında giydirme cephe bölümünde ısıtma- soğutma yükleri

4.3.2.3. U değeri 1,1 W/m²K Low-e cam uygulaması yapılan giydirme cephenin iç kısmına ek kabuk uygulanması

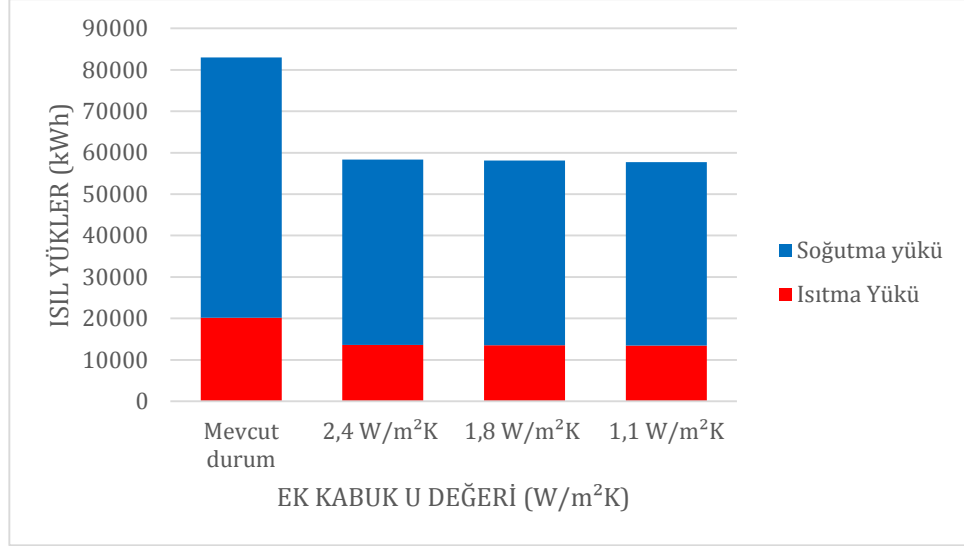
Dış cephedeki temperli camın yerine U değeri 1,1 W/m²K olan Low-e camın uygulandığı modelin iç kısmına ek kabuk uygulaması yapılmıştır. Bu aşamada da ek kabuk olarak U değeri 2,4 W/m²K, 1,8 W/m²K ve 1,1 W/m²K olan çift cam alternatiflerinin uygulandığı üç tane model hazırlanmış ve enerji analizleri yapılmıştır. Şekil 4.14'te hazırlanan modellerin enerji yüklerinin mevcut duruma göre karşılaştırmalarını içeren grafik görülmektedir. Mevcut duruma göre en düşük ısıtma enerjisi U değeri 1,8 W/m²K olan ek kabuk önerisinde olmuştur. Bu modelde ısıtma yükü %6,6 oranında azalma ile 172311 kWh değerine düşmüştür. En düşük soğutma yükü ise, U değeri 1,1 W/m²K olan ek kabuk önerisinde %1 azalma ile 212699 kWh değerindedir. Toplam ısıl yüklerde en düşük değer ise U değeri 1,8 W/m²K olan ek kabuğun eklendiği öneride olmuştur. Bu modelde toplam ısıl yükler %3,6 oranında azalma ile 385040 kWh değerine düşmüştür. U

değeri $1,1 \text{ W/m}^2\text{K}$ olan Low-e camda ek kabuk uygulamaları mevcut duruma göre ısı yüklerinin düşmesini sağlamıştır.



Şekil 4.14. U değeri $1,1 \text{ W/m}^2\text{K}$ Low-e cama kabuk uygulamasında ısıtma-soğutma yükleri

Giydirme cephenin uygulandığı bölümlerinde ise, en düşük ısıtma ve soğutma yükü U değeri $1,1 \text{ W/m}^2\text{K}$ olan ek kabuğun eklendiği modelde görülmüştür. Isıtma yükü %33,2 oranında azalma ile 13469 kWh değerine, soğutma yükü %29,4 oranında azalma ile 208240 kWh değerine düşmüştür. En düşük toplam ısı yükü, U değeri $1,1 \text{ W/m}^2\text{K}$ olan ek kabuk önerisinde olmuştur. Bu modelde toplam ısı yükleri %30,3 oranında azalma ile 342930 kWh değerine düşmüştür (Şekil 4.15).



Şekil 4.15. U değeri 1,1 W/m²K Low-e cama kabuk uygulamasında giydirme cephe bölümlerinde ısıtma- soğutma yükleri

5. SONUÇ VE ÖNERİLER

Binalarda konfor koşullarının sağlanması için kullanılan enerji miktarının giderek artması istenilen performansı sağlamayan binaların enerji etkin hale getirilmesini gerekli hale getirmiştir (Karaca, 2011). Binalarda tüketilen enerjinin büyük bir kısmı kullanıcıların iklimsel konforunu sağlamak üzere mekânların ısıtılması, soğutulması ve havalandırılması için harcanmaktadır. Bu bağlamda binalarda enerji verimliliğini ve etkinliğini sağlamak için büyük ölçüde iç ve dış ortam arasındaki ısı transferini azaltmak, ısı kazanımını optimize etmek ve aynı zamanda ısıtma, soğutma ve havalandırma açısından iç ortam konfor ihtiyaçlarını optimum enerji kullanarak karşılamak gerekmektedir (Yarkın, 2017). Çalışanların yaşamlarının büyük bir bölümünün ofis binalarında geçmesi ofis binalarında sağlıklı konforlu koşulların sağlanmasını zorunlu kılmaktadır. Bu açıdan bu çalışmada, enerji tüketiminde önemli bir yer tutan ofis binalarının enerji etkin olarak yenilenmesi konusu ele alınmıştır. Çalışmada, ele alınan mevcut bir ofis binası örneğinin enerji performansının saptanması ve enerji etkin olarak yenilenmesi için öneriler geliştirilmesi hedeflenmiş ve binada önemli miktarda enerji tüketimine sebep olan ısıtma ve soğutma enerjisi harcamalarını azaltmak amaçlanmıştır.

Yapılan çalışmaya göre Akdeniz ikliminin yaşandığı Antalya ilinde bulunan kuzey- doğu –güney cephelerinin belirli kısmı giydirme cephe sistemine sahip olan ofis binasının soğutma yükleri ısıtma yüklerinden fazladır.

Isıtma ve soğutma için klima yani elektrik enerjisinin kullanıldığı binanın giydirme cephe sisteminde temperli cam kullanılmıştır. Bina DesignBuilder programı ile modellenmiştir. Yapılan araştırmada önce temperli cam yerine U değeri 1,8 W/m²K, 1,6 W/m²K ve 1,3 W/m²K ve 1,1 W/m²K olan temperli cam ve Low-e camların uygulandığı modellerin enerji analizleri yapılmış ve ısıtma ve soğutma yüklerinin mevcut duruma göre azaldığı görülmüştür. Binanın toplam ısıtma ve soğutma yükü U değeri 1,1 W/m²K olan Low-e camın kullanıldığı modelde en düşük değere ulaşmıştır. Bu öneri ile yapının toplam ısıtma ve soğutma yükleri %2,8 oranında azalmıştır.

Çalışmanın ikinci aşamasında, önce dışarıdaki cam orijinal haliyle bırakılarak iç mekâna U değeri 2,4 W/m²K, 1,8 W/m²K ve 1,1 W/m²K ikinci cam katmanların eklendiği modeller hazırlanarak enerji analizleri yapılmıştır. Daha sonra, dışarıdaki camın yerine U değeri 1,8 W/m²K ve 1,1 W/m²K olan Low-e camların uygulandığı modellerin iç kısmına sırasıyla U değeri 2,4 W/m²K, 1,8 W/m²K ve 1,1 W/m²K olan ikinci cam katmanların eklendiği modeller hazırlanmış ve her modelin ısıtma ve soğutma yükleri hesaplanmıştır. Ek kabuk, hem temperli camın olduğu mevcut duruma hem de U değeri 1,8 W/m²K ve 1,1 W/m²K olan Low-e camlı modellere eklendiğinde ısıtma ve soğutma yüklerinde mevcut duruma göre azalma gözlenmiştir. En düşük ısıtma ve soğutma yükleri binanın tamamına bakıldığında U değeri 1,1 W/m²K olan Low-e camın iç kısmına U değeri 1,8 W/m²K olan ek kabuk eklenen modelde %2,6 oranında azalma elde edilmiştir. Giydirme cephenin uygulandığı bölümde toplam enerji yüklerindeki azalma ise, U değeri 1,8 W/m²K olan Low-e camın iç kısmına U değeri 1,1 W/m²K olan ek kabuk eklenen modelde %30,6 oranında olmuştur. Giydirme cephe alanı bina cephesinin %27'sini oluşturduğu için iyileştirme giydirme cephenin bulunduğu bölümde daha etkili olmuştur. Yapılan çalışmada ek kabuğun giydirme cephedeki camın değişimine göre daha etkili olduğu görülmüştür. Mevcut durumda eğimli olan cam yüzeye perde uygulanamamaktadır. İçeriye ek kabuk eklendiği takdirde perde uygulamak ve böylece güneş kontrolü sağlayarak yaz aylarında ısı kazancını azaltmak dolayısıyla soğutma yüklerini daha fazla düşürmek mümkündür. Ek kabuk ile aynı zamanda iç mekânda katlar arasında yaşanan ısı ve gürültü geçişine önlem alınmıştır.

Bu araştırma, giydirme cephede kullanılan camın özelliklerinin ve ikinci cam kabuğun yapının ısı performansını etkilediğini ve bu etkinin kullanılan camın özelliğine göre değiştiğini göstermektedir. Mevcut bir binayı, sonradan yapılacak müdahalelerle ısıtma ve soğutma yüklerin açısından istenilen hale getirmek yüksek maliyetli olacağından, binayı daha tasarım aşamasında enerji etkin olarak düzenlemek çok daha avantajlı olacaktır. Bu çalışma giydirme cephe sistemine sahip binaların tasarım aşamasında malzeme seçimi için mimarlara ve uygulama firmalarına yardımcı olacak niteliktedir.



KAYNAKLAR

- Ademci, K., Tuba, 2000. Alüminyum Giydirmeye Cephelerde Su ve Nem Problemleri. İ.T.Ü., Fen Bilimler Enstitüsü, Yüksek Lisans Tezi, 138s, İstanbul.
- Akyürek, Y., 1991. Giydirmeye Cepheler ve Cam Seçimi. Giydirmeye Cephe Sempozyumu 28 Nisan 1991, Y.E.M., İstanbul
- Akyürek, Y., 1997. Gürültü ve Cam. İzolasyon Dünyası Dergisi, 6, 28-32.
- Akyürek, Y., Pekışık, G., 2001. Cam Kaplamaları ile Isıtma ve Soğutma Enerjisi Kazançları. II. Çevre ve Enerji Kongresi, 15-17 Kasım, İstanbul, 125-234.
- Alakavuk, E., 2009. İzmir İlinde Uygulanacak Olan Çift Tabakalı Akıllı Giydirmeye Cephelerin Cephe Tabakaları Arasında Boşluk Boyutlandırılması. Journal of Yaşar University, 4-16, 2729-2744.
- Alakavuk, E., 2010. Sıcak İklim Bölgelerinde Çift Kabuk Cam Cephe Sistemlerinin Tasarımı İçin Kullanılabilecek Bir Yaklaşım. Dokuz Eylül Üniversitesi, Fen Bilimleri Enstitüsü, Doktora Tezi, 217s, İzmir.
- Allen, E., 1985, "Fundamentals of Building Construction Materials and Methods", John Wiley & Sons Ltd., 1024p, ABD.
- Alpur, İ., 2009. Cam Giydirmeye Cephe Sistemlerinin Bileşenler Yönünden Karşılaştırılması. İ.T.Ü., Fen Bilimleri Enstitüsü, Yüksek Lisans Tezi, 69s, İstanbul.
- Altın, M., 2006. Binaların Enerji İhtiyaçlarının Fotovoltaik (PV) Bileşenli Cepheler ile Azaltılması. 3.Ulusal Çatı&Cephe Kaplamalarında Çağdaş Malzeme ve Teknolojiler Sempozyumu, 17-18 Ekim, İzmir.
- Altınkaya, T., 2004. Camın Yapısal Kullanımının Tarihsel Gelişimi Güncel Olanaklar ve Uygulama Örneklerinin İncelenmesi. M.S.Ü., Fen Bilimleri Enstitüsü, Yüksek Lisans Tezi, 313s, İstanbul.
- Alumil Curtain Wall Catalog, 2011.
- Anonim, 2008. TS 825 Binalarda Isı Yalıtım Kuralları Yönetmeliği. Bayındırlık ve İskân Bakanlığı, 13s, Ankara.
- Arasteh, D., 1995. Advances in Window Technology: 1973-1993, Book Chapter in Advances in Solar Energy, An Annual Review of Research and Development, Edited by Karl W. Böer, American Solar Energy Society, Inc., 9, 630p, Boulder CO.
- Arkiv, 2018. Erişim Tarihi:26.05.2018.
<http://v2.arkiv.com.tr/i/photo/project/4010.jpg>

- Arkiv, 2018. Erişim Tarihi:26.05.2018. <http://www.arkiv.com.tr/proje/sabanci-center/6512>
- Arslantatar, A., H., 2006. Metal Çerçevesi Giydirmeye Cephelerin Enerji Etkinliği Açısından İncelenmesi. Gebze Yüksek Teknoloji Enstitüsü Mühendislik ve Fen Bilimleri Enstitüsü, Yüksek Lisans Tezi, 85s, Gebze.
- Atalay, B., 2006. Alüminyum Giydirmeye Cephe Sistem Seçiminde Uygulama Öncesi Süreç Analizi. İstanbul Teknik Üniversitesi, Fen Bilimleri Enstitüsü, Yüksek Lisans Tezi, 68s, İstanbul.
- Atmaca, U., 2013. TS 825 Binalarda Isı Yalıtım Kuralları Standardındaki Güncellemeler. Tesisat Mühendisliği, 154, Temmuz-Ağustos 2016, 24s.
- Ayçam, İ., Utkuğu, G. S., 1999. Farklı Malzemelerle Üretilen Pencere Tiplerinin Isıl Performanslarının İncelenmesi ve Enerji Etkin Pencere Seçimi. IV. Ulusal Tesisat Müh. Kongresi., İzmir, 61-73.
- Ayçam, İ., 2011. Enerji Etkin Ofis Binalarında Gelişmiş Cephe Sistemlerinin İncelenmesi. X. Ulusal Tesisat Mühendisliği Kongresi, 13-16 Nisan, İzmir, 1593-1609.
- Aydın, Ö., Lakot, Alemdağ, E., 2011. Hastanelerde Giydirmeye Cephe Sistemlerinin Konfor Koşullarına Etkisi. X. Ulusal Tesisat Mühendisliği Kongresi, 13-16 Nisan, İzmir, 55-67.
- Aygün, M., 1992. Rüzgâr Basıncı Etkisindeki Giydirmeye Cephe Camlarının Dayanım ve Kırılma Noktası Olasılığı İlişkileri Yönünden Değerlendirilmesi. İ.T.Ü. Mimarlık Fakültesi, Yüksek Binalar II. Ulusal Sempozyumu, İstanbul, 365-369.
- Aygün, M., 1995, "Evaluation of Alternative Curtain Wall Systems" Bina Yapımında Güncel Yaklaşımlar Sempozyumu, Mimar Sinan Üniversitesi Mimarlık Bölümü ve Türkiye Bilişim Derneği, İstanbul
- Aygün, M., 1996, "Giydirmeye Cephelerde Sistem Seçimi", İ.T.Ü. Araştırma Fonu, İstanbul
- Aygün, M., İlhan, Y., 2005, "Sürekli ve Noktasal Bağlantılı Cam Giydirmeye Cephe Sistemlerinin İncelenmesi", 25-25 Mart 2005 Çatı Cephe Fuarı-CNR, İstanbul
- Bacanlı, Ü. G.; Saf, B., 2005. Kuraklık Belirleme Yöntemlerinin Antalya İli Örneğinde İncelenmesi. Antalya Yöresinin İnşaat Mühendisliği Sorunları Sempozyumu, 22-25 Eylül, Antalya.
- Baimuratov, D., 2012. Metal Çerçevesi Giydirmeye Cephelerin Sürdürülebilirlik Açısından İncelenmesi. Mimar Sinan Üniversitesi, Fen Bilimleri Enstitüsü, Yüksek Lisans Tezi, 198s, İstanbul.

- Başarır, B., 2013. Binalarda Cephe Yenileme Gereksinimleri ve Çözüm Teknikleri. Mimar Sinan Üniversitesi, Fen Bilimleri Enstitüsü, Yüksek Lisans Tezi, 219s, İstanbul.
- Başarır, B., ve Şahin Diri B., 2014, Bina Cephelerinin Yenilenmesinde Kullanılan Stratejiler. 7. Ulusal Çatı & Cephe Sempozyumu, 3- 4 Nisan, Yıldız Teknik Üniversitesi Beşiktaş - İstanbul.
- Becerik, B., 2001. Mimarlıkta Estetik Olgusu ve Değerlendirilmesi. İ.T.Ü., Fen Bilimleri Enstitüsü, Yüksek Lisans Tezi, 116s, İstanbul.
- Beggs, C., 2002. Butterworth Heinemann, Energy Management Suply and Conservation, 123.
- Bostancıoğlu, E., Soyyiğit, S., 2012. Giydirme Cepheli Büro Binalarında Cam Seçimi. 6.Ulusal Çatı&Cephe Sempozyumu, 12-13 Nisan, Uludağ Üniversitesi Mimarlık Mühendislik Fakültesi, Bursa
- Boyes, A., Henderson, K., Krejciak, A., ve Sibbold, B., 2004, "Telus William Farnel Building", Vancouver BC, School of Architecture Cambridge, Ontario, Canada
- Can, A., 1998. "Yapılarda Isı Yalıtımı ve Türkiye de Enerji İhtiyacının Azaltılması Yönünden Önemi", TMMOB Makine Mühendisleri Odası Tesisat Mühendisliği Dergisi, 49
- Cephesistemleri, 2016. Erişim Tarihi:02.05.2016. <http://www.cephesistemleri.co/yatay-dusey-kapakli-giydirme-cephe-sistemi/>
- Compagno, A., 2002, "Intelligent Glass Facades: Material, Practice, Design", Birkhauser, Basel, 160p.
- Çetiner, İ., 2002. Çift Kabuk Cam Cephelerin Enerji ve Ekonomik Etkinliğinin Değerlendirilmesinde Kullanılabilecek Bir Yaklaşım. İstanbul Teknik Üniversitesi, Fen Bilimleri Enstitüsü, Doktora Tezi, 149s, İstanbul.
- Dağsöz, A. K., Işıkel, K., Bayraktar, K. G. 1999. Yapılarda Sıcak Etkisinin Getirdiği Problemlerin Isı Yalıtımı ile Çözümü ve Enerji Tasarrufu, IV. Ulusal Tesisat Mühendisliği Kongresi ve Sergisi, 329-339.
- Dascalaki E., and Santamouris, M., 2002: On the potential of retrofitting scenarios for offices, Building and Environment, Vol. 37, Pergamon, p.557 - 567.
- DesignBuilder Software, 2017. Erişim Tarihi: 19.07.2017. <http://www.designbuilder.co.uk>

- Doğruel, N., 2010. Binalarda Cephe Kaplamalarının Isı yalıtımına Etkisi. Trakya Üniversitesi, Fen Bilimleri Enstitüsü, Yüksek Lisans Tezi, 62s, Edirne.
- Dombaycı, Ö. A., 2009, “Türkiye’nin En Sıcak İklim Bölgesindeki Kentleri İçin Aylık Soğutma Derece – Gün Sayılarının Belirlenmesi”, Sigma Mühendislik ve Fen Bilimleri Dergisi, 27, 218-218s.
- Ebbert, T., 2010. Re-Face:Refurbishment Strategies for the Technical Improvement of Office Façades. Delft University of Technology, Building Technology Department, PHD Thesis, 409p, Duitland.
- EIE, 2017. Erişim Tarihi: 16.03.2017
<http://www.eie.gov.tr/MyCalculator/Default.aspx>
- EIE, 2017. Erişim Tarihi: 16.03.2017
<http://www.eie.gov.tr/MyCalculator/Default.aspx>
- EIE, 2017. Erişim Tarihi: 16.03.2017
<http://www.eie.gov.tr/MyCalculator/pages/7.aspx>
- Eskin, N., 2009. Konut Dışı Binaların Yıllık Enerji İhtiyaçlarının İncelenmesi. IX. Ulusal Tesisat Mühendisliği Kongresi, 6/9 Mayıs, İzmir, 467-473.
- Eriç, M., 2010. Yapı Fiziği ve Malzemesi, Literatür Yayıncılık, 367s.
- Erturan, B., 2014. Bina Cephelerinin Yenilemesine Karar Vermek İçin Kullanılabilecek Bir Değerlendirme Modeli. Mimar Sinan Üniversitesi, Fen Bilimleri Enstitüsü, Doktora Tezi, 275s, İstanbul.
- Eşsiz, Ö., 1997. İleri Teknoloji Yapıları ve Uygulama Örneklerinin İncelenmesi. Mimar Sinan Üniversitesi, Fen Bilimleri Enstitüsü, Yüksek Lisans Tezi, 219s, İstanbul.
- Eşsiz, Ö., 2004, “Cam Yapıları Işılatıyor”, İnşaat Dünyası 2
- Eşsiz, Ö., 2004, “Teknolojinin Cam Panellerine Getirdiği Yenilikler”, MSÜ Mimarlık Fakültesi, Yapı Bilgisi Bilim Dalı
- Eşsiz, Ö., Özgen, A., 2004, “Büro Yapılarında Enerji Tüketimini Azaltan Çift Kabuklu Cam Cephe Sistemler”, Yapı Dergisi, 276, İstanbul
- Fanger, P. O., 1970. Thermal Comfort Analysis and Applications in Environmental Engineering. McGraw-Hill, 244p.
- Givoni, B., 1969. Man, Climate, Architecture. Elsevier Co, London, 377p.
- Gnssolar, 2017. Erişim Tarihi: 15.03.2017.
http://www.gnssolar.com/list/list.asp?ktgr_id=408

- Gregg D. Ander, FAIA, 2016. Southern California Edison, <http://wbdg.org/resources/windows-and-glazing>.
- Gorse, C., Highfield D, 2009. Refurbishment and Upgrading of Buildings 2nd ed. Spon Press, New York, 55-103.
- Gönüllü, M., T., ve Varınca, K., B., 2006. Türkiye’de Güneş Enerjisi Potansiyeli ve Bu Potansiyelin Kullanım Derecesi, Yöntemi ve Yaygınlığı Üzerine Bir Araştırma. I. Ulusal Güneş ve Hidrojen Enerjisi Kongresi, Eskişehir, 21-23 Haziran, 270-275.
- Gür, V., 2001. Hafif Giydirmeye Cephe Sistemlerinin Analiz ve Değerlendirilmesi İçin Bir Model. İ.T.Ü., Fen Bilimleri Enstitüsü, Yüksek Lisans Tezi, 118s, İstanbul.
- Gür, N. V., 2007. Mimaride Sürdürülebilirlik Kapsamında Değişken Yapı Kabukları İçin Bir Tasarım Destek Sistemi. İstanbul Teknik Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü, Doktora Tezi, 201s, İstanbul.
- Güreren, H., 2005. Isı Yalıtımı ve Düz Cam. III. Yenilenebilir Enerji Kaynakları Sempozyumu, 19-21 Ekim, Mersin
- Güvenli, Ö., 2006. Tarihsel Süreç İçerisinde Malzeme Cephe İlişkisi ve Giydirmeye Cepheler. Yıldız Teknik Üniversitesi, Fen Bilimleri Enstitüsü, Yüksek Lisans Tezi, 83s, İstanbul.
- Hasol, D., 2010. Ansiklopedik Mimarlık Sözlüğü, Yapı- Endüstri Merkezi, İstanbul, 520s.
- Harrison, K., Boake, T. M., 2003. The Tectonics of The Environmental Skin. University of Waterloo, School Of Architecture, Canada, 1-13.
- Holmes, M., 2009. Internal Wall Insulation. Home Building and Renovating, Mayıs 2009, <http://www.homebuilding.co.uk/advice/key-choices/structural/internal-wall-insulation>
- http://www.canadianarchitect.com/asf/enclosure_durability/durability_implications/durability_implications.ht
- http://www.altensis.com/wp-content/uploads/2012/01/BASF_A55_Leaflet.pdf
- http://www.energyefficiency.basf.com/ecp1/EnergyEfficiency/en/function/conversions:/publish/content/show_houses/PDFs/121206_Reference_Dilovasi_Turkey_EN_FINAL.pdf
- İnşaat Magazine Dergisi, 1998. Camlar ve Fiziksel Özellikleri: Yapı Kabuğu. 56-59.

İnşaat ve Malzeme Dergisi, 2000. Gölge Kutusunda Püf Noktaları. 152, 68-72.

Intercongreen, 2017. Erişim Tarihi: 05.01.2017
<http://intercongreen.com/2010/05/04/green-buildings-the-cambridge-public-library/>

Kalmaz, A., 2001. Metal Çerçevesi Giydirmeye Cephelerde Granit ve Uygulama Sistemleri. Y.T.Ü., Fen Bilimleri Enstitüsü, Yüksek Lisans Tezi, 104s, İstanbul.

Karabiber, Z., 2000. Gürültü Kirliliği ve Gürültü Kontrol Yönetmeliği. İzolasyon Dünyası Dergisi, 25, 34-45.

Karaca, Ö., 2011. İstanbul'da Mevcut Bir Büro Yapısının Enerji Etkin Yenilemesi. İstanbul Teknik Üniversitesi, Fen Bilimleri Enstitüsü, Yüksek Lisans Tezi, 121s, İstanbul.

Karaca, H., 2007. Yapılarda Duvar Yalıtımında Isı Kayıplarının Ölçme ve Değerlendirme Yöntemleri. Sakarya Üniversitesi, Yapı Eğitimi Bölümü, Yüksek Lisans Tezi, 98s, Sakarya.

Karagöz, N., 2004. Konutlarda Çift Duvar Arası Isı Yalıtım Uygulamalarının İncelenmesi. Uludağ Üniversitesi, Fen Bilimleri Enstitüsü, Yüksek Lisans Tezi, 164s, Bursa.

Knaack, U., 1998, Konsructive Glasbau, Verlagsgesellchaft Rudolf Müller, Köln

Knaack, U., 2007. Façades- Principles of Construction. Birkhauser Verlag AG, Basel, Boston, Berlin, Germany, 135p.

Kocagül, M., 2013. Isı Yalıtımında İdeal Yalıtım Malzemesi Kullanılmasının Deneysel Araştırılması. Fırat Üniversitesi, Fen Bilimleri Enstitüsü, 90s, Elâzığ.

Mağgönül, G., 1993. İşlenmiş Camlar, Sempozyum Bildirileri, Yapı Temelden Çatıya Cam ve Cam Kökenli Malzeme türleri ve Uygulama Örnekleri. YEM

Mağgönül, G., 1999. Giydirmeye Cephe Camları. Cephe Sistemleri ve Cephe Kaplamaları Sempozyumu Bildirileri, Yapı Endüstri Merkezi, 61-84.

Makepeace, C., 2004. Glass and Metal Curtain Walls, Best Practice Guide Building Technology. Canada Mortgage and Housing Corporation (CMHC), Ottawa, Canada, 257p.

Manioğlu, G. ve Yılmaz, Z., 2002. Bina Kabuğu ve Isıtma Sistemi İşletme Biçiminin Ekonomik Analizi. İTÜ Dergisi A, Mimarlık, Planlama, Tasarım, 1-1, 21-29, İstanbul.

Meteoroloji Genel Müdürlüğü Erişim Tarihi:02.04.2018.
<https://www.mgm.gov.tr/> adresinden erişilmiştir.

Nilsson, P.E., Aronsson, S., and Jagemar, L. 1994: Energy efficient retrofitting of office buildings, Energy and Buildings, Elsevier, Vol. 21, 175-185

Oesterle, L., Lutz, H., 2011. Double Skin Façades, Integrated Planning, Prestel Verlag, 208p, Munich- London- New York

Oktuğ, Y., 1991. Yüksek Yapılarda Alüminyum Cephe Doğrama Cephe Sistemleri. Ege Mimarlık 29, 25-26.

Öke, A., 1999. Binalarda Cephe Tasarımı Üzerine. Cephe Sistemleri ve Cephe Kaplamaları Sempozyum Bildirileri Yapı Endüstri Merkezi, 8-10

Örkmez, A., S., 2012. Çift Kabuk Cephe Sistemlerinde Isıl Konforun Değerlendirilmesi. İstanbul Teknik Üniversitesi, Yüksek Lisans Tezi, Fen Bilimleri Enstitüsü, 153s, İstanbul

Örkmez, A.S., Çetiner, İ., 2012. Çift Kabuk Cephe Sistemlerinin İç Mekân Isıl Konforuna Etkisi. 6. Ulusal Çatı ve Cephe Sempozyumu, 12-13 Nisan, Uludağ Üniversitesi Mimarlık Mühendislik Fakültesi, Bursa

Özgen, A., Altinkaya, T., 2004. Camın Kullanımının Tarihsel Gelişimi, Güncel Olanaklar ve Uygulama Örneklerinin İncelenmesi.

Özkan, E., vd. 1997. Mevcut Konutların Rehabilitasyonunda Yapı Kabuğunun Enerji Etkin Yenilenerek Geliştirilmesi. TÜBİTAK Araştırma Projesi, TOKİ 223

Poirazis, H., 2004. Double Skin Façades for Office Buildings- Literature Review. Division of Energy and Building Design, Department of Construction and Architecture, Lund Institute of Technology, Lund University, Report EBD-R-04/3, 192p.

Ritchei, 1998, Constructing with Glass Stahlbau, Germany, 67-4, 225-230.

Remøy, H.T. ve Wilkinson S. J., 2012. Office Building Conversion And Sustainable Adaptation: A Comparative Study. Property Management, Vol. 30 No. 3, Emerald Group Publishing Limited, 218-231

Roberts, S., Guariento, N., 2009. Building Integrated Photovoltaics-a Handbook. Birkhauser, 178p,

Schaal,R., 1961, Vorhangwände, Verlag Georg D. W. Callwey, s:14, München, 248p

Schollglas, 2006, Für Die Zukunft Gerüstet, Sanierung Der BMW-Zentrale Mit Sonnenschutzisolierverglaung Von Schollglas. Glasforum 12/2006, 2-4

http://www.schollglas.com/statik/PRESSE+REFERENZEN/332/download/BMW_glasforum %2012-2006.pdf

- Sert, F., 2007. Mimaride İyileştirme ve Yeniden Düzenleme İlkelerinin Tartışılması: Çanakkale Onsekiz Mart Üniversitesi Dardanos Yerleşkesi Örneği. Yıldız Teknik Üniversitesi, Fen Bilimleri Enstitüsü, Yüksek Lisans Tezi, 196s, 2007
- Sezer, Ş. F., 2003. Giydirmeye Cephe Sistemlerinin Sınıflandırılması. Yapı ve Yalıtım Teknolojileri Dergisi, Ocak- Şubat, 40, 40-43
- Sezer, Ş. F., 2005. Farklı Cam Türlerinin Performans Kriterlerinin İncelenmesi. Uludağ Üniversitesi, Mühendislik Mimarlık Fakültesi Dergisi, 10-1, 15-21, Bursa.
- Sözen, Ş., M., 1999. Yapı Kabuğunda Isı ve Ses Yönünden Denetim –Konfor İlişkisi. TMMOB Makine Mühendisleri Odası Yapıda Yalıtım Konferansı Bildiriler Kitabı, İstanbul, 139-144.
- Sözen Ş., M., 2001. Yapı Kabuğunda Isı ve Ses Yönünden Denetim Konfor İlişkisi, Tesisat Mühendisliği Dergisi, 61, 34-35.
- Süt, G., 2013. TürkiyeDerece Bölgelerinde Mevcut Çok Katlı Konut Binalarının Dış Kabuğunda Yapılacak Enerji Etkin Yenileme Stratejileri. Gazi Üniversitesi, Fen Bilimleri Enstitüsü, Yüksek Lisans Tezi, 172s, Ankara
- Şener, S., 1995. Alüminyum Giydirmeye Cephelelerde İmalat Resimlerinin Hazırlanması ve Montaj Sürecinde Kalite Sorunu. İ.T.Ü., Fen Bilimleri Enstitüsü, Yüksek Lisans Tezi, 215s, İstanbul
- Şenkal, F., 2002. Yapıda Giydirmeye Cephe Sisteminin Kullanımında Optimal Konfor Koşullarının Sağlanması için Performans Kriterlerinin Araştırılması. Trakya Üniversitesi, Fen Bilimleri Enstitüsü, Doktora Tezi, 279s, Edirne
- Şenkal Sezer, F., Karagöz, N., 2004. Konutlarda Kullanıcıların Isıl konfor Koşullarına İlişkin Görüşlerini İçeren Bir Araştırma: Bursa Ataevler Örneği. Dizayn Konstrüksiyon Dergisi, Eylül 2004, 255, 84-87.
- Şişecam, Camtaş Düzcam Pazarlama A.Ş. 1996. Isıcam Takıcı Kursu Notları. İstanbul, 1-19.
- Şişecamdüzcam, 2017. Erişim Tarihi:24.12.2017
<http://www.sisecamduzcam.com/tr/faaliyet-alanlarimiz/mimari-camlar/profesyoneller-icin-urun-katalogu/sisecam-low-e-cam>
- Şişecamdüzcam, 2018. Erişim Tarihi: 15.03.2018
<http://www.sisecamduzcam.com/tr/faaliyet-alanlarimiz/mimari-camlar/referans-projeler/ipekyol-uretim-ve-lojistik-merkezi>

- Şişecamdüzcamlar, 2018. Erişim Tarihi: 28.05.2018.
<http://www.sisecamduzcam.com/tr/faaliyet-alanlarimiz/mimari-camlar/profesyoneller-icin-urun-katalogu/sisecam-renkli-duzcam>
- Şişecamdüzcamlar, 2018. Erişim Tarihi: 28.05.2018.
<http://www.sisecamduzcam.com/tr/faaliyet-alanlarimiz/mimari-camlar/profesyoneller-icin-urun-katalogu/sisecam-yukse-reflektif-cam>
- Şişecamdüzcamlar, 2018. Erişim Tarihi: 28.05.2018.
<http://www.sisecamduzcam.com/tr/faaliyet-alanlarimiz/mimari-camlar/profesyoneller-icin-urun-katalogu/sisecam-lamine-cam>
- Tatlı, Ertan, G., 2006. Çift Kabuk Cephelelerin Ekonomik Etkinliğinin Yaşa Dönemi Maliyeti Analiziyle İrdelenmesi. Gazi Üniversitesi, Fen Bilimleri Enstitüsü, Yüksek Lisans Tezi, 149s, Ankara.
- Tavil, A., 2004. Cephe Sistemlerinde Yeni Teknolojiler Elektrokromik Pencereleer. 2. Ulusal Yapı Malzemesi Kongresi ve Sergisi, İstanbul, 111-116.
- Thorpe, D., 2010. Sustainable Home Refurbishment. Earthscan, London, 11-98, 192p,
- TS 825, 2013. Binalarda Isı Yalıtım Kuralları, TSE, Ankara.
- TS EN ISO 13788, 2004. Bina bileşenlerinin ve bina elemanlarının nemli ortamda ısı performansını- Kritik yüzey nemini ve bina bileşenlerinin içindeki yoğunlaşmayı önlemek için iç yüzey sıcaklığı - Hesaplama metotları. TSE, Ankara.
- Toracamlar, 2018. Erişim Tarihi: 27.05.2018.
<http://www.toracam.com/temperli.htm>
- Tortu, Şerare, Ş., 2006. Alüminyum Giydirmeye Cephelelerde Isıl Performans Durabilite İlişkisinin İncelenmesi. İstanbul Teknik Üniversitesi, Fen Bilimleri Enstitüsü, Yüksek Lisans Tezi, 113s, İstanbul.
- Toydemir, N., 1999, Cam Yapı Malzemeleri, 112s.
- Tümay, H., 1991. Yüksek Yapılarda Giydirmeye Cephe ile İlgili Projelendirme Esasları. Giydirmeye Cephe Sempozyumu, YEM, 28 Kasım, İstanbul.
- Umaraoğulları, F., 2001. Yapı Kabuğunda Cam Malzeme Kullanımı. Trakya Üniversitesi, Fen Bilimleri Enstitüsü, Yüksek Lisans Tezi, 302s, Edirne.
- Umaroğulları, F. ve Kartal, S., 2005. Binalarda kullanılan Yüksek Teknoloji Ürünü Saydam Elemanların Isıl ve Optik Özellikleri. Trakya Üniversitesi, J Sci, 6-2, 1-8, Edirne.

- Usta, S., 2009. TS 825 Binalarda Isı Yalıtım Kuralları Standardına Göre İkinci Bölgede Bulunan Bir Binanın Yalıtımsız ve Yalıtımlı Durumlarının Enerji Verimliliği Bakımından Karşılaştırılması. Yapı Teknolojileri Elektronik Dergisi 2009, 1-24.
- Utkutuğ, G., Ayçam, İ., 1999. Farlı malzemelerle Üretilen Pencere Tiplerinin Isıl Performansının İncelenmesi ve Enerji Etkin Pencere Seçimi. IV. Ulusal Tesisat Müh. Kong. İzmir, 1, 61-73.
- Uzak, E., 1998. Metal Çerçevesiz Giydirmeye Cepheler. İ.T.Ü., Fen Bilimleri Enstitüsü, Yüksek Lisans Tezi, 146s, İstanbul
- Ünal, M., 2006. Çift Kabuk Cephelerin Sistemik Analizi ve Uygulama Örneklerinin İncelenmesi. Mimar Sinan Güzel Sanatlar Üniversitesi, Fen Bilimleri Enstitüsü, Yüksek Lisans Tezi, 183s, İstanbul
- Ünal, H., Tokman, L., 2011. Sürdürülebilir Mimari Tasarım, Bir Renovasyon Projesi. Anadolu Üniversitesi Bilim ve Teknoloji Dergisi Uygulamalı Bilimler ve Mühendislik, 12-2, 129-157.
- X. Loncour, et.al, 2004. Ventilated Double Façades Classification and Illustration of Façade Concepts. Belgian Building Research Institute – BBRI, 49p.
- Vance, E., 2013. Development of a Design-Phase Assessment Tool for Double Façades in Retrofit Applications. Master of Applied Science in Civil Engineering, University of Waterloo, Waterloo, Ontario, 210p, Kanada. http://greenbuildingbrain.org/buildings/william_farrell_building_revitalization_for_telus
- Vitruvius, 1990, Mimarlık Üzerine On Kitap Çeviri Şevki Vanlı Mimarlık Vakfı, Ağustos
- Wikimedia, 2018. Erişim Tarihi: 20.05.2018. https://commons.wikimedia.org/wiki/File:Sears_Tower_in_Chicago_Illinois.jpg
- Wikimedia, 2018. Erişim Tarihi: 20.05.2018. https://commons.wikimedia.org/wiki/File:The_Marmara_Istanbul_2.jpg
- William, R.,2014. A Double Skin Glass Wall. Cambridge Public Library, Cambridge, Inc., 226p, Boston, MA.
- Yarkın, S. A., 2017. Mevcut Binalarda Yelileme Çalışmalarının Enerji Verimliliği Yaklaşımları Çerçevesinde Etkinliği ve Uygulanabilirliği, Gazi Üniversitesi, Fen Bilimleri Enstitüsü, 175s, Ankara.
- Yaman, T., 1998. Yüksek Yapılarda Cephe Gelişimi ve Giydirmeye Cepheler. Y.T.Ü., Fen Bilimleri Enstitüsü, Yüksek Lisans Tezi, 108s, İstanbul.

Yıldırım, Ö., 2011. Giydirmeye Cephelerin Projelendirilmesinde Verimliliğin Araştırılması. Haliç Üniversitesi, Fen Bilimleri Enstitüsü, Yüksek Lisans Tezi, 180s, İstanbul.

Yıldız, Y. vd. 2011. Farklı Cam Türleri ve Yönler Göre Pencere/Duvar Alanı Oranının Bina Enerji Performansının Etkisi:Eğitim Binası, İzmir. Megaron Dergisi, 6-1, 30-38, İstanbul.

Yurttakal, Ö., 2007. Pencere Sistemlerinin Isıl Performansının Eleman ve Bina Düzeyinde Değerlendirilmesi. İstanbul Teknik Üniversitesi, Fen Bilimleri Enstitüsü, Yüksek Lisans Tezi, 125s, İstanbul.

Yüksel İnşaat, 2018. Erişim Tarihi:19.05.2018.
http://www.yuksel.net/index.php?option=com_content&view=article&id=365%3Atat-towers-zincirlikuyu-istanbul&catid=81%3Abuilding-projects&Itemid=351&lang=tr

Zerofootprint, 2011.Re-Skinning Old Towers. www.architectureweek.com

Zhang, H., Huizenga, C., Arens, E., Yu, T., 2006. Modeling Thermal Comfort In Stratified Environments. Center of Environmental Design Research, 133-137 University of California at Berkeley

EKLER

EK A. KULLANICI ANKETİ

ANKET NO:

BİNA ADI:

BİNA KAT ADEDİ:

ANKETİN YAPILDIĞI KAT:

ANKETİN YAPILDIĞI MEKÂNIN KULLANIM AMACI:

1. Yaşınız?

.....

2. Burada kaç yıldır çalışıyorsunuz?

.....

3. Günde kaç saat çalışıyorsunuz?

.....

4. Kış mevsiminde iç ortam sıcaklığı hakkında görüşleriniz nelerdir?

- İç ortam sıcaklığı °C

a) Uygun seviyede oluyor

b) Soğuk oluyor

c) Sıcak oluyor

5. Yaz mevsiminde iç ortam sıcaklığı hakkında görüşleriniz nelerdir?

- İç ortam sıcaklığı °C

a) Uygun seviyede oluyor

b) Soğuk oluyor

c) Sıcak oluyor

6. Mekânın ısıtılması için ek sistem kullanılıyor mu?

a) Evet

b) Hayır

-Evet ise;

Hangi sistem kullanılıyor?

.....

-Ek sistem günde kaç saat kullanılıyor?

.....

7. Mekânın soğutulması için ek sistem kullanılıyor mu?

a) Evet

b) Hayır

-Evet ise;

Hangi sistem kullanılıyor?

.....

-Ek sistem günde kaç saat kullanılıyor?

.....

8. Bina iç mekânlarınız yeterli gün ışığı alabiliyor mu?

- a) Evet
b) Hayır

9. Güneş kontrolünün sağlanması için elemanlar kullanıyor musunuz?

- a) Evet
b) Hayır

Kullanılıyorsa hangileri?

- () Panjur
() Stor perde
() Kumaş perde
() Diğer.....

10. Yaz aylarında pencere kanatlarını ne sıklıkla açıyorsunuz?

.....
-Pencerelerin açık kalma süresi?

.....
-Hangi pencereler açılıyor?

.....

11. Açılan kanatların boyut ve açılış biçimi uygun mudur?

- a) Evet
b) Hayır

-Hayır ise neden?

.....

12. Giydirme cephenin tamamen cam olması sizi rahatsız ediyor mu?

- a) Evet
B) Hayır

Rahatsız ediyorsa neden?

.....

13. Bu yapıda kullanılan giydirme cephenin nasıl olması gerektiğini önem sırasına göre numaralandırır mısınız?

- () Camlar koyu renkte olmalıydı
() Parapet duvarlı cephe uygulaması yapılmalıydı
() Giydirme cephe yapılmamalıydı
() Dışarıdan güneş kırıcı uygulaması yapılmalıydı
() Eğik açılı olmamalıydı
() Diğer.....

14. Cephede terleme (yoğuşma) oluyor mu?

- a) Evet
b) Hayır

15. Rüzgârın bulunduğunuz kat üzerindeki etkisi hakkında görüşleriniz nelerdir?

.....

.....

16. Yapının estetik durumu ve çevre ile olan uyumu nasıldır?

.....
.....
.....

17. Giydirme cephe sistemi gürültü kontrolü açısından yeterli mi?

- a) Evet
b) Hayır

18. Bina cephesi dış hava koşullarından dolayı deformasyona uğradı mı?

- a) Evet
b) Hayır

Uğradıysa nelerdir?

- () Metal elemanlarda korozyon (paslanma)
() Renk solması
() Cephede genleşme
() Diğer (Belirtiniz)

19. Cephede işçilik, yanlış malzeme ve detaylandırmadan kaynaklanan sorunlar yaşıyor musunuz?

- a) Evet
b) Hayır

Evet ise;

Hangi bölümde hangi sorunlar yaşanmaktadır?

.....
.....
.....

20. Cephede güvenlik açısından herhangi bir sorun ile karşılaştınız mı?

- a) Evet
b) Hayır

Karşılaştıysanız belirtiniz.

.....
.....
.....

EK B. YÖNETİCİ ANKETİ

ANKET

ANKET NO:

BİNA ADI:

BİNA KAT ADEDİ:

ANKETİN YAPILDIĞI KAT:

ANKETİN YAPILDIĞI MEKÂNIN KULLANIM AMACI:

1. Binanın ısıtılması için hangi sistemi kullanıyorsunuz?

a) Radyatör

b) Klima

c) Döşemeden ısıtma

d) Diğer (Belirtiniz)

2. Bina iç mekânlarının havalandırılması nasıl sağlanıyor?

a) Evet

b) Hayır

Sağlanıyorsa nasıl?

() Doğal havalandırma

() Suni havalandırma

() Diğer (Belirtiniz)

3. Yapı cephesinde bakım nasıl ve ne şekilde yapılmaktadır?

.....
.....
.....

4. Binanın kullanılmaya başlanmasından sonra cephe bakımı yapıldı mı?

a) Evet

b) Hayır

Yapıldı ise nasıl bir bakım yapıldı?

.....
.....
.....

5. Cephenin temizlenme periyodu nedir?

a) Ayda bir

b) Belirli bir bakım periyodu yok

c) Diğer (Belirtiniz)

ÖZGEÇMİŞ

Adı Soyadı : Canan ALTUNDAŞ
Doğum Yeri ve Yılı : Niğde, 1987
Medeni Hali : Bekar
Yabancı Dili : İngilizce
E-posta : yl1130129003@stud.sdu.edu.tr

Taranmış
Fotoğraf
(3.5cm x 3cm)

Eğitim Durumu

Lise : Antalya Karatay Lisesi, 2005
Lisans : Süleyman Demirel Üniversitesi, Mimarlık Fakültesi,
Mimarlık Bölümü, 2011

Mesleki Deneyim

Trend Mimarlık	2010-2012
Dna Mimarlık	2013-2014
Dağyar Mimarlık	2014-2015
Deha Mimarlık	2015-..... (halen)