

İSTANBUL TEKNİK ÜNİVERSİTESİ ★ FEN BİLİMLERİ ENSTİTÜSÜ

**ALÜMİNYUM GIYDIRME CEPHELERDE ISIL
PERFORMANS DURABİLİTE İLİŞKİSİNİN
İNCELENMESİ**

YÜKSEK LİSANS TEZİ

Mimar Şengü Şerare TORTU

Anabilim Dalı: Mimarlık

Programı: Çevre Kontrolü ve Yapı Teknolojisi

HAZİRAN 2006

**ALÜMİNYUM GİYDİRME CEPHELERDE ISIL
PERFORMANS DURABİLİTE İLİŞKİSİNİN
İNCELENMESİ**

**YÜKSEK LİSANS TEZİ
Mimar Şengü Şerare TORTU
(502031738)**

**Tezin Enstitüye Verildiği Tarih : 8 Mayıs 2006
Tezin Savunulduğu Tarih : 12 Haziran 2006**

**Tez Danışmanı : Doç.Dr. Mustafa Erkan KARAGÜLER
Diğer Jüri Üyeleri Prof.Dr. Halit Yaşa ERSOY (M.S.Ü.)
Yrd.Doç.Dr. M. Cem ALTUN (İ.T.Ü.)**

HAZİRAN 2006

ÖNSÖZ

Bu çalışmada bana yol gösteren, eleştirileriyle ve bilgisiyle tezimin yazımına büyük katkıları olan danışmanım Doç Dr Mustafa Erkan Karagüler'e; araştırmalarımnda ve tez yazımımnda büyük katkıları olan Yüksek İnşaat Mühendisi Bahadır Salıbaşı'ya teşekkür ederim.

Haziran 2006

Şengü Şerare Tortu

İÇİNDEKİLER

TABLO LİSTESİ	vi
ŞEKİL LİSTESİ	vii
ÖZET	ix
SUMMARY	xii
1.GİRİŞ	1
2.GİYDİRME CEPHE SİSTEMLERİ	3
2.1 Giydirme Cephelerin Tanımı ve Tarihçesi	3
2.2 Giydirme Cephe Sistemini Oluşturan Bileşenler	5
2.2.1 Taşıyıcı Sistem	5
2.2.2 Pencere Kuşağı	8
2.2.3 Parapet Bileşeni	9
2.3 Giydirme Cephelerde Kullanılan Tespit Bileşenleri	11
2.3.1 Örtü Bileşenini Taşıyıcı Bileşene Tespiti	11
2.3.2 Taşıyıcı Bileşenlerin Birbirine Tespiti	11
2.3.3 Taşıyıcı Bileşenin Bina Taşıyıcı Sistemine Tespiti	12
2.4 Giydirme Cephelerin Ağırlıklarına Göre Sınıflandırılması	13
2.4.1 Ağır Giydirme Cepheler	13
2.4.2 Hafif Giydirme Cepheler	16
2.4.2.1 Hafif Giydirme Cephelerin İskelet Türüne Göre Sınıflandırılması	18
2.4.2.1.1 Çubuk Sistemler	18
2.4.2.1.2 Panel Sistemler	20
2.4.2.1.3 Yarı Panel Sistemler	22
3. GİYDİRME CEPHELERDE DURABİLİTE	28
3.1 Durabilitenin Tanımı	28
3.2 Giydirme Cephelerde Durabilite İçin Tasarım Yaklaşımları	28
3.2.1 Hava Koşullarından Koruma	28
3.2.2 Bileşen Uyumu	28
3.2.3 Taşıyıcı Sistem ve Yükler	28
3.2.4 Test	28
3.3 Durabilite İçin İşçilik Yaklaşımları	28
3.3.1 İşçilik Kalitesi	28
3.3.2 Araziyle İlgili Çalışmalar	29
3.4 Durabiliteyi Olumsuz Etkileyen Faktörler	29
3.4.1 Malzeme Kusurları	29
3.4.2 Tasarım Hataları	29
3.4.3 Montaj Hataları	29
3.4.4 Çevresel Faktörler	30
3.4.5 Bilinçli veya Tesadüfi Hasarlar	30

4. ALÜMİNYUM GİRİYDİRME CEPHELERDE DURABİLİTE KOŞULU OLARAK ISIL PERFORMANS	33
4.1 Giydirme Cephelerin Isıl Performans Tanımı	33
4.2 Isıl Performansı Belirleyen Etkenler	34
4.2.1 Isıl Kapasite	35
4.2.2 Isıl Direnç ve Isı Geçirimsizliği	36
4.2.3 Saydam Bölgelerin Isıl Geçirimsizliği	38
4.2.4 Camlardan Edinilen Toplam Isı Kazancı	39
4.2.5 Malzeme Seçimi	41
4.2.5.1 Cam Sistemi Seçimi	41
4.2.5.1.1 Cam Hakkında Genel Bilgi	41
4.2.5.1.2 Hava Tabakalı Cam Üniteleri	42
4.2.5.1.3 Güneş Kontrol Camları	43
4.2.5.1.4 İklim Kontrol Camları	44
4.2.5.1.5 Eelektrokromik Camlar	46
4.2.5.1.6 Vakumlu Cam Sistemleri	47
4.2.5.1.7 Termotropik Camlar	48
4.2.5.1.8. Fotokromik Camlar	48
4.2.5.2 Çerçeve Seçimi	48
4.2.5.2.1 Alüminyum Hakkında Genel Bilgi	48
4.2.5.2.2 Alüminyumun Özellikleri	49
4.2.5.2.3 Alüminyum Giydirme Cephelede Çerçeve	51
Seçiminin Önemi	
4.2.6 Güneş Kontrol Elemanları	57
4.2.7 Sıcaklık Değişimleri	62
5. GIYDİRME CEPHELERİN ISIL PERFORMANSLARINI YERİNE GETİRMELERİ SONUCU OLUŞACAK HASAR ve SORUNLAR ve GİDERİLME YÖNTEMLERİ	63
5.1 Yoğuşma	63
5.1.1 Yoğuşmanın Oluşumu ve Sebepleri	63
5.1.2 Yoğuşma Kontrolü	65
5.1.3 Yoğuşma Kontrolü İçin Cam Sistemi Tasarımı	66
5.2 Isıl Şoklar Sonucu Meydana Gelen Kırılmalar	68
5.3 Giydirme Cephelede Isı Kayıpları	69
5.3.1 Isı Kayıplarının Oluşumu ve Sebepleri	69
5.3.2 Giydirme Cephelede Isı Yalıtımı	70
5.4 Korozyon	75
5.4.1 Korozyon Tanımı	75
5.4.2 Alüminyum Profillerinin Korozyon Direnci Arttırma İşlemleri	75
5.4.2.1 Eloksal İşlemi	76
5.4.2.2 Eloksal Tabakasının Yapısı	77
5.4.2.3 Eloksal Tabakasının Genel Özellikleri	77
5.5 Sıcaklık Değişimlerinden Kaynaklanan Hareket	78
6. SONUÇLAR	82

KAYNAKLAR	86
EKLER	89
ÖZGEÇMİŞ	99

TABLO LİSTESİ

	<u>Sayfa No</u>
Tablo 4.1 : Değişik ısı geçirirmlilik değerleri için iç yüzey sıcaklıkları.....	36
Tablo 4.2 : Değişik koşullara bağlı olarak U değerinin değişimi.....	38
Tablo 4.3 : Ülkemizde üretilen tabakalı camlara ait veriler.....	43
Tablo 4.4 : Çift cam ünitelerinde performans değerleri.....	43
Tablo 4.5 : Güneş kontrolü sağlayan cam ünitelerinde performans değerleri.....	44
Tablo 4.6 : Low-e kaplamalı cam ürünlerinde performans değerleri.....	46
Tablo 4.7 : Low-e kaplamalı çift cam ünitelerinde durgun hava tabakasının değişik gazlarla karşılaştırılması sonucu elde edilen performans değerleri.....	46
Tablo 4.8 : Değişik dış hava sıcaklıklarında çerçevenin iç yüzey sıcaklıkları.....	56
Tablo 4.9 : A ve B sistemleri için cam ve çerçeve yoğuşma direnç faktörleri.....	57
Tablo 5.1 : Isı bariyer malzemelerinin yapısal özellikleri.....	72
Tablo 5.2 : Çeşitli Eloksal İşlemleri.....	78

ŞEKİL LİSTESİ

Sayfa No

Şekil 2-1 : Giydirme cephe taşıyıcı sisteminde kullanılabilir taşıyıcı profil örnekleri.....	6
Şekil 2-2 : Giydirme cephede düşey elemanlar.....	7
Şekil 2-3 : Kompoze alüminyum kaplama ve vizyon bölgesi birleşimi plan detayı.....	8
Şekil 2-4 : Kompoze alüminyum kaplamalı spandrel panel ve vizyon bölgesi birleşimi kesit detayı.....	10
Şekil 2-5 : Üç yönde de ayarlama yapmaya imkan veren tespit bileşeni.....	13
Şekil 2-6 : Tipik bir ağır giydirme cephe.....	14
Şekil 2-7 : Taşla kaplanmış bir yüksek bina görünüşü.....	14
Şekil 2-8 : Beton giydirme cephe kesiti örneği.....	15
Şekil 2-9 : Dıştan yalıtımlı metal giydirme cephe elemanı.....	16
Şekil 2-10 : İçten yalıtımlı metal giydirme cephe elemanı.....	17
Şekil 2-11 : Tablalı metal giydirme cephe elemanı.....	17
Şekil 2-12 : Yangın dayanımlı metal giydirme cephe elemanı.....	18
Şekil 2-13 : Çubuk sistem giydirme cephe şeması.....	19
Şekil 2-14 : Çuhadaroğlu çubuk sistem detay perspektifi.....	20
Şekil 2-15 : İş Bankası Genel Müdürlük Binaları –Levent İst.....	21
Şekil 2-16 : Panel sistem giydirme cephe şeması.....	22
Şekil 2-17 : Çuhadaroğlu panel sistem detayı perspektifi.....	22
Şekil 2-18 : Sears Tower –Chicago.....	23
Şekil 2-19 : Sabancı Center Kuleleri- Levent İstanbul.....	23
Şekil 2-20 : Yarı panel sistem detay perspektifleri.....	24
Şekil 2.21 : Bitmiş montaj.....	25
Şekil 2.22 : Monte edilmiş giydirme cephe elemanları.....	25
Şekil 2.23 : Monte edilmemiş giydirme cephe elemanı.....	26
Şekil 2.24 : Çuhadaraoğlu yarı panel sistem detay perspektifi.....	26
Şekil 3-1 : Giydirme cephelerde en çok görülen performans hataları.....	31
Şekil 3-2 : Giydirme cephede en çok bozulmaya sebep olan elemanlar.....	32
Şekil 4-1 : Cam tipi ve oranına göre U değeri değişimleri.....	37
Şekil 4-2 : Camın ısı dengesi.....	39
Şekil 4-3 : Yaz ve kış mevsimleri için düşünülen pencere sistemi.....	40
Şekil 4-4 : İç mekan havalandırmasına yardımcı pencere sistemi.....	40
Şekil 4-5 : Vakumlu cam sistemi perspektif ve kesiti.....	47
Şekil 4-6 : Vakumlu cam sisteminin çift cam uygulaması.....	47

Şekil 4-7	: Deneysel proje şeması.....	52
Şekil 4-8	: Deneysede kullanılan giydirme cephe numuneleri.....	53
Şekil 4-9	: Test malzemelerinin bileşenleri.....	53
Şekil 4-10	: Deneysel sonucu ısı profil değerleri.....	54
Şekil 4-11	: Dikey yüzey sıcaklık profilleri.....	55
Şekil 4-12	: Yatay yüzey sıcaklık profilleri.....	55
Şekil 4-13	: Değişik dış hava sıcaklıklarına bağlı cam yüzey sıcaklıkları.....	56
Şekil 4-14	: Gölgeleme elemanlarının ısı kazanımlarına olan etkisi.....	59
Şekil 4-15	: Dış gölgeleme.....	60
Şekil 4-16	: Ara bölgede gölgeleme.....	60
Şekil 4-17	: Ara bölgede havalandırılmış gölgeleme elemanı.....	61
Şekil 4-18	: İç gölgeleme.....	61
Şekil 5-1	: Su boşaltmalı ve havalandırılmalı sistem.....	67
Şekil 5-2	: Havalandırılmalı giydirme cephe detayı.....	67
Şekil 5-3	: Drenajlı giydirme cephe detayı.....	68
Şekil 5-4	: Drenajlı giydirme cephe detayı.....	68
Şekil 5-5	: Isı Yalıtımlı Giydirme Cephe Örnekleri.....	70
Şekil 5-6	: Isı bariyerli sistem kesit örnekleri.....	71
Şekil 5-7	: Poliamid Isı Bariyerli Sistem Kesit Örneği.....	72
Şekil 5-8	: Poliüretan ısı bariyerli sistem kesit örneği.....	73
Şekil 5-9	: Poliüretan ısı bariyerli sistem kesit örneği.....	73
Şekil 5-10	: “Warm edge spacer” detayı.....	74
Şekil 5-11	: “Warm edge spacer” detayı.....	74
Şekil 5-12	: Üçlü yalıtım cam ünitesi uygulaması örnekleri.....	75
Şekil 5-13	: Eloksoz işlem safhaları.....	76
Şekil 5-14	: Giydirme cephelerde ısıya bağlı hareket.....	79
Şekil 5-15	: Giydirme cephelerde ısıya bağlı hareket.....	80
Şekil 5-16	: Isıl harekete yardımcı bileşen detayları.....	80
Şekil 5-17	: Isıl hareketlerin karşılanması için gerekli bileşen detayları.....	81

ÖZET

Bu çalışmada, günümüz mimarisinde önemli yer tutan, özellikle çok katlı yapılarda düşey kabuk olarak kullanılan hafif giydirme cephe sistemlerinin ısı performanslarının durabiliteyle olan ilişkileri incelenecektir.

Giriş bölümünde çalışmanın konusu, amacı ve kapsamı açıklanmaktadır.

İkinci bölümde, giydirme cephelere ait genel bilgiler verilmiştir. Giydirme cephelerin tanımı yapılmış, tarihçesiyle ilgili bilgi verilmiştir. Giydirme cepheleri oluşturan ana bölümler belirtilmiştir. Bunlar;

1. Taşıyıcı Sistem
2. Pencere Kuşağı
3. Parapet Kuşağı

olarak anlatılmıştır.

Giydirme cephelerde kullanılan tespit bileşenleri sınıflandırılmış ve açıklanmıştır. Bunlar;

1. Örtü Bileşeninin Taşıyıcı Bileşene Tespiti
2. Taşıyıcı Bileşenlerin Birbirine Tespiti
3. Taşıyıcı Bileşenlerin Bina Taşıyıcı Sistemine Tespiti

Daha sonra giydirme cephelerin ağırlıklarına göre sınıflandırılması yapılmıştır. Ağırlıklarına göre giydirme cepheler2 gruba ayrılır;

1. Ağır Giydirme Cepheler
2. Hafif Giydirme Cepheler

Taşıyıcı sistemlerine göre giydirme cepheleri üçe ayırabiliriz;

1. Çubuk Sistemler
2. Panel Sistemler

3. Yarı Panel Sistemler

Üçüncü bölümde, durabilitenin tanımı yapılmıştır. Giydirme cepheler açısından bakıldığında durabilitenin gerektirdiği tasarım yaklaşımları, işçilik yaklaşımları belirtilmiştir. Durabiliteyi olumsuz etkileyen faktörler anlatılmıştır. Bunlar:

1. Materyal Kusurları
2. Tasarım Hataları
3. Montaj Hataları
4. Çevresel Faktörler
5. Bilinçli veya Tesadüfi Hasarlar

olarak sıralanabilir.

Dördüncü bölümde, giydirme cephelerde ısı performansının durabiliteyle olan ilişkisi açıklanmıştır. Giydirme cephelerin ısı performansını belirleyen tüm etkenler belirtilmiştir. Bu etkenler;

1. Isıl Kapasite
2. Isıl Direnç ve Isı Geçirimsizliği
3. Saydam Bölgelerin Isı geçirimsizliği
4. Camlardan Edinilen Toplam Isı Kazancı
5. Malzeme Seçimi (Cam Seçimi ve Çerçeve Seçimi)
6. Güneş Kontrol Elemanları

olarak açıklanmıştır.

Beşinci bölümde, ısı performansını gerektiği gibi yerine getiremeyen bir alüminyum giydirme cephede meydana gelebilecek tüm hasar ve sorunlar açıklanmıştır. Bu hasar ve sorunlar;

1. Yoğuşma
2. Isıl Şoklar Sonucu Meydana Gelen Kırılmalar
3. Isı Kayıpları
4. Korozyon

5. Sıcaklık Değişimlerine Bağlı Hareket

olarak açıklanmıştır.

Meydana gelen hasarların ve sorunların nasıl giderilebileceği veya nasıl önlenebileceği belirtilmiştir.

Altıncı bölümde sonuç kısmı yer almaktadır. Çalışmanın özeti yapılmış ve konu genel olarak tekrar gözden geçirilmiştir. Bu çalışmanın ne şekilde ilerletilebileceği, hangi konularla bağlantılı olarak sürdürülebileceği belirtilmiştir.

SUMMARY

In this study, relationship between the thermal performance and durability of aluminium curtain wall systems, which are commonly used in contemporary architecture and used as vertical envelope usually for high rise buildings, is studied.

In the first chapter, the subject, the aim and the concern of the thesis are explained.

In the second chapter, general knowledge is given about curtain wall systems. Description of “what a curtain wall is” is made and information about the history of curtain walls is given. The main parts that constitute a curtain wall system are described. These parts are;

1. Supporting (frame) System
2. Window
3. Parapet

After that, fixing components of a curtain wall system are described. These are;

1. Fixing of covering to the supporting system
2. Fixing of supporting components to each other
3. Fixing of supporting components to the building structural system

Then the classification of curtain wall systems according to their weights is given. Curtain walls are divided into two groups according to their weight;

1. Heavy Curtain Walls
2. Light Curtain Walls

Light curtain walls are divided into three groups according to their type of supporting framework. These are;

1. Stick Systems
2. Panel Systems

3. Semi-panel Systems

In the third chapter definition of durability is given. All the design aspects and workmanship aspects of durability, evaluated with curtain walls is given. Factors that affect durability negatively are described. These factors are;

1. Material Deflections
2. Design Faults
3. Assembly Faults
4. Environmental Affets
5. Deliberate or Coincidental Faults

In the fourth chapter, the relation between durability and thermal performance of curtain wall systems is explained. All the parameters that determine the thermal performance of curtain wall systems are explained. These parameters are;

1. Thermal Capacity
2. Thermal Resistance and Thermal Transmittance
3. Heat Transmittance of Transparent Parts
4. Total Heat Gain Through Glass
5. Selection of Material (glass and framework)
6. Inner Affects

In the fifth chapter, all the damages and problems that can occur in a curtain wall system, which fails to accomplish necessary thermal performance, are described. These damages and problems are;

1. Condensation
2. Breakages caused by Thermal Shocks
3. Heat Loss Through Curtain Walls
4. Corrosion
5. Movement because of Change in Heat

In this chapter, ways to prevent all these damages and problems are given. Also, ways to fix the problems are described.

In the sixth chapter, conclusion is made. The study is summarized and general overview is made about the subject.

1. GİRİŞ

Çalışmanın amacı, alüminyum giydirme cephelerin durabilite koşullarının incelenmesi ve durabilite koşulu olarak ısı performanslarının gerekliliğinin açıklanmasıdır. Isıl performansta meydana gelen hataların durabiliteye olan olumsuz etkileri ve bu etkilerin ne şekilde ortaya çıktığı açıklanacaktır. Ayrıca, ortaya çıkan olumsuzlukların ne şekilde giderilebileceği ve ne tür önlemler alınabileceği belirtilecektir. Böylece alüminyum giydirme cephelerin ısı performans-durabilite ilişkisi açıklanmış olacaktır.

Yapıyı oluşturan bütün malzemelerde olduğu gibi, hafif bir dış kabuk görevi yapan alüminyum giydirme cephelerde de durabilite çok büyük öneme sahiptir. Durabilitesini yitiren yapı elemanı, çevresindeki yapı elemanlarına da zarar vermeye başlar. Bu olumsuzluklar, bina iç mekanına da yansır. Bina kullanıcılarının konfor seviyesi düşer ve de enerji sarfıyatı meydana gelmeye başlar.

Çalışmada öncelikle giydirme cephelerin tanımı, tarihçesi, bileşenleri ve sınıflandırılmasıyla ilgili genel bilgiler verilecektir. Ardından durabilite ile ilgili genel bilgiler verilecek; durabilite için önem taşıyan tasarım ve işçilik yaklaşımları anlatılacak ve durabiliteyi etkileyen bütün faktörler belirtilecektir. Yapı elemanının durabilitesini yitirmesine sebep olan tüm etkenler şekillerle, yüzdeleriyle birlikte belirtilecektir.

Durabilitenin sürdürülebilmesi için gerekli olan performanslardan “ısı performans” tanımı ile birlikte anlatılacaktır. Cephenin ısı performansının gerçekleştirilmesinde pek çok parametre vardır. Çalışmada bu etkenlerin teker teker tanımı yapılacak ve grafiklerle, performans üzerine ne gibi etkileri olduğu açıklanacaktır.

Cephe, dış ortam ile iç ortam arasında geçiş elemanı olduğuna göre kendisinden beklenen birçok performansı yerine getirmek zorundadır. Bu performans gereksinimlerinden birinde aksaklık olursa, bu durabiliteye olumsuz etki eder. Isıl performansta meydana gelen olumsuzluklar ve hatalarda cephede bir takım bozulmalara ve istenmeyen durumlar oluşur. Çalışmada, bu bozulmalardan

yoğuşma, ısıl şoklar sonucu meydana gelen kırılmalar, cephede meydana gelen ısı kayıpları, korozyon, ve sıcaklık değişimlerinden kaynaklanan hareket ele alınacaktır.

Yoğuşmanın ne şekilde oluştuğu, engellenmesi için ne gibi önlemler alınması gerektiği; ısıl şoklar sonucu kırılmaların nasıl oluştuğu ve ne gibi önlemlerle bu kırılmalara engel olunabileceği; korozyonun başlıca sebepleri ve korozyona karşı alınan önlemler; giydirme cephede ısı kayıplarının hangi bölgelerde oluştuğu ve ısı yalıtımının nasıl sağlanacağı; sıcaklık değişimlerine bağlı olarak giydirme cephe elemanlarının ne şekilde hareket ettiği ve bu hareketlerin nasıl tehlikesiz hale getirilebileceği detaylı biçimde anlatılacaktır.

Son olarak, ısıl performans bakımından iyi tasarlanmış alüminyum giydirme cephelerinden kesitlerle örnekler verilecektir.

2. GİYDİRME CEPHE SİSTEMLERİ

2.1 Giydirme Cephelerin Tanımı ve Tarihçesi

Giydirme cepheler, yapı taşıyıcı sisteminden bağımsız olan ve asılarak taşıtılan, yük taşımayan, üzerine gelen çeşitli yükleri tespit elemanları yoluyla yapının taşıyıcı sistemine aktaran, iç ortam ile dış ortam arasında bir filtre görevi yaparak çeşitli performansları karşılayan yapı elemanlarıdır. [1]

Giydirme cephe sistemleri birkaç istisnası dışında alüminyum ve camla teşkil edilmektedir. Alüminyum kolay şekillendirilebilir, tabiat şartlarına dayanıklı, sağlam ve ekonomik olması sebebiyle bu konuda çok tercih edilir bir malzeme olmuştur. [7]

Günümüz mimarisinde önemli yer tutan yüksek binalarda; estetik görünümü, montaj kolaylığı ve hızı, yüksek üretim standartı, yeterli ısı ve su geçirimsizliği gibi nedenlerle cam giydirme cepheler yaygın şekilde kullanılmaktadır. [1]

Bilinen ilk asma cephe 1830 yılında Philedelphia'da inşa edilen iki katlı bir banka cephesidir. İlk alüminyum yapı elemanı 1884 yılında Washington anıtı üzerine inşa edilen küçük bir kare piramitti. Bundan iki yıl sonra 1886'da Charles Martin Hall'ün alüminyumu elektroliz yoluyla elde etmesi ile alüminyum yavaş yavaş yapıda ekonomik olarak kullanılan bir malzeme haline geldi. Alüminyumun yapıda geniş kapsamlı ilk uygulaması 1929 yılında New York'ta inşa edilen Empire State Binası'dır. [1]

Cam yaklaşık 4000 yıl önce Mezopotamya'da bulunmuştur. Camın ilk keşfinden 2000 yıl geçtikten sonra üfleme cam ortaya çıkmış, böylece pencereler için dayanımlı ince şeffaf levhaların yapılması mümkün olmuştur. Cam malzemenin yapılardaki yoğun kullanımı ise ilk olarak 1851'de seracılıkla uğraşan Joseph Paxton'ın sanayi fuarı için tasarlamış olduğu Chrystal Palace'da görülür. Cystal Palace'ın mimaridaki önemi, yapımında dökme demir elemanlar kullanılmasında değil, aynı zamanda camın ustalıkla kullanılmasında yatmaktadır. Yapıda 7.3x1.25

boyutlarında cam paneller kullanılmıştır. Cam ve demirin birlikteliğinin geliştirilmesiyle geniş cam cepheler yapılabilmektedir. [2]

20. yüzyılın ilk çeyreğinde yüksek yapıların boy göstermesi ile mimarlar, mühendisler, bilim adamları yepyeni bir meydan okuma ile karşı karşıya kalmışlardır. İnşaatta prefabrikasyon, yapım sürati, hafif malzemelere olan talep, birçok yeni ürünün keşfine ve gelişmesine yol açmıştır. Bu ürünler içinde herkes tarafından kolaylıkla algılanan ve izlenebilen, dolayısıyla gelişimi ve gelişme kültürünü simgeleyen mimari ürün ise cepheyi teşkil eden metal ve cam kombinasyonu olan “giydirmeye cepheler” olmuştur. Geçen yüzyılın sonunda ilk defa elde edilebilen ve bu yüzyılın başında ticari anlamda ekonomik olarak üretilmesi, paslanmayan hafif ama dayanıklı, kolay işlenebilen bir metal olması alüminyum, temperleme yönteminin keşfi ile setleştirilerek emniyetli bir hale getirilmesi ise camın cephelerde kombine kullanılmasında önemli rol oynamıştır. 1930’larda yüksek yapılarda kullanıma giren giydirmeye cephe, 1950’lerde patlama yaparak yüksek yapılarda simgeleşmiş ve modern anlamdaki cephelerin yaygın kullanımına geçilmiştir. [1]

Ülkemizde giydirmeye cephenin ilk uygulamalarından biri 1959 yılında Ankara’da yapılan Kızılay İşhanı’dır. [1]

1960’ların sonlarında, Norveç Bina Teknolojileri Araştırma Enstitüsü tarafından teorisi geliştirilen “basınç dengeleme” prensibinin bulunması giydirmeye cephe teknolojisinde önemli bir dönüm noktası olmuştur. Bugün hala kullanılmakta olan ve “kapaklı sistem” olarak nitelenen bu sistem, rüzgar yüküne karşı mukavemeti sağlayan bir alt konstrüksiyon karkas (mullion/transom) sistemi ile bu karkasın içine yerleştirilen camlar ve bu camların sisteme mekanik olarak sabitlenmesini sağlayan baskı profili ve baskı profilindeki vidaları gizleyen kapak profilinden oluşmaktadır. Bu arada camda da önemli gelişmeler olmuş, 1950’lerde kenarları eritilerek ısıcam elde etme yöntemi, float prosesinin keşfi, daha sonra bugünkü ısı cam teknolojisinin gelişmesi, camların önce renkli sonra reflekte olarak üretilebilmesi alüminyumdaki gelişmeye paralel bir çizgi göstermiştir. Enerji korunumuna büyük katkısı olan low-E camlarla saydam yüzeylerden ısı geçişi önemli ölçülerde azaltılmıştır. Bu iki sektörün teknolojik evrimi ve maliyetlerinin düşmesi gerek estetik gerekse fonksiyonel açıdan, bina yüksek olsun ya da olmasın cephede en uygun çözüm

olmuştur. Silikonun keşfi cephede sızdırmazlık problemine büyük ölçüde çözüm getirmiştir. Beton ve çeliğe göre uzama katsayısı iki katı kadar olan alüminyumdan üretilmiş profillerin inşaat ile birleşim noktalarında sızdırmazlık silikonunun (weather seal silicone) kullanılması cephe imalatçıların işini kolaylaştırmıştır. [1]

Camın strüktürel olarak kullanılması ve strüktürel cam cephelerin ortaya çıkması ise son gelişme olmuştur. Camın dış cepheden görünüşünde hiç profil olmaması fikri reflekte camların yaygınlaşmasını ve en önemlisi camların çerçeveye mekanik olmayan bir sistemle tutturulması, Dow Corning firmasının “strüktürel silikon”u keşfi ile mümkün olmuştur. Strüktürel silikonun ilk uygulaması 1968 yılında gerçekleşmiştir. [1]

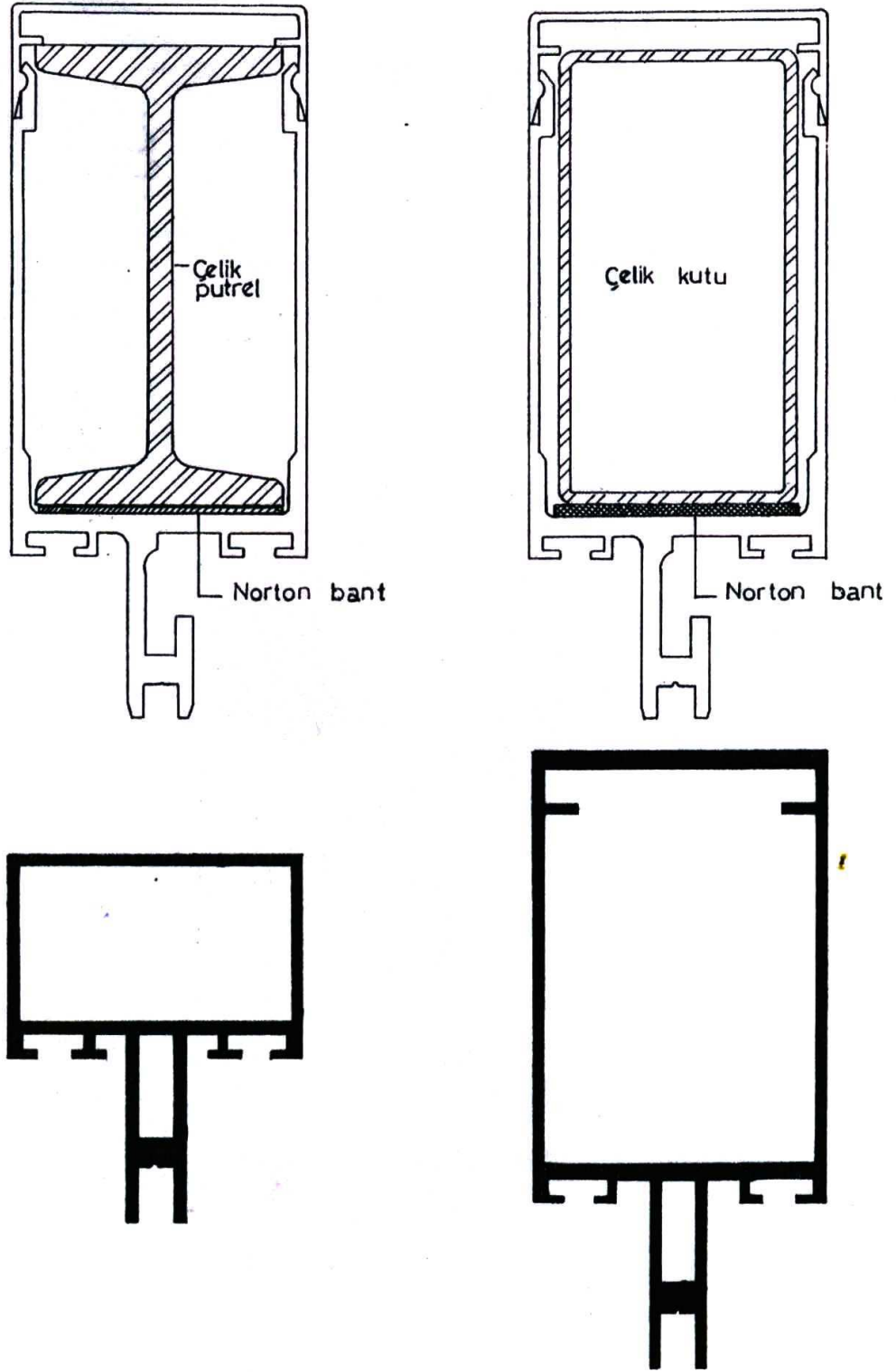
2.2 Giydirme Cephe Sistemini Oluşturan Bileşenler

Giydirme cephe sisteminde en uygun malzemeyi seçmek ve onu en iyi şekilde kullanmak için malzemeleri tanımanın yanısıra bu sistemleri yapı fiziği açısından incelemek gerekmektedir. Giydirmeye cephe sistemlerini işlev malzeme açısından taşıyıcı sistem, pencere kuşağı (saydam bölge) ve parapet bileşeni (spandrel bölgesi) olarak ayırmak mümkündür. [3]

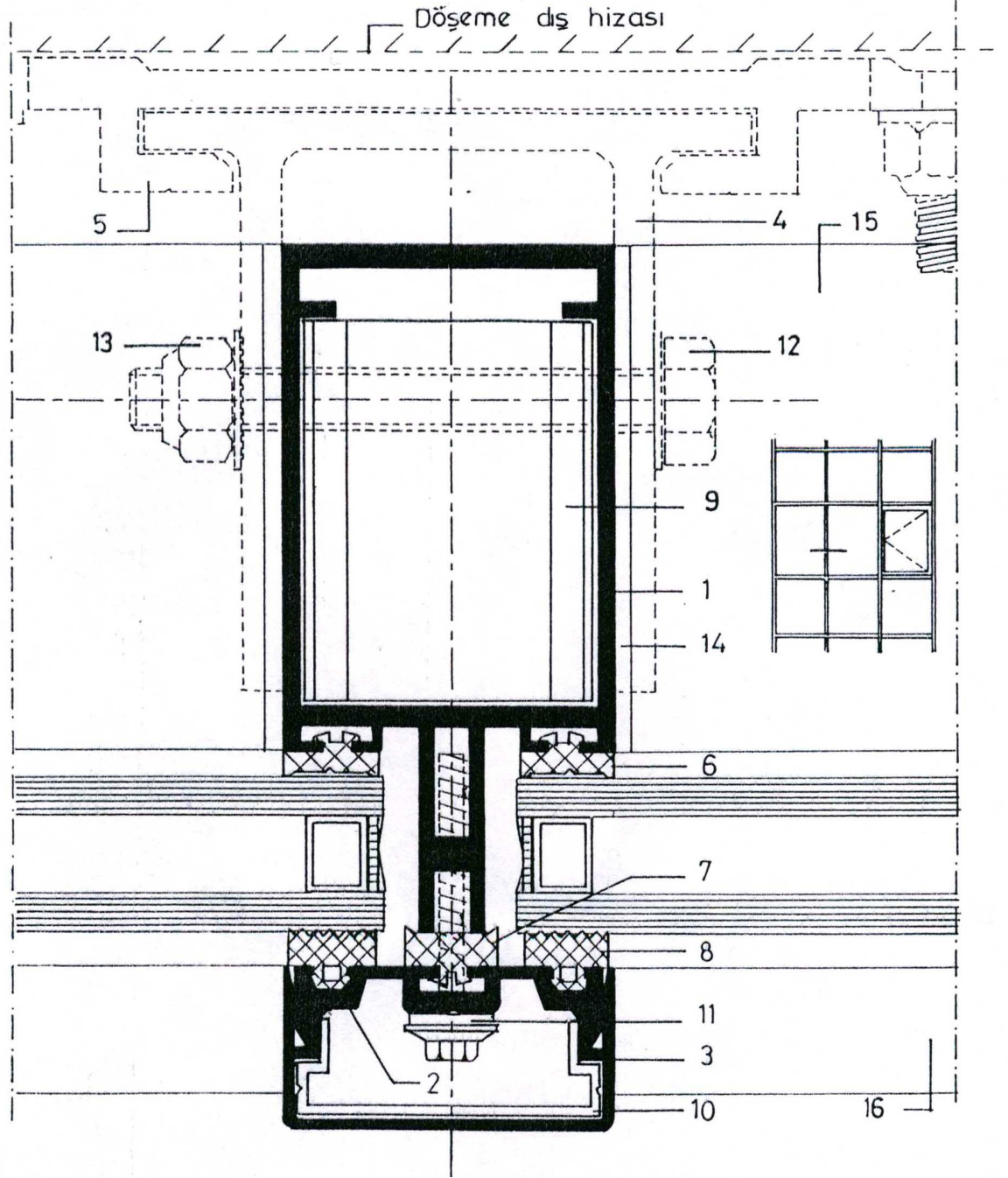
2.2.1 Taşıyıcı Sistem

Giydirme cephe sistemini uygun görülen noktalardan yapı strüktürüne ankraj elemanlarıyla bağlayarak cephe sistemini yapı strüktüründen bağımsız olarak taşıyan ve cephenin yükünü sadece ankraj noktalarından yapı strüktürüne ileten alüminyum ve çelik malzemeden oluşan bir sistemdir. Detay açısından incelenirse konstrüksiyonda yatay ve düşey yönde hareket imkanı veren çözümler önemlidir. Sistemde ısı genleşmeleri sonucu gerilmeler oluşacağından sistemde genleşme aralıkları bırakılmalıdır. [3]

Taşıyıcı sistemde ayrıca parapet arkasında kalan yalıtılmış bölgedeki yoğuşmayı önlemek için bölgede içeri su sızıntısının olmayacağı şekilde havalandırma kanalları açılmalıdır. Taşıyıcı profil ile tespit profili arasında ısı farklılıklarından oluşabilecek yoğuşmanın önlenmesi için plastik fitiller kullanılmalıdır. [3]



Şekil 2.1 : Giydirme cephe taşıyıcı sisteminde kullanılabilir taşıyıcı profil örnekleri [3]

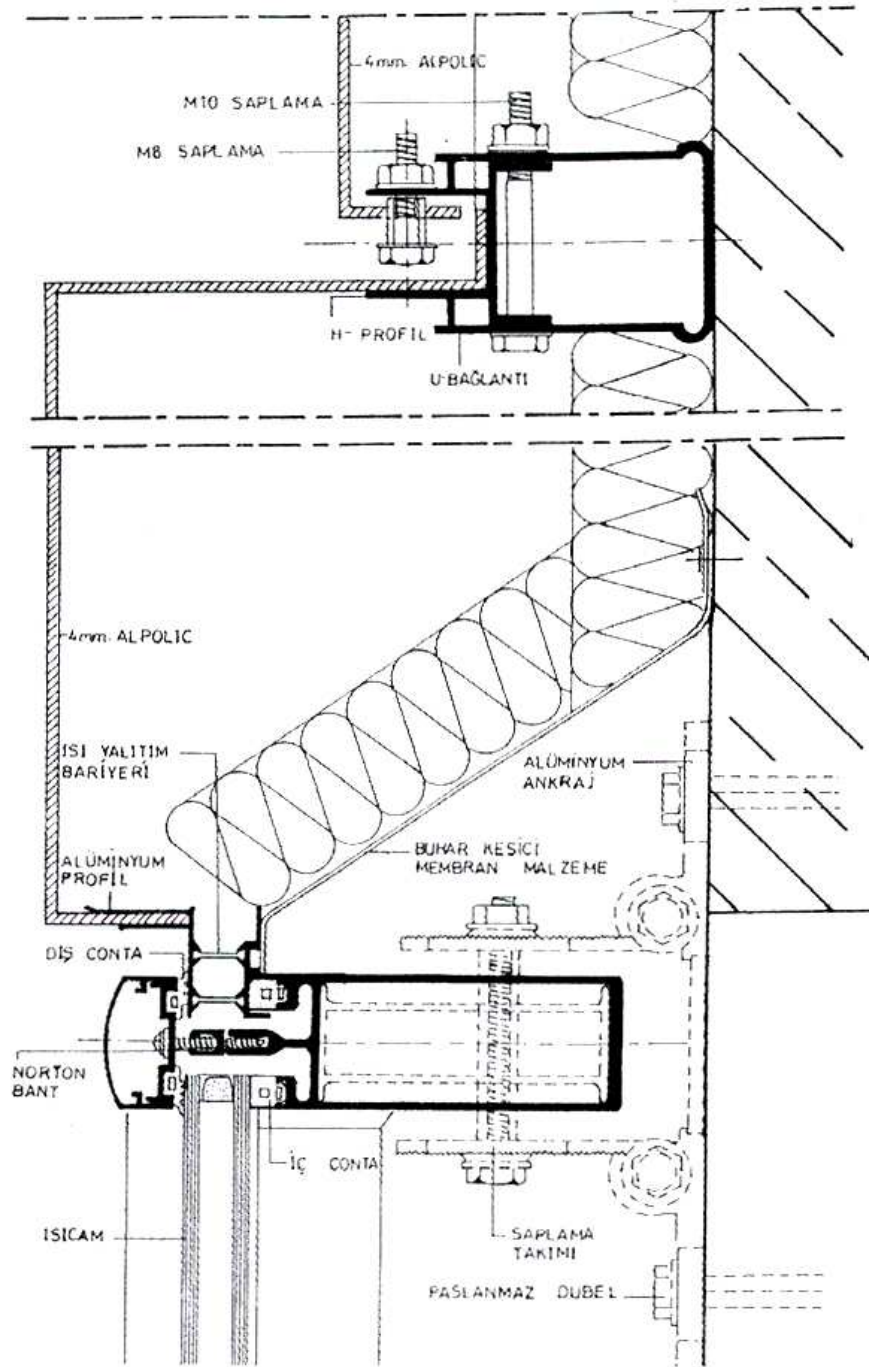


- | | |
|------------------------|-------------------------|
| 1. Düşey profil | 9. Dilatasyon kutusu |
| 2. Tespit profili | 10. Dilatasyon kapağı |
| 3. Düşey kapak profili | 11. Vida |
| 4. Ankraj bayrağı | 12. Civata |
| 5. Ankraj laması | 13. Somun |
| 6. Fitol | 14. Yatay kayıt contası |
| 7. Fitol | 15. Yatay profil |
| 8. E.P.D.M fitil | 16. Yatay kapak profil |

Şekil 2.2 : Giydirme cephede düşey elemanlar [3]

2.2.2 Pencere Kuşağı (Saydam Bölge)

Giydirme cephe sisteminde yapıya ışık ve görüntüyü sağlayan kısımdır. Cephe sisteminde bu kısım cam ünitelerle geçilir. Cam üniteler gerekli konfor koşullarını sağlamak için çoğu zaman kompozit uygulamalarla cephede işlevini yerine getirir. [3]



Şekil 2.3 : Kompoze alüminyum kaplama ve saydam bölge birleşimi plan detayı [3]

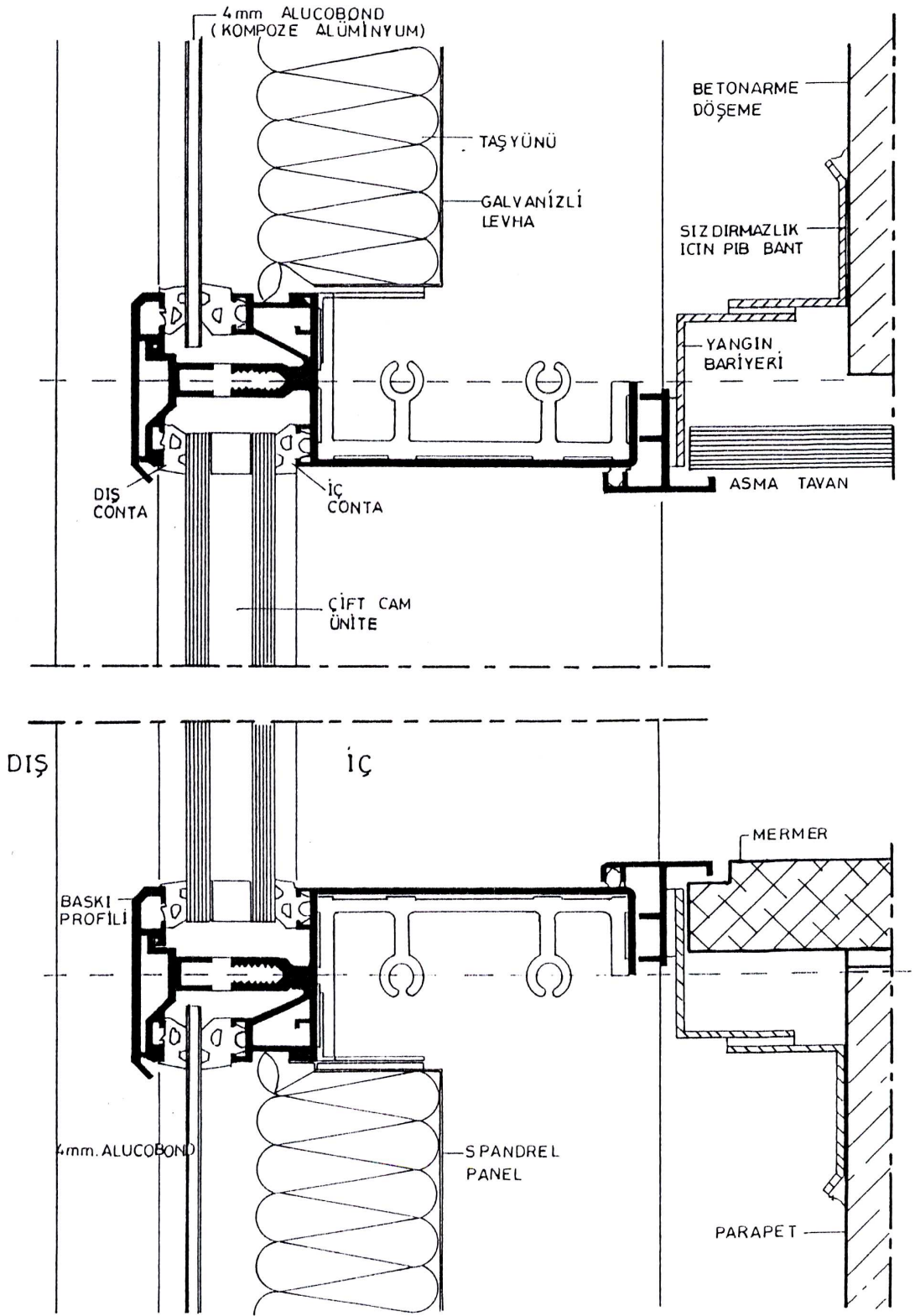
2.2.3 Parapet Bileşeni (Spandrel Bölgesi)

Giydirme cephe sistemlerinde, parapet bileşeninde diğer malzemelere oranla cam malzeme dış koşullara dayanıklılık, bakım kolaylığı, görüntüde homojenlik sağlamaktadır. Ancak parapet bileşeninde kullanılan cam, kiriş ve parapet betonunu, yalıtım malzemesini gizlemesi açısından opak olmak zorundadır. Parapet bileşeninde malzeme olarak alüminyum da kullanılmaktadır. [3]

Parapet bileşenini kesit olarak incelediğimizde dıştan içe doğru cam ünitesi veya alüminyum, hava boşluğu, ısı yalıtım malzemesi, buhar kesici ve parapet duvarı şeklinde bir kesit ortaya çıkar. Bu kesitte yapı fiziği açısından bir takım problemlere çözüm getirilmesi gerekir. [3]

- 1-) Yüksek sıcaklık
- 2-) Yoğuşma
- 3-) Kirlenme
- 4-) Yangın yayılması

Yüksek sıcaklık, kullanılan güneş kontrol camları ile, yoğuşma, parapet bölgesinin havalandırılmasıyla, kirlenme, opaklaştırmanın ısıya dayanıklı malzemelerle yapılmasıyla, yangının yayılması ise parapet önüne konulan yangın tutucu levhalarla çözülebilir. [3]



Şekil 2.4 : Kompoze alüminyum kaplamalı parapet bileşeni ve saydam bölge birleşimi kesit detayı [3]

2.3 Giydirmeye Cephelerde Kullanılan Tespit Bileşenleri

2.3.1 Örtü Bileşeninin Taşıyıcı Bileşene Tespiti

Örtü bileşeni ile taşıyıcı bileşen arasında yer alan birleşimler hafif giydirmeye cephelerin zayıf noktalarıdır. Su geçirimsizlik önemli bir kriterdir. Birleşimde kullanılan elastik su yalıtım malzemeleri derz genişliğinin \pm %20 oranında hareketi karşılayabilir; örneğin 15 mm'lik bir fuga açıklığında bu miktar \pm 3 mm'dir. Daha fazla bir hareket oluşacak ise kuru malzemeler kullanılır ve derz genişliği azaltılır. Tespit bileşenleri ozon, ultraviyole, iklim, ısı gibi etkilere dayanıklı olmalıdır. [1] Örtü ile taşıyıcı bileşenler arasındaki birleşimlerde iki tip malzeme uygulanmaktadır. Birincisi fitillerle yapılan kuru birleşimler, ikincisi ise silikon, poliüretan gibi macunlarla yapılan ıslak birleşimlerdir. [1]

Cam fitillerinin malzemesi genellikle çekme polivinil klorid, çekme veya dökme neopren, çekme veya dökme EPDM olur. Birleşimlerde fitil kullanılmış sistemler her zaman için iyi sonuç vermez. Sistem içindeki basıncın dış basınca oranla genellikle daha farklı olması buna sebep olur. İçeri nüfuz eden su, drene edilenden fazla olunca da sorun belirlemektedir. Suyun kabuk bünyesinde nüfuz etmeden, su kanalları yoluyla dış ortama atılmasına dayanan sistem yağmur perdesi prensibidir. Su kanalları havaya açık olduğundan iç ve dış basınçlar eşit olur ve böylelikle su emilmez. Kanallara gelen su birleşimlere ulaşmadan dışarı atılır. Bu tip sistemlerde su nüfuzu daha zordur. [1]

2.3.2 Taşıyıcı Bileşenlerin Birbirine Tespiti

Örtü bileşenlerinden aktarılan yükleri karşılamakla yükümlü olan taşıyıcı bileşenlerin kendi aralarında yapmış oldukları birleşimler kastedilmektedir. Yatay ve düşey taşıyıcıların birleşimi, düşey taşıyıcıların kat aralarında birbirine tespiti bu birleşim grubu altında yer almaktadır. [1]

2.3.3 Taşıyıcı Bileşenin Bina Taşıyıcı Sistemine Tespiti

Tespit elemanları, giydirme cephe sisteminin ölü yükünü ve rüzgar yüklerini bina taşıyıcı sistemine aktarmaktadır. Tespit bileşenlerinin aşağıdaki özellikleri taşıması gerekmektedir:

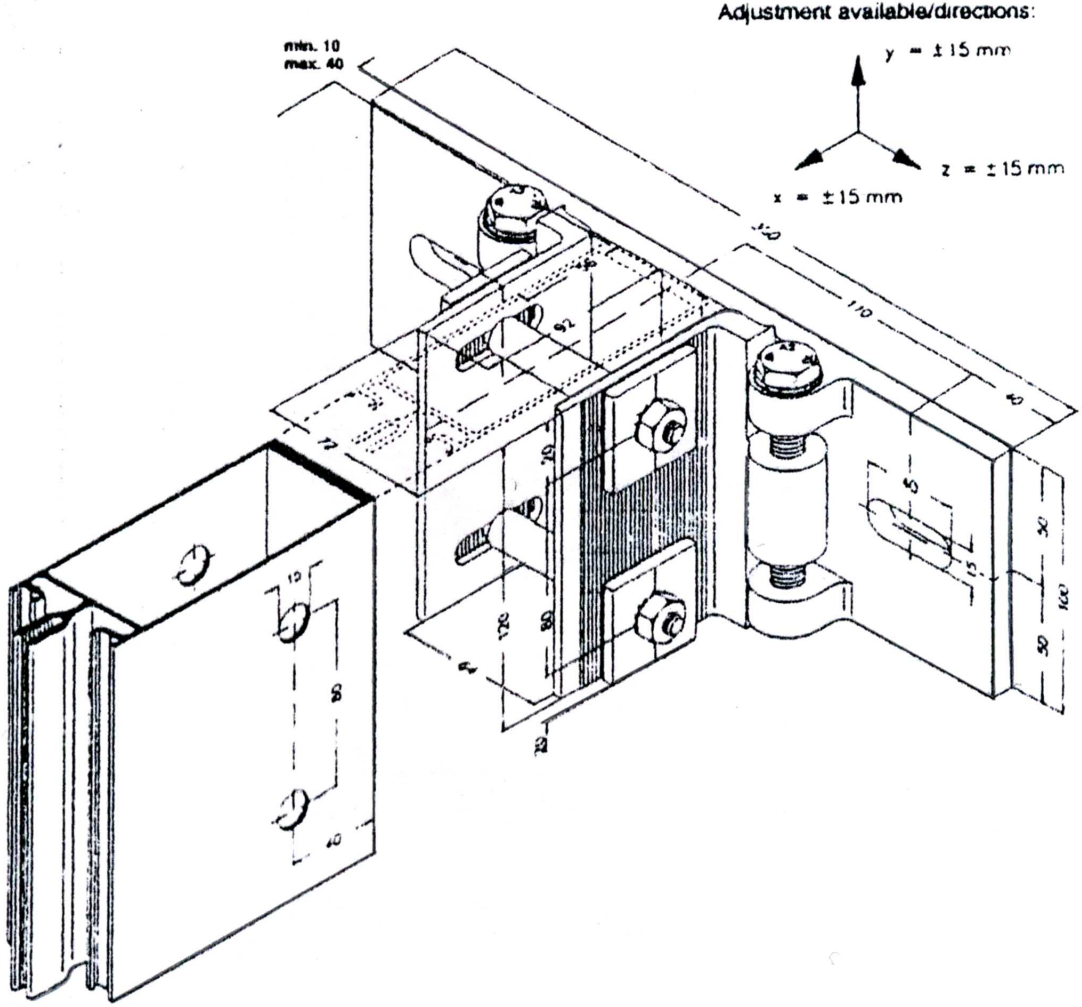
Yeterli Mukavemet: Sistem yüklerini taşıyan ana bileşenler olmaları nedeniyle öncelikle tespit bileşenlerinin kendilerinin yeterli dayanımda olmaları gerekir. Tespit bileşenleri genellikle çelikten üretilmektedir.

Ayarlanma Olanağı: Tespit bileşenlerinin ayarlanabilir olması önemlidir. Ayarlanma üç yönde gerçekleştirilmelidir. Oval delikli vidalama yerleri ve kayıcı plaka düzenekleri yardımı ile ayarlama yapılır.

Kolay Montaj: Giydirme cephelerde tespit ve ayarlama işlemi basit olmalıdır.

Yüzey Koruması: Montajdan sonra genellikle erişimin zor olduğu tespit bileşenlerinin korozyona karşı yüzey koruması yapılmalıdır, çünkü buradaki olası hasar tüm sistemin güvenliğini tehlikeye sokmaktadır. [1]

Tespit için kullanılan elemanların, bir araya getirdiği elemanların malzemesiyle uyumlu olması gerekir. Alüminyum malzeme; alüminyum, manyetik olmayan paslanmaz çelik, kadmiyum kaplı çelik veya galvanizli çelik ile ankre ve tespit edilmelidir. Bazen alüminyum döküm elemanlar da strüktürel olarak kullanılır. Ancak makaslama kuvvetine karşı dayanımsız olduğundan tercih edilmez. Beton içinde kullanılan dübeller döküm demir, dövme demir veya galvanizli çelik olabilir. [1]

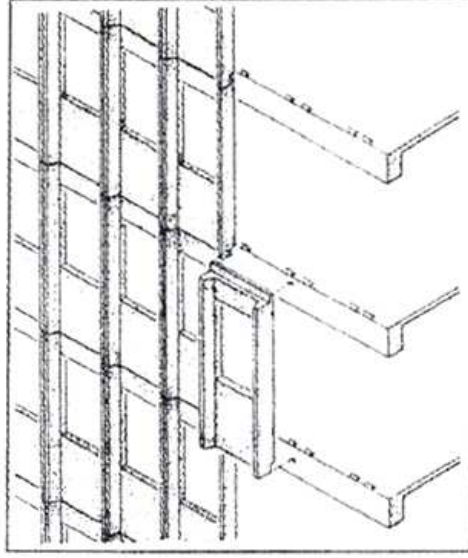


Şekil 2.5 : Üç yönde de ayarlama yapmaya imkan veren tespit bileşeni [1]

2.4 Giydirme Cephelerin Ağırlıklarına Göre Sınıflandırılması

2.4.1 Ağır Giydirme Cepheler(>100 kg/m²)

Ağır giydirme cepheler, ağırlıkları 100 kg/m²'den fazla olan ve genellikle beton esaslı prekast panellerden oluşan duvarlardır. Betonarme dışında cam elyaf donatılı beton, taş veya plastik ya da metal malzemeler kullanılmaktadır. [1]



Şekil 2.6 : Tipik bir ağır giydirme cephe [1]



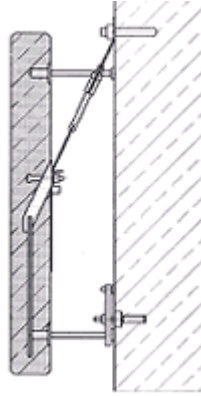
Şekil2.7 : Taşla kaplanmış bir yüksek bina görünüşü [5]

Taş esaslı giydirme cephelerde 2 grup taş kullanılır: doğal taş ve yapay taş. Taş işçiliğinde elde edilen ilerleme, bu yapı elemanının gökdelenlerde bile cephe elemanı olarak kullanılmasına olanak sağlamıştır. Giydirme cephe olarak kullanılabilen taşlar; mermer, granit ve kalkerdir. [5]

Taş giydirme cephelerin yapımı doğru detaylandırılmadığı takdirde büyük risk taşır. Taşların cepheye tam tutunamayıp düşme riski bulunmaktadır. Malzeme çok doğru seçilmeli ve de malzeme kalınlığı en minimuma indirilmelidir. [4]

Beton esaslı giydirme cephe elemanları biçim, boyut, kesit kuruluşu ve bina taşıyıcı sistemi ile bütünleşmesi bakımlarından çeşitlilik göstermektedir. Malzeme olarak normal beton ve hafif beton kullanılmaktadır. [1]

Beton malzemenin ısı iletkenliğinin ($\lambda=1.3-1.6$ W/mK) yüksek olmasından dolayı beton esaslı giydirme cephelerde ısı yalıtımı uygulanmalıdır. Bu olumsuz özelliğin yanında beton, yangın dayanımı yüksek ve ses yalıtımı için iyi olan bir malzemedir. [1]



Şekil 2.8 : Beton giydirme cephe kesiti örneği [5]

Ağır giydirme cephelerde paneller boyutsal yönden şu şekilde sınıflandırılabilir:

- Kat yüksekliğinde dar veya geniş paneller
- Birkaç kat yüksekliğinde paneller
- Parapet elemanları
- Küçük parçalı elemanlar

Kesitte kullanılan katman sayısına göre yapılacak sınıflandırmada ise paneller üç çeşittir:

- Tek katmanlı
- Çift katmanlı
- Üç veta daha fazla katmanlı [1]

Tek katmanlı cephe panellerinde kesit homojen yapıdadır. Tek katmanlı panelin, üretim ve montaj sırasında kolaylık sağlaması gibi olumlu özelliklerinin yanında ısı iletkenliğinin ve ısıl hareketlerinin fazla olması gibi olumsuz özellikleri vardır. [1]

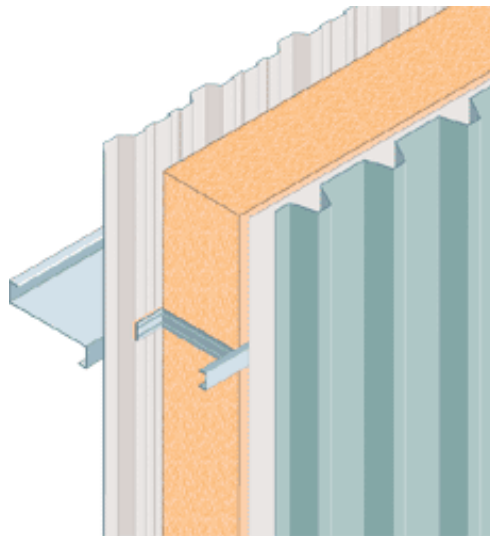
Panellerin çift katmanlı olarak kullanılması her bir katmanın ayrı fonksiyon üstlenmesine olanak sağlar. Panelin kendi içindeki dayanımı bir katman tarafından karşılanırken, diğer katman belirli bir performansın yerine getirilmesi için kullanılır. Yalnız iki farklı malzemeyi bir arada kullanırken malzemelerden “farklı davranış” ve “özelliklerinin” göz önünde tutulması gerekmektedir. Bu farklı davranış, ısı veya nem karşısında malzemelerin gösterdikleri farklı genleşmelerden ileri gelir. [1]

Üç veya daha fazla katmanlı panellerde ise iki betonarme katman arasına ısı yalıtımını sağlayan üçüncü bir katman yerleştirilir. Bu panellere sandviç panel adı verilir. [1]

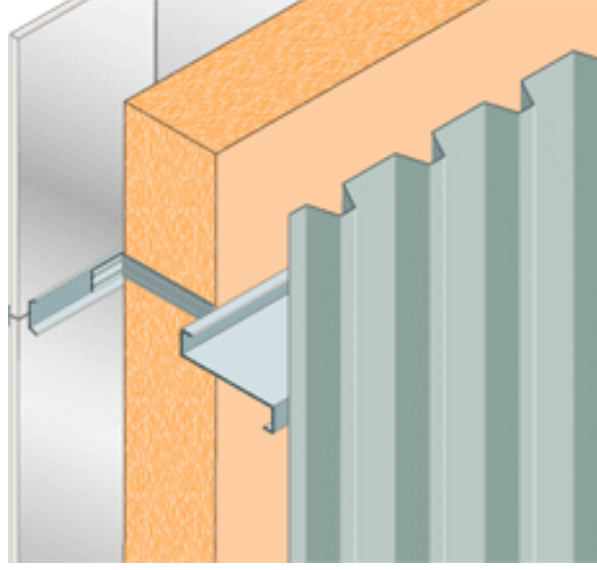
2.4.2 Hafif Giydirme Cepheler

Hafif giydirme cephe sistemlerinde kullanılan eleman ağırlıkları 100 kg/m^2 'yi aşmamaktadır. [1] Genel olarak hafif giydirme cepheleri 3 ana başlık altında inceleyebiliriz:

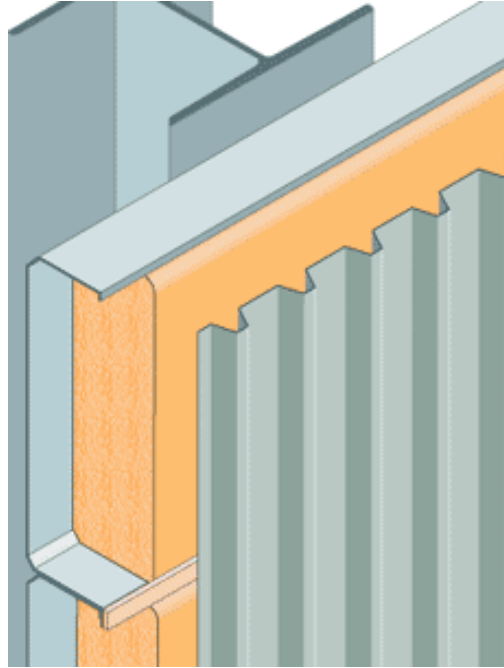
- Perde duvar (curtain wall)
- Sandviç giydirme cepheler
- Metal giydirme cepheler [4]



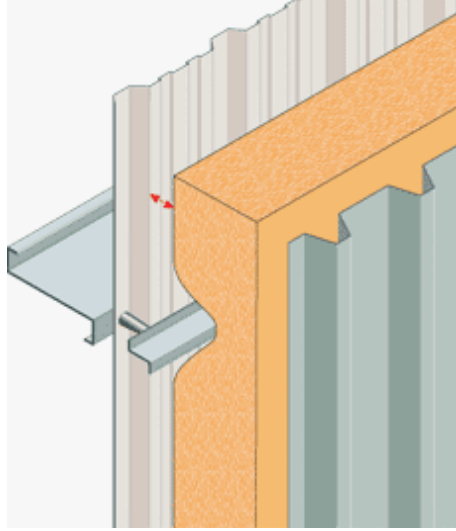
Şekil 2.9 : Dıştan yalıtımlı metal giydirme cephe elemanı [5]



Şekil 2.10 : İçten yalıtımlı metal giydirme cephe elemanı [5]



Şekil 2.11 : Tablalı metal giydirme cephe elemanı [5]



Şekil 2.12 : Yangın dayanımlı metal giydirme cephe elemanı [5]

2.4.2.1 Hafif Giydirme Cephelerin İskelet Türüne Göre Sınıflandırılması

Hafif giydirme cepheler taşıyıcı iskelet türüne göre üç şekilde sınıflandırılabilir:

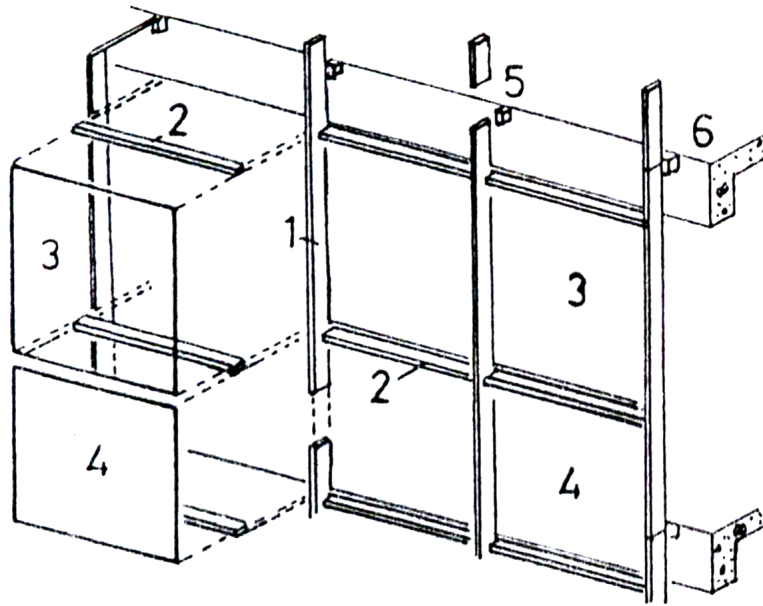
1. Yerinde monte sürekli taşıyıcı ve yatay bağlantılı profilleri ile tespit edilen, saydam bölge ve parapet ünitelerinin takıldığı *çubuk(stick) sistem*
2. Kat yüksekliğinde ve yatay profillerle tespit edilen, saydam bölge ve parapet ünitelerinin takıldığı, sistemin kat bazında yatay derzler ile ayrıldığı *yarı panel sistem*
3. Cephe sisteminin düşeyde kat yüksekliği ve tespit edilen aks aralıkları ebadında olmak üzere, saydam bölge ve parapet ünitelerinin bütünüyle atölyede monte edilerek, montajda yatay ve dikey derzler ile panellerin birbirinden ayrıldığı *panel sistem* [1]

2.4.2.1.1 Çubuk Sistemler

Çubuk sistem, bir ızgara sistemi içinde birbirine dik yönde yerleştirilen yatay ve düşey çubuklardan oluşur. Çubuklar arasındaki boşluklar levha veya cam malzeme kullanılarak kapatılır. Kullanılan bu cam veya levhalar mekan sınırlandırıcı olarak görev yaparlar. Bu örtü bileşenleri ise çubuklara tespit edilmektedir. Genellikle yalnızca çubuklar taşıyıcı iskelete tespit edilmekte, bazı özel durumlarda ise levhalar da tespit edilmektedir. Bu durumda çubuklar üzerindeki yüklem azaltılmış olur.

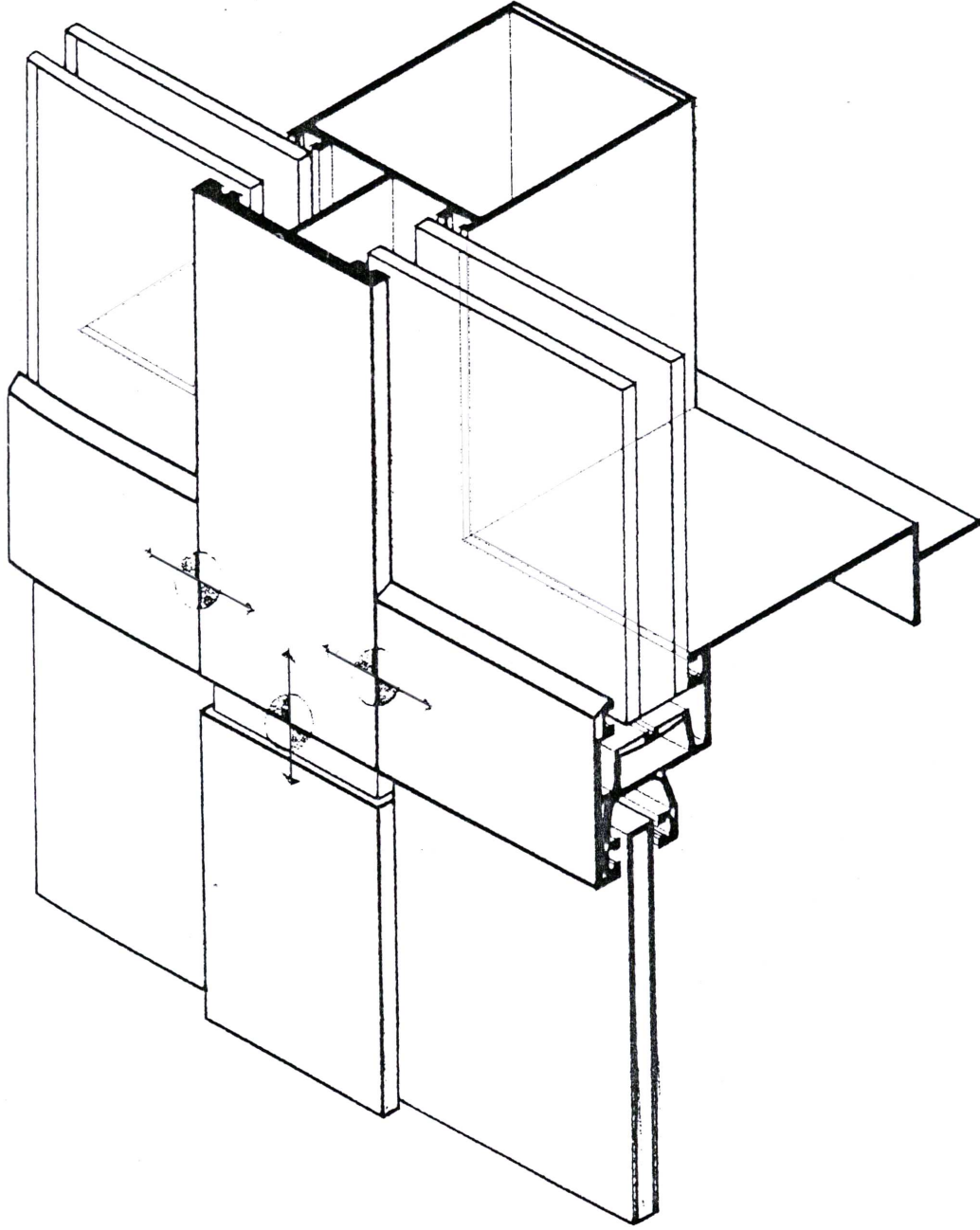
Kullanılan ızgara cephede okunabilir niteliktedir. Çubuk sistemde taşıyıcılar bir bina cephesine belirli aks aralıklarıyla ve boy değişimlerine imkan verecek şekilde bir ucundan sabit diğer ucundan kayıcı olarak tespit edilir. Çubuk sistemlerde her bileşen yerinde monte edilir. Yatay ve düşey hareketlere uyum sağlaması gereken sistemde montaja özen gösterilmesi gerektiğinden işçilik önemlidir. Diğer sistemlere göre daha az maliyetinin olması, çubuk sistemin avantajıdır. Taşıyıcı dikmelerin tespiti döşeme veya kiriş altına, üstüne veya altına yapılır. Dikmeler tek ya da iki kat yüksekliğinde olmalı ve ek yerleri harekete imkan verecek biçimde detaylandırılmalıdır. Rijit birleşimler yerine geçmeli birleşimler uygulanmalıdır. [1]

Çubuk sistem her profil montajının bina cephesinde yerinde yapılması bakımından ve yüksek binalarda hava şartlarından etkilenme, yüksek irtifada tam kontrollü çalışma zorluğu dolayısıyla montajda özel bir itina gerektirir. Aksi halde cephenin sızdırmazlığı bakımından kontrolü zor kusurlar meydana gelebilmektedir. Sistem, genleşmeleri yeterince absorbe edemediğinden cepheden bazen çatırtı sesi gelebilmektedir. [6]



Şekil 2.13 : Çubuk sistem giydirme cephe şeması [3]

- | | |
|----------------|--------------------|
| 1- Dikme | 4- Parapet elemanı |
| 2- Yatay kayıt | 5- Ankraj elemanı |
| 3- Cam | 6- Döşeme kirişi |



Şekil 2.14 : Çuhadaroğlu çubuk sistem detay perspektifi [7]

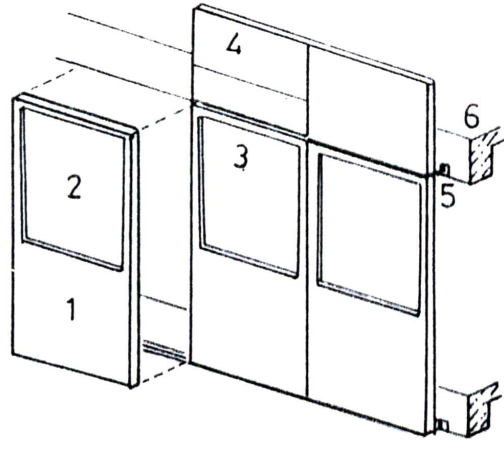
2.4.2.1.2 Panel Sistemler

Panel sistemde kullanılan elemanlar genellikle kat yüksekliğinde panellerdir ve taşıyıcı iskelete doğrudan tespit edilmektedir. Panel sistemde mekanı sınırlandıran da, taşıyıcı iskelete kendi yükünü ve diğer yatay yükleri aktaran da panellerdir. Paneller başka bir yardımcı elemana ihtiyaç olmaksızın yanyana gelir. Panel sistemin

özelliği kapalı, yalnızca paneller arasında derz bulunan cepheler oluşturmasıdır. Bu sistemde elemanın üretimi şantiyeye getirilmeden önce yapılır. Kendi içinde kapalı bir sistem olmasından dolayı geçirimsizlik açısından diğer sistemlerden üstündür. Ayrıca, panellerden oluşan bu sistem, binada meydana gelen yatay ve düşey hareketlerin karşılanması en iyi sonucu vermekte ve cephede genleşmelerden doğan gürültü oluşmamaktadır. Panel sistemde her panelin montajı kendi çerçevesinden yapılmaktadır. Tespit sırasında panelin üç yönde de hareket edebilecek şekilde uygulanmasına dikkat edilmeli ve tespit bileşenleri buna göre seçilmelidir. Montajının çok hızlı yapılabilmesine imkan vermesi, hava koşullarının montaj üzerinde fazla etkili olmaması, çubuk sistemdeki kadar titiz işçilik gerektirmemesi, panellerin bina içinden takılabilmesi ve kapalı özelliğinden dolayı tasarlanan performansa en yakın performansı göstermesi açılarından sistem avantajlıdır. Yatay ve dikey derzler sebebiyle profil miktarının artması ve sonucunda da maliyetinin artması panel sistemin dezavantajıdır. Ülkemizde panel sisteminin kullanım örneklerini İstanbul'daki İş Bankası Genel Müdürlük ve Zincirlikuyu Towers binalarının cephelerinde görebiliriz. [6]

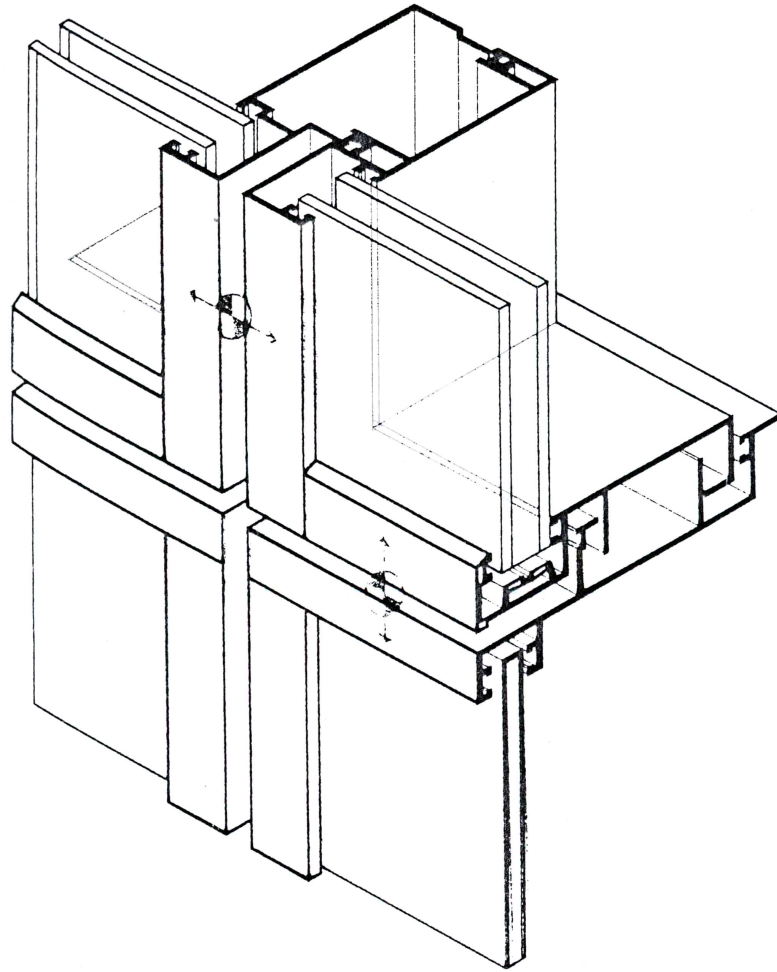


Şekil 2.15 : İş Bankası Genel Müdürlük Binaları –Levent İst [8]



- 1-2. Camlı ve parapet elemanlı cephe elemanı
3. Yerine konulmuş eleman
4. Yeni takılacak eleman
5. Ankraj elemanı
6. Döşeme kirişi

Şekil 2.16 : Panel sistem giydirme cephe şeması [3]



Şekil 2.17 : Çuhadaroğlu panel sistem detayı perspektifi [7]

2.4.2.1.3 Yarı Panel Sistemler

Yatay ve düşey profiller çubuk sistemdeki gibi yerinde monte edilmekte, ancak düşey profiller kat bazında yatay profiller ile bağlanarak sistem kattan kata monte

edilen bir sürekli eleman şekline dönüşmektedir. Oluşan genişmeler her katta absorbe edilebilmekte ve cephede genişleme gürültüsü olmamaktadır. Montajda vizyon panelleri bina içinden takılabilmekte, ancak parapet panellerinin montajı içinde bina dışında asansöre ihtiyaç duyulmaktadır. [6]

Yarı panel sistem, çubuk sistemin ekonomikliği ve tolerans imkanı ile panel sistemin hareketlerine uyum ve kontrollü montaj avantajını birleştiren bir sistemdir.

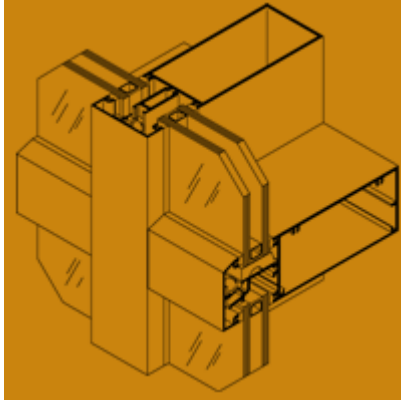
Günümüzde artık bulunmayan World Trade Center'da, Sears Tower ve Sabancı Center binalarında yarı panel sistemli hafif giydirme cephe uygulanmıştır. [6]



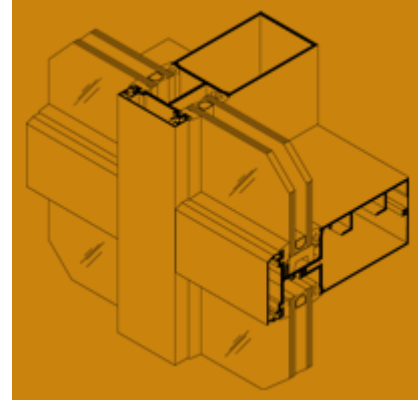
Şekil 2.18 : Sears Tower -Chicago [8]



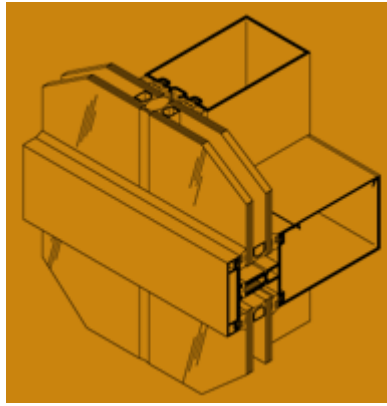
Şekil 2.19 : Sabancı Center Kuleleri- Levent İstanbul [8]



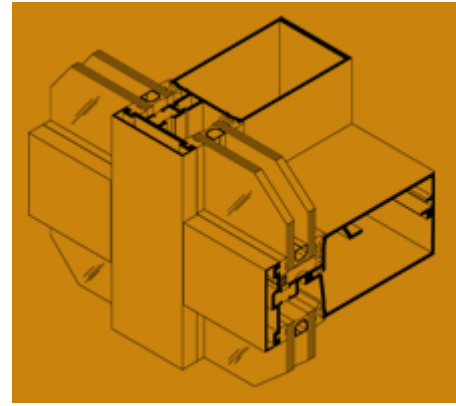
(A)



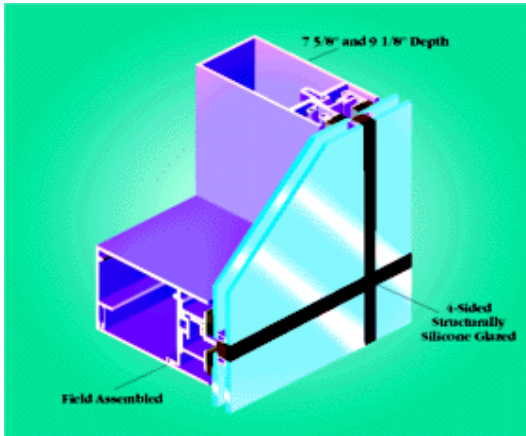
(B)



(C)

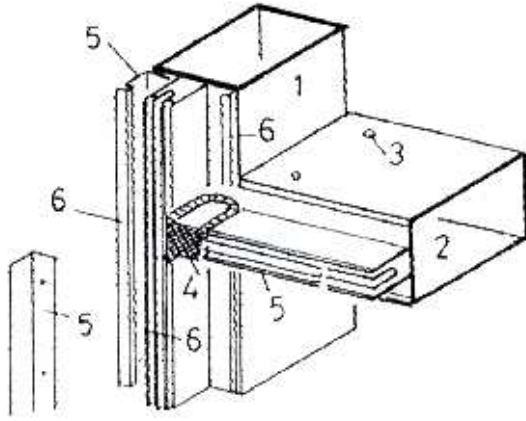


(D)



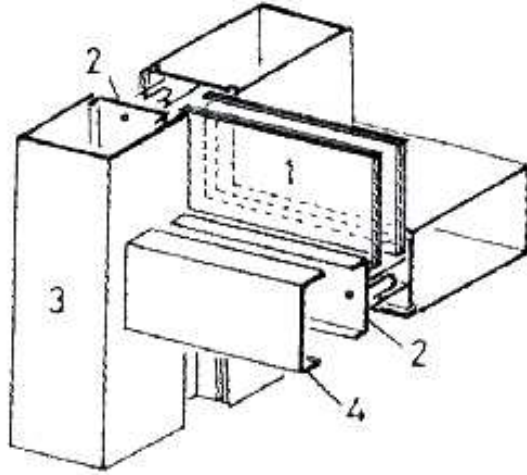
(E)

Şekil 2.20 : (A,B,C,D,E):Yarı panel sistem detay perspektifleri [5]



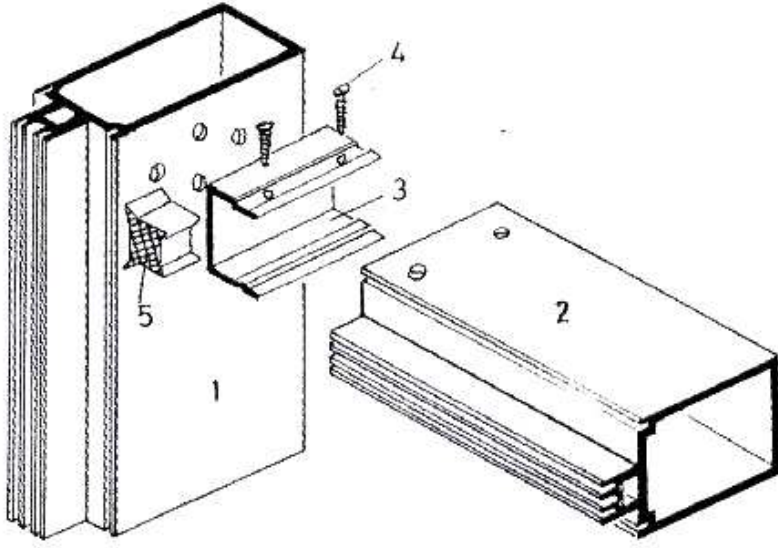
1. Dikme 2. Yatay kayıt 3. Vidalı tespit 4. Plastik takoz 5. Çıta 6. Fital

Şekil 2.21 : Bitmiş montaj [9]



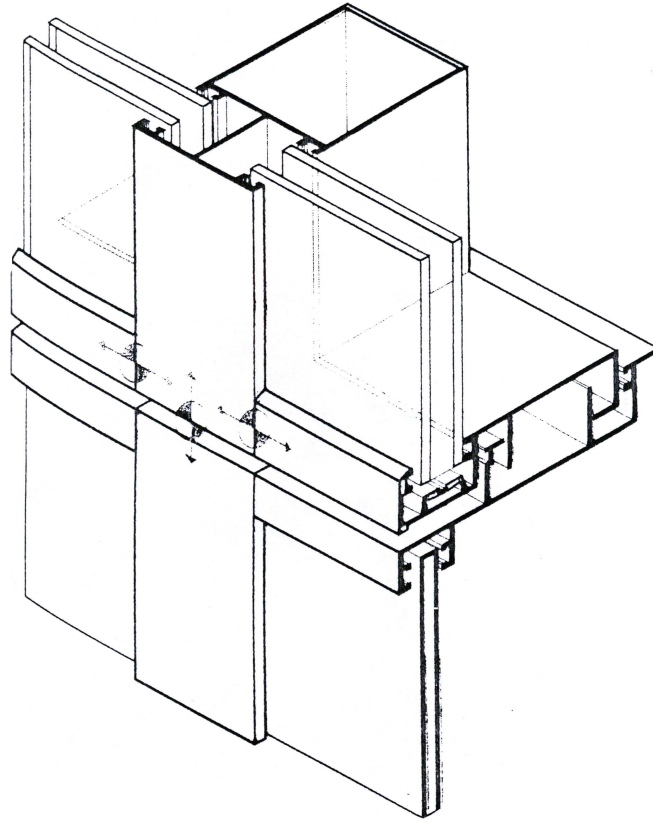
1. Cam 2. Alt kapak 3. Düşey üst kapak 4. Yatay üst kapak

Şekil 2.22 : Monte edilmiş giydirmeye cephe elemanları [9]



1. Dikme 2. Yatay kayıt 3. Bağlantı elemanı 4. Vida 5. Takoz

Şekil 2.23 : Monte edilmemiş giydirme cephe elemanı [9]



Şekil 2.24 : Çuhadaraoğlu yarı panel sistem detay perspektifi [7]

3. GİYDİRME CEPHELERDE DURABİLİTE

Yapıyı oluşturan tüm parçaların sahip olması gereken bir özellik durabilitedir. Giydirme cepheler doğrudan dış etkenlerle karşı karşıya oldukları için, ısı performansları, durabilitenin sağlanmasında büyük önem taşımaktadır. Bu sebeple önce durabilitenin tanımı yapılacak ve durabiliteyi belirleyen bütün parametreler genel olarak anlatılacaktır.

3.1 Durabilitenin Tanımı

Durabilitenin kelime anlamı, dış etkiler karşısında yeterli dayanıma sahip olma ve bu sayede uzun ömürlü olma, beklenen performansları sürdürme demektir. Yapı elemanı açısından ele alındığında durabilite; bir bileşenin belirlenen bir süre zarfında ömrünü sürdürebilmesiyle birlikte, bileşenlerden meydana gelen sistemlerin de aynı şekilde dayanıklı olması ve beklenen performansları yerine getirebilmeleridir. [10]

Her yapı bileşeni bulunduğu çevreye bağlı olarak bir ömre sahiptir. Bu ömür, teknolojik gelişmelerle birlikte uzayabilmektedir. Durabiliteyi arttırmak mümkündür; fakat yapı sistemlerinin durabilitesi söz konusu olunca, sistemi tek başına ele alamayız. İçinde farklı elemanlar bulunduran her sistemin durabilitesi, içinde barındırdığı bütün bileşenlerin durabilitesinin artırılmasıyla artacaktır. Bunun yanında, bütün bileşenleri durabiliteye sahip bir sistem, sistem olarak görevlerini yerine getiremiyor olabilir. O zaman yapı elemanlarının durabilitesinin tanımı için, sürdürülebilirlik ve uzun ömürlülük yanında “istenilen seviyede bir performansa sahip olma özelliğini” de eklemek gerekmektedir. [10]

3.2 Giydirme Cepheleerde Durabilite için Tasarım Yaklaşımları

3.2.1 Hava Koşullarından Koruma

Giydirme cephe tasarımında ve yapımında en önemli nokta hava koşullarından korumadır. En çok dikkat edilmesi gereken konu ise “su” ve suyun getirdiği problemlerdir.

Giydirme cephede temel hatalar birleşim detaylarında meydana gelir. Birleşim yerlerindeki elemanlarda meydana gelecek hareketlerden veya bozulmalardan kaçınılmalıdır. [10]

3.2.2 Bileşen Uyumu

Birleşim yerlerinin detaylarının hatasız olması, giydirme cephenin sistem olarak yeterli performans gösterebilmesi için çok önemlidir. Yapının farklı yerlerinde farklı detaylar oluşacaktır. Noktasal sorunlar varsa çözülmeli, ve bir noktadan diğer noktalara sorun taşınmamalıdır. [10]

3.2.3 Taşıyıcı Sistem ve Yükler

Giydirme cephe sistemi, taşıyıcı sistem ile tam bir uyum içinde olmalıdır. Binaya ilişkin tüm hesaplar doğru şekilde yapılmalı ve cephenin karşılamak zorunda olduğu tüm yükler hesaba katılmalıdır. [10]

3.2.4 Test

Bir giydirme cephe örneği alınarak test edilmelidir. Cephe, hava geçirimsizlik, yüklere dayanım, suya dayanım gibi testlerden başarıyla geçmelidir. [10]

3.3 Durabilite için İşçilik Yaklaşımları

3.3.1 İşçilik Kalitesi

Giydirme cephenin montaj ve yapım aşamasında yüksek standartta bir işçilik gereklidir. Çevresel hasarları minimuma indirmek için, cephe panelleriyle ilgili kararlar doğru verilmelidir. [10]

3.3.2 Araziyle İlgili Çalışmalar

Yapının inşa edildiği arazide giydirme cephe panellerinin hasar görmemesi için gerekli önlemler alınmalı, depolama yerleri bulundurulmalı. Zemin özellikleri belirlenmeli ve zemine uygun bitirme teknikleri uygulanmalı. [10]

3.4 Durabiliteyi Olumsuz Etkileyen Faktörler

Giydirme cephelerin durabilitesini olumsuz etkileyen temel 5 faktör vardır;

- Malzeme kusurları
- Tasarım hataları
- Montaj hataları
- Çevresel faktörler
- Bilinçli veya tesadüfi hasarlar [11]

3.4.1 Malzeme Kusurları

Cepheyi oluşturan elemanlar daha yerine varmadan hasar görebilirler. Hasar, bina tamamlandıktan hemen sonra ortaya çıkabileceği gibi, bina kullanıma açıldıktan seneler sonra da açığa çıkabilir. Malzeme kusurları, ilgili standartlara ve prosedürlere uyulduğu sürece büyük ölçüde önlenebilir. [11]

3.4.2 Tasarım Hataları

Tasarım hataları çok yaygın değildir. Farklı binalar yaratma amacıyla tasarlanan girintili çıkıntılı, karmaşık ve hareketli cepheler giydirme cephe montajını zor kılar. Bir başka tasarım hatası ise, birbiriyle uyuşmayan malzemelerin bir arada kullanılacak şekilde tasarlanmasıdır. [11]

3.4.3 Montaj Hataları

Cepheyi hızlı tamamlamak için yapılan dikkatsiz montajlar sonucu, tahmin edilemeyecek kusurlar ve hatalar ortaya çıkar. Montaj süresinde yerine zamanında ulaşamayan elemanların yerine, kendilerine yakın nitelikte, daha düşük kalitedeki malzemelerin konması da montaj sırasında rastlanan hatalardandır. Yerine konulan

malzemenin performansı, düşünölen malzeme kadar iyi olmayabilir ve bina kullanımı sırasında zaman ve enerji kayıplarına, bozulmalara yol açabilir. [11]

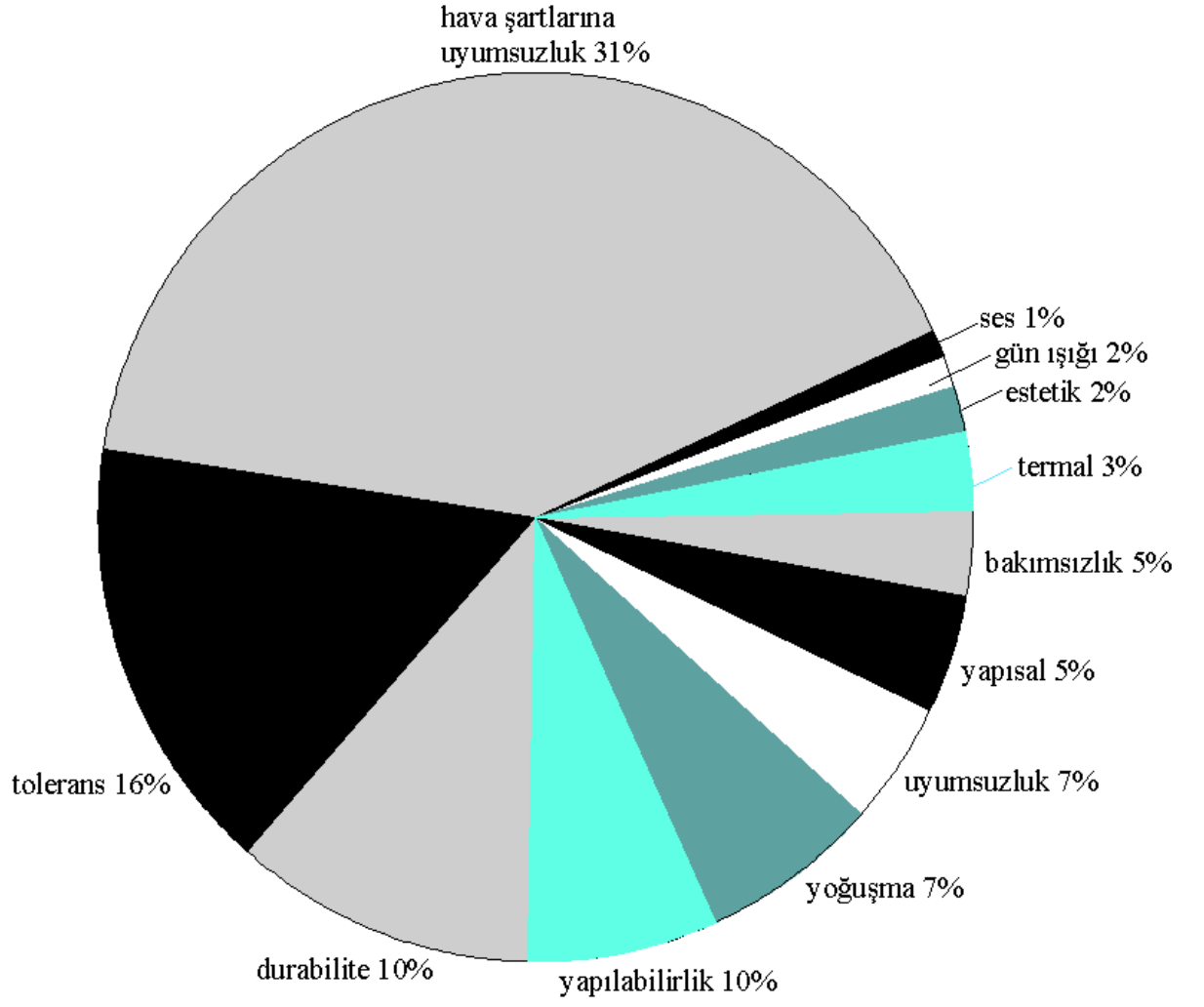
3.4.4 Çevresel Faktörler

Çevresel faktörler, cepheye uzun süre içinde etki ederler. Cephe; sıcaklık değışimleri, radyasyon, ultraviöle ışınlar, asit yağmurları ve atmosfer kirleriyle karşı karşıyadır. Bütün bu dış faktörler, cephe elemanlarında bozulmalara ve elemanlar arasındaki bağlantılarda zayıflamalara yol açar. [11]

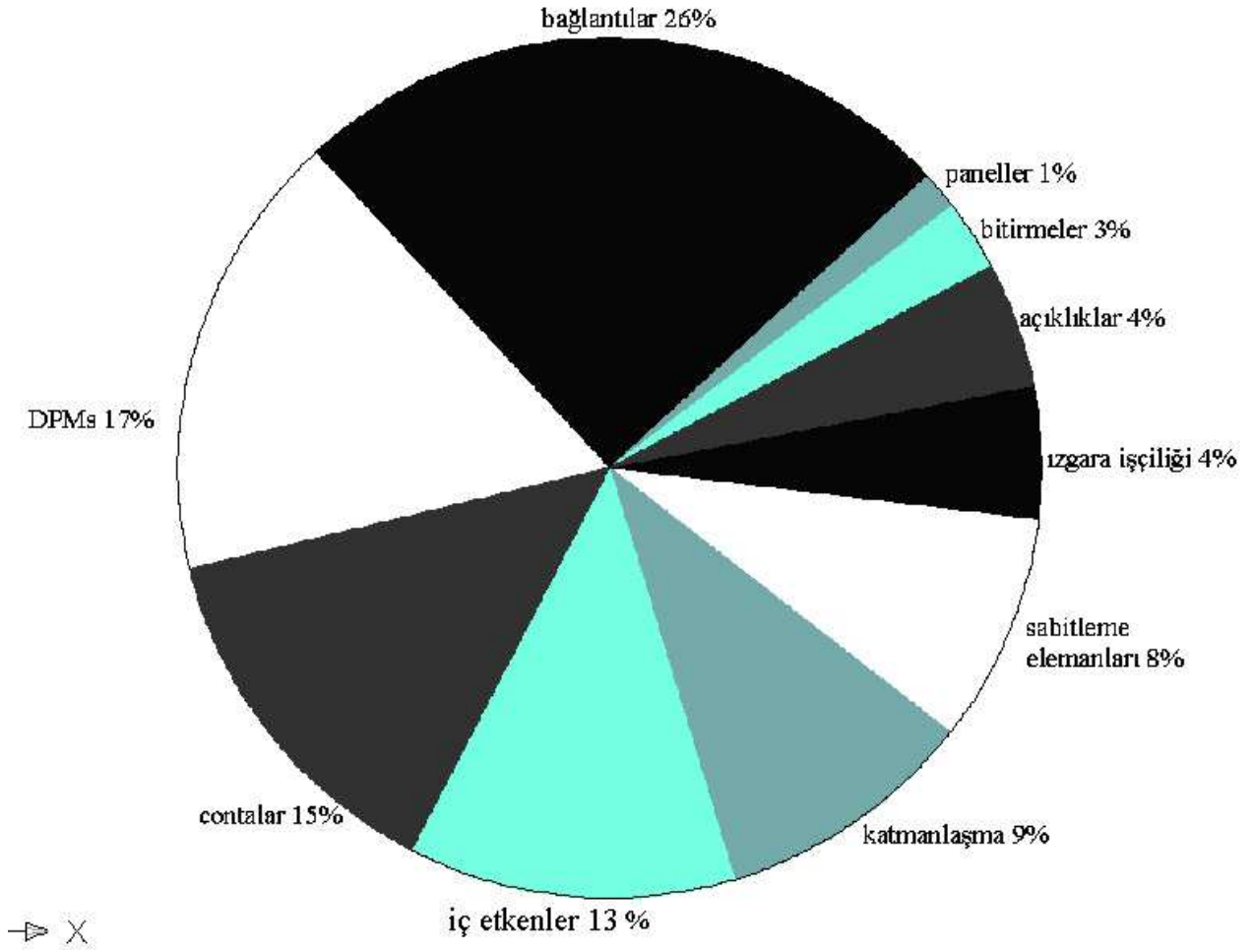
3.4.5 Bilinçli veya Tesadüfi Hasarlar

Cepheye bilinçli olarak yapılan saldırılar, camları kırma, cephe elemanlarını çizme, cephe üzerine değışik malzemeler yapıştırma veya boyama şeklinde olabilir. Bu tür hasarların oluşumu, dayanıklı malzeme kullanımı veya hasar verecek kişinin engellenmesi şeklinde engellenebilir.

Bilinçsiz hasarların çeşidi çoktur. Bu tip hasarlarda da önemli olan belli bir yerdeki hasarın bina bütününe yayılmasını önlemek, cephe elemanlarını buna göre belirlemektir. Şekil 2.1’de giydirme cephelerde en çok görölen performans hataları verilmektedir.[11]



Şekil 3.1 : Giydirme cephelerde en çok görülen performans hataları[12]



Şekil 3.2 : Giydirme cephede en çok bozulmaya sebep olan elemanlar[12]

4. ALÜMİNYUM GIYDIRME CEPHELERDE DURABİLİTE KOŞULU OLARAK ISIL PERFORMANS

Alüminyum giydirme cepheler, özellikleri iyileştirilmiş alüminyum ve yalıtım cam ünitesinin bir araya gelmesiyle oluşan kompleks sistemlerdir. Bu sebeple, cephenin uzun ömürlü olması; durabilitesini hem teker teker tüm elemanlar seviyesinde hem de sistem seviyesinde en uzun müddet koruyabilmesine bağlıdır. Alüminyum giydirme cephelerde görülen genel durabilite problemleri şunlardır;

Cam ve cam katmanları kusurları: Cam yüzeyinde yoğuşma, kirlenme, düşük ısı yalıtımına sebep olma, ısı biriktirme ve bundan doğan kırılmalar, çerçeve elemanlarıyla uyumsuzluk, gerilmeler. [27]

İç çerçeve elemanları kusurları: Isıya bağlı hareketler, yapısal hareketler, yoğuşma, yoğuşma suyunun uzaklaştırılamaması. [27]

Dış çerçeve elemanları kusurları: Isıya bağlı hareket, yapısal hareket, çevresel koşullar ve hava koşullarından (ısı, güneş, UV...) kaynaklanan bozulmalar. [27]

Yukarıdan anlaşıldığı gibi; ısı performans, alüminyum giydirme cephenin durabilitesiyle çok yakından ilişkilidir. Beklenen performansı gösteremeyen bir cephede, yukarıda belirtilen problemlerin pek çoğunun oluşacağı söylenebilir.

4.1 Giydirme Cephelerin Isıl Performans Tanımı

Mevcut bir binanın iç ortamının hem kullanıcı konforunu sağlıyor olabilmesi hem de ekonomik açıdan kayıplara sebep vermiyor olabilmesi için o binanın cephe malzemelerinin ve malzeme bileşkelerinin ısı özellikleri çok iyi analiz edilmelidir. İç ve dış mekan arasında, kendi başına bir geçiş görevi üstlenen dış cephe, ısı bir filtre olarak görev yaparak ve dış çevre koşullarına yeterli oranda uyum sağlayarak ısı performansını yerine getirmiş olur.[13]

Sıkça kullanılmaya başlanan hafif kütleli malzemeler ve bu malzemelerin yer aldığı yapımların teknikleri, geleneksel yöntemlerle inşaa edilen binalara kıyasla çok daha farklı

ısıllı karakteristıklere sahip binalar oluşmasına sebep olmuşlardır. Ağır malzemelerden oluşan taşıyıcı dış duvarlar, yeterli ısı yalıtımı sağlamaktaydı ve dikkate alınacak ısıllı kapasiteye sahiplerdi. Dış sıcaklığa büyük ölçüde uyum sağlayabilen bu tür cepheler, büyük miktarda ısı depolama özellikleri sayesinde sabit ve konforlu bir iç sıcaklık sağlayabiliyor, böylece ısıtma giderlerini de azaltıyorlardı. [13]

Dış duvarın taşıyıcılık fonksiyonundan sıyrılması, onun ince, hafif kütleli, saydamlık oranı opaklık oranına göre daha büyük bir yapı elemanı haline gelmesini sağladı. Bu özelliği, duvarın dış iklim koşullarına uyum kabiliyetini düşürdü ve yapay bir iç iklim yaratılmasını gerektirdiği için bu amaca hizmet edecek mekanik ekipman giderlerine sebebiyet verdi. [13]

Isıl performansın gerektiği gibi yerine getirilmesi kullanıcılar açısından da büyük önem taşımaktadır. Isı yalıtımı yeterli seviyede olunca, kullanıcıların ısıllı konfor seviyesi artmakta, yalıtım maliyeti azalmaktadır. [45] Isıl koşullardan memnuniyet kişiden kişiye değişse de, ısıllı konfor durumunda kullanıcıların büyük bir çoğunluğu iç iklim koşullarıyla tatmin olmaktadır. Başka bir tanımla ısıllı konfor; insanların, ortamın sıcak veya soğuk oluşundan hiçbir şekilde şikayetçi olmadan yaşayabilmelerini sağlayan durumdur. [14] İnsan vücudunun belirli sınırlar içerisinde bulunması gereken bir sıcaklığı vardır. Isıl konfor için ideal olan, vücuttan kaybedilen ısı ile vücudun çevreden kazandığı ısı miktarının dengede olmasıdır. Eğer kaybedilen ısı miktarı kazanılandan az ise üşüme hissi oluşur. Tersini durumda ise terleme meydana gelir. [13]

4.2 Isıl Performansı Belirleyen Etkenler

Alüminyum giydirme cepheler, birçok bileşenden oluştuğu için, ısıllı performans değerleri de iç-dış etkenler ve malzeme düzeyindeki etkenler olmak üzere pek çok etkene bağlıdır. Bu etkenler başlıca; ısıllı kapasite, ısıllı direnç, saydam bölgelerin ısıllı geçirimsizliği, camlardan edinilen toplam ısı kazancı, malzeme seçimi ve güneş kontrol elemanlarıdır.

4.2.1 Isıl Kapasite

Bir malzemenin özgül ısısı, o malzemenin sıcaklığını 1 °C arttırmak için ihtiyaç duyduğu ısı miktarıdır. Cismin hacimsel özgül ısısı, (özgül ısı ile yoğunluğun çarpımı) cismin 1 m³'ünün sıcaklığını 1 °C arttırmak için gereken ısı miktarıdır. Hacimsel özgül ısının malzemenin kalınlığıyla çarpımı ise bize o malzemenin ısı kapasitesini verir. [13] Isıl kapasitenin birimi kJ/(mol.K) olarak belirlenmiştir. [45]

Bir dış duvar elemanının ısı kapasitesi ne kadar yüksek olursa, duvarın ısınması o kadar uzun sürer, ısı depolama kapasitesi de o kadar yüksek olur. Böylelikle, soğumaya başladığı zaman içinde depoladığı ısıyı harcama kabiliyeti de o kadar yüksek olur. [13]

Isıl kapasitenin yüksek olmasının en net sonucu, yüksek ısı yalıtımı sağlamadır.[45] Hafif kütleli bir dış cephe sistemi, dış hava sıcaklığındaki değişiklikleri hızlı bir şekilde iç sıcaklığa yansıtacaktır. Ayrıca cephede depolanan ısı miktarı, masif duvarlı bir yapıya göre çok daha az olacak; böylelikle yapının ısınıp soğuması kısa süreler içinde gerçekleşecektir. [13]

Ofis, okul binaları gibi sürekli hizmet halinde olmayan binalar için, bina kullanılmaya başlanmadan önce kısa süre içinde binayı ısıtabilmek ve yakıt tasarrufu sağlamak çok önemlidir. Düşük ısı kapasiteye sahip cephe elemanları, ısıtılma durumunda çabuk tepki verir, ön ısıtma için gerekli yakıt miktarını ve ısıtma süresini büyük ölçüde azaltır. Sürekli hizmet halinde olmayan binalarda, düşük ısı kapasiteli cephe elemanları kullanılması uygundur ancak birkaç önemli nokta göz önünden kaçırılmamalıdır. Bunlar;

- Isıl kaynağa duyulan ihtiyaç, her bir odada bulunacak olan ısı yayıcının termostatik kontrolü tarafından belirlenecek ve bu kontrol sistemi, ihtiyaç duyulduğu kadar ısı sağlamak için uygun olacaktır.
- Yüksek dış sıcaklıklar sonucu oluşan yüksek solar radyasyon sebebiyle meydana gelebilecek “iç mekandaki fazla ısınma” lara karşı yeterli önlemler alınmalıdır.
- Cephe sistemi yüksek ısı dirence sahip malzemelerle donatılmış olmalıdır.

[13]

4.2.2 Isıl Direnç ve Isı Geçirimsizliği

Isıl direnç ısı iletkenlik ve ısı transferlerini kapsayan bir fonksiyon olarak algılanabilir. Isıl direnç, ısı geçirimsizliğinin karşıtı olarak düşünölebilir. Isıl direnç ne kadar yüksekse, ısı geçişi o kadar düşük olacaktır. [15] Isıl direnç birimi “W/K” olarak belirlenmiştir. Sembölü ise “ θ ” olarak kullanılır.[45]

Bir yapıda, içerden dışarıya ısı kayıplarının minimuma indirilmesi ve iç yüzey sıcaklıklarının iç mekan sıcaklığıyla hemen hemen aynı değerde olmaları o yapıda ısı konforun sağlanması için gerekli en önemli iki durumdur. Bunun için de düşük ısı geçirimsizlik değerine ihtiyaç vardır. [13] Isıl geçirimsizliğin birimi “W/m²K” olarak belirlenmiştir ve sembolü “U” olarak kullanılır. [45]

Tablo 4.1: Değişik ısı geçirimsizlik değerleri için iç yüzey sıcaklıkları[13]

(iç sıcaklık 18.3 °C, dış sıcaklık -1.1 °C)

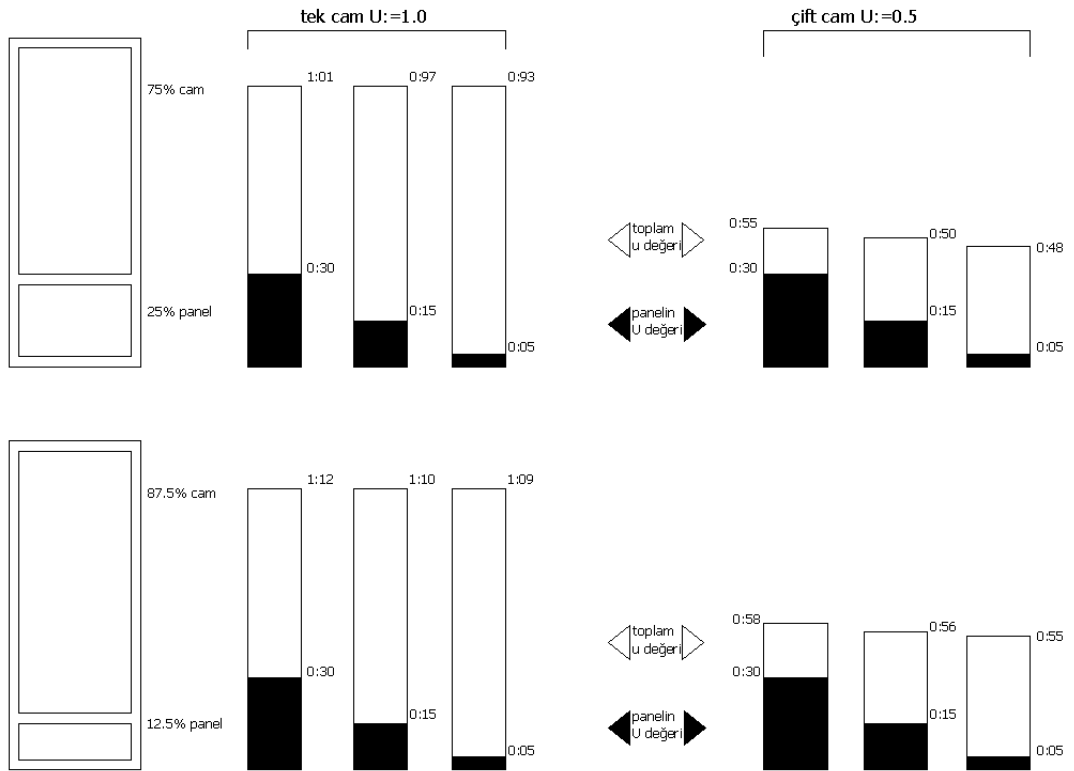
Isı geçirimsizlik değeri(U)	İç yüzey sıcaklığı °C
0.9	6
0.8	7.5
0.7	8.89
0.6	10.17
0.5	10.56
0.4	12.89
0.3	14.22
0.2	15.61
0.1	17

Dış cephenin U değeri, ısı geçirimsizlik miktarını ayarlayabilir fakat, cephe üzerine düşen solar radyasyonu kontrol etme becerisine sahip değildir. Sıcaklığa bağlı büyük genleşmeler veya fiziksel zararlar gibi problemler yanında, yüksek miktarda solar radyasyon emilimi sonucu oluşacak yüksek yüzey sıcaklıkları, “havadan havaya” doğrudan ısı iletimini sağlayabilmektedir. [13]

Isıl direnç, doğrudan cephe tarafından emilen ısı miktarı ve bu ısının iç mekana ne kadar süre içinde ne kadar miktarda geçirildiğine bağlı olduğu için, cephenin ısı kapasitesi ve cephenin iç yapısıyla birinci dereceden bağlantılıdır. Giydirme cephe panellerinin iç yapısında bulunan özel amaçlı bölgeler, ısı dirence etki etmektedir. Bunların başında havalandırma boşlukları, drenajlar ve ısı yalıtımı sağlayan boşluklar bulunmaktadır. Tropikal iklimlerde ısı kazançları minimuma indirmek

için, açık renkli, mat yüzeyli ve havalandırma boşlukları olan cephe sistemleri tercih edilirken, soğuk iklimlerde içten havalandırılmalı boşlukları olan sistemler tercih edilir. [13]

Dış cephenin saydam bölge oranı arttıkça, opak kısımların U değerleri azalacaktır. Bu durumda, kullanılan camın türü büyük önem kazanacaktır. Ayrıca, toplam cam yüzdesinin opak alan yüzdesine oranı da U değeri üzerinde çok etkilidir. Şekil 4.1’de, kullanılan cam tipinin ve camın cephe alanına oranının, cephenin U değerini nasıl etkilediği gösterilmektedir.[13]



Şekil 4.1 :Cam tipi ve oranına göre U değeri değişimleri[13]

Burdan çıkan sonuçları 3 madde halinde özetleyebiliriz;

- Panel alanı (opak bölge alanı) toplam duvar alanının %50'sini oluşturuyorsa, panelin U değeri olabildiği kadar düşük olabilmeli, mümkünse 0.15 civarında olmalıdır.
- Panel alanı, toplam duvar alanının %50'sinden az ise, tek tabakalı veya çift tabakalı cam kullanılması farketmeyecek şekilde, panelin U değerini 0.20'nin altına indirmenin önemli boyutta bir yararı olmayacaktır.

- Panel alanı toplam duvar alanının %25'inden az ise, panelin U değerinin nerdeyse hiç denecek kadar bir önemi vardır. [13]

4.2.3 Saydam Bölgelerin Isıl Geçirirnililiği

Cepheyi oluşturan bölgeler arasında saydam olan cam, opak kısımlara göre daha kompleks özellikler göstermektedir. Camların, konveksiyon, kondüksiyon veya radyasyon ile dış ortamdan iç ortama geçirdikleri ısı miktarının değerleri çok geniş aralıklar içinde olabilir ve de ısı geçiş hızı çok değişik değerlere sahip olabilir. [13]

Cam, üzerine düşen solar enerjinin büyük kısmını dalga boyunu değiştirmeden aynen iç ortama iletir. Bu da net ısı transferi değerinin çok değişken olmasına sebep olmaktadır. Bu değişkenlik bazen o kadar çok olur ki, yüksek radyasyon mevcut olduğu zamanlarda, cam konveksiyon veya kondüksiyonla kaybettiği ısıdan fazlasını radyasyon ile kazanır hale gelir. Bu durumda U değeri öyle uç bir değere gelir ki negatif değer alabilir. [13]

Cam malzemesi için tek bir U değerinden söz etmek mümkün değildir. Isıl geçirirnililiği etkileyen pek çok faktör vardır. Bunlar ; iç mekan koşulları, bina oryantasyonu, rüzgara maruz kalma durumu, gölgeleme durumu gibi faktörlerdir. [13]

Tablo 4.2 : Değişik koşullara bağlı olarak, cam sisteminin U değerinin değişimi [13]

Oryantasyon	Rüzgara Maruz Kalma					
GÜNEY	Oryantasyon	Normal	Ciddi			
BATI, BG, GD		Korumalı	Normal	Ciddi		
KB			Korumalı	Normal	Ciddi	
K, KD, D			Korumalı	Normal		Ciddi
TEK CAM	0.7	0.79	0.88	1.00	1.14	1.30
ÇİFT CAM						
1/8 iç hava	0.52	0.57	0.61	0.68	0.73	0.79
1/4 iç hava	0.47	0.51	0.54	0.58	0.63	0.67
3/8 iç hava	0.44	0.47	0.51	0.54	0.58	0.62
1/2 iç hava	0.42	0.46	0.48	0.52	0.55	0.59
3/4 iç hava	0.41	0.44	0.47	0.50	0.53	0.56

Camlardan geçirilen toplam ısı miktarını etkileyen faktörler başlıca; cam boyutları, bina oryantasyonu, açılabilir camların hava dayanımları, camın türü, ısıl by-pass olarak sıralanabilir.

Camlardan ısı kazanıldığı gibi, ısı kaybı da olmaktadır. Cam yüzeyinden bir saat içinde kaybedilecek ısı miktarını bulmak için Denklem (4.1)'i uygulayabiliriz

$$H=0.019 V_a \Delta t$$

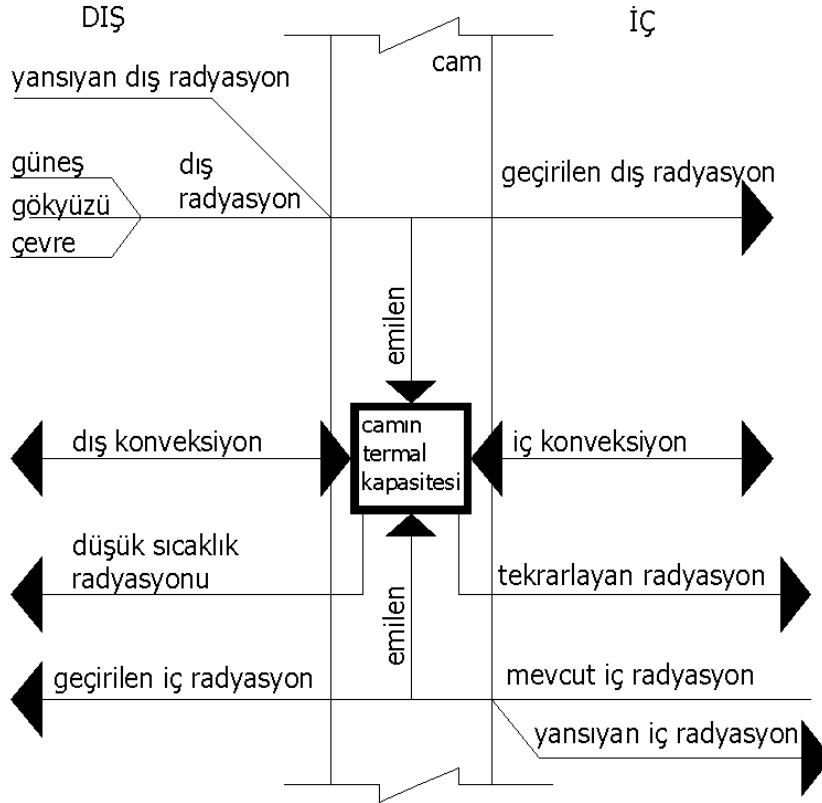
(4.1)

H= bir saat içinde cam yüzeyinden kaybedilen ısı miktarı (B.t.u.)

V_a = hava akışının hızı (ft³/saat) (1 ft = 0.3048 m)

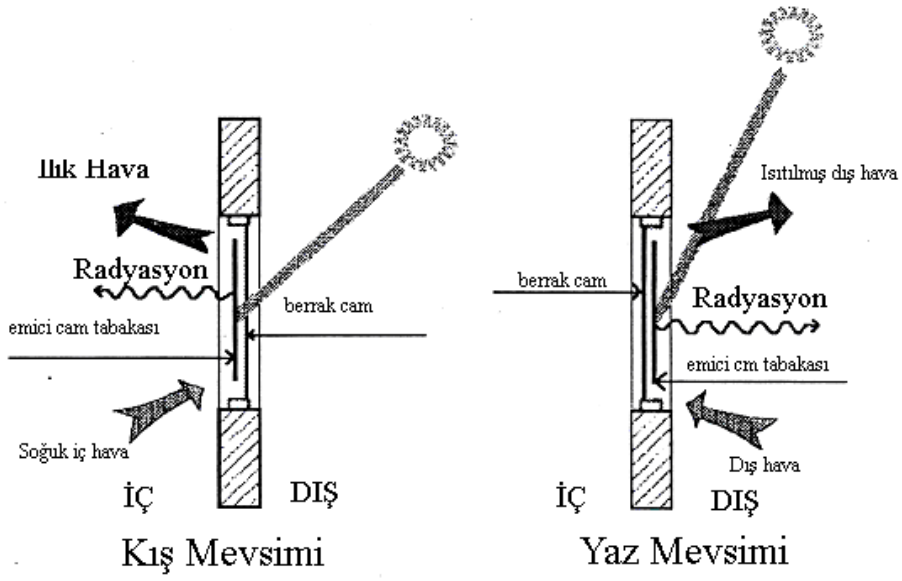
Δt = iç-dış sıcaklık farkı (F) (F=1.8°C+32) [13]

4.2.4 Camlardan Edinilen Toplam Isı Kazancı

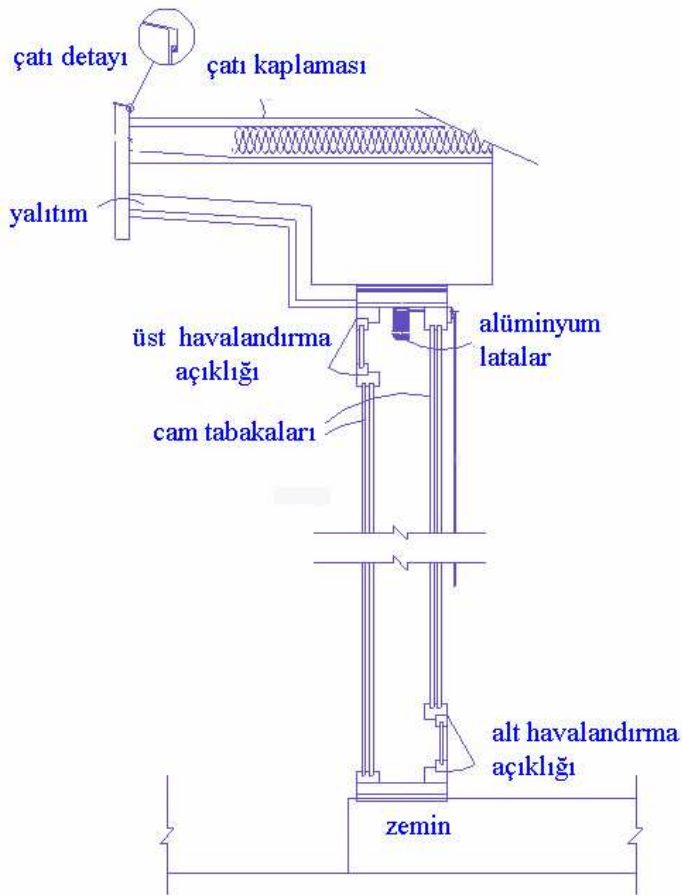


Şekil 4.2 : Camın ısı dengesi[13]

Isıl performansın sağlanmasını zorlaştıran bir etken de mevsimlerdir. Yaz mevsimi için çok ideal olan bir sistem kışın konfor koşullarını sağlayamayabilir; veya tam tersi de olabilir. Yazın iç mekanın fazla ısınmasını engelleyen, aynı zamanda kışın güneş ışınlarından büyük ölçüde yararlanarak iç mekanın ısınmasını sağlayan bir cam sistemi henüz oluşturulamamıştır. Bu konuda yapılan araştırmalar ve deneyler sonucunda önerilen bir takım sistemler olmuştur. Aşağıda ısı performansını maksimize edilmesi için oluşturulabilecek cam sistemlerinden örnekler verilmiştir. [16]



Şekil 4.3 : Yaz ve kış mevsimleri için düşünülen pencere sistemi[16]



Şekil 4.4 : İç mekan havalandırmasına yardımcı pencere sistemi[17]

4.2.5 Malzeme Seçimi

Alüminyum giydirme cephelerin ısı performansını, büyük ölçüde cephe sistemini oluşturan alüminyum çerçeve ve cam sistemi bileşenlerinin performanslarına bağlı olarak değişecektir. Bu başlık altında, öncelikle cam malzemesi hakkında genel bilgi verilmiş, alüminyum giydirme cephe sistemlerinde kullanılabilen cam sistemleri açıklanmıştır. Ardından alüminyum malzemesi hakkında genel bilgi verilmiş, alüminyumun tüm özellikleri açıklanmış ve çerçeve sistemi seçiminin önemi anlatılmıştır.

4.2.5.1 Cam Sistemi Seçimi

4.2.5.1.1 Cam Hakkında Genel Bilgi

Cam, yer kabuğunda bolca bulunan silika (kum), soda külü ve kireç, feldispat ve iz elementlerden üretilir. Bu hammaddelerden silika çok önemlidir ve temin edilmesi aslında sınırsızdır. Soda külü, tuz kullanımı ile kimyasal olarak üretilebilir ve doğal olarak mineral oluşumu ile bulunabilir. Kireç ise bolca bulunabilen bir maddedir. Cam yapımı için kullanılan bu hammaddeler bir silo içinde karıştırılır ve büyük ocaklar içinde 14426 C° (26000 F) ' de eritilir. Eritilen cam 11093 C° (20000 F)' ye soğutulur ve üretilmek istenen camın tipine bağlı olarak şişirme, baskı veya çizme yolu ile şekillendirilir. [42]

Cam, belirli bir yapıya sahip değildir. Kristal yapıdaki katıların ise belirli şekilleri vardır. Kristal yapıdaki katıyı kırıldığımızda, belirli bir şekle sahip, düzgün yüzeyler görürüz. Kristal yapıdaki katılar belirli sıcaklık ve basınçta erirler. Ama cam (örneğin pencere camı) kırıldığında çeşitli boyutlarda düzensiz yüzeyler oluşturur. Farklı birçok cam vardır ve hiçbirinin erime noktası yoktur. Hepsinin içinde bulunan ortak madde silikon dioksittir (SiO₂) ve başka maddeler eklenerek farklı camlar elde edilir. Cam sıvı değildir ama katı da değildir. Bu iki fazın arasında bir durumdadır ki buna, pseudo-katı denir. [43]

Cam malzeme ikincil işlemler sayesinde, çevre kontrolü açısından diğer cephe malzemeleriyle rahatça boy ölçüşebilecek duruma gelmiştir. Cam tasarımında ışık geçirgenliği, ısı yalıtımı, gürültü, güvenlik ve savunma gibi parametreler dikkate alınmalı ve cam seçimi buna göre yapılmalıdır. Bu parametrelerden ilki olan gün ışığı geçirgenliği; cam yüzeyine 90° dik açı ile geldiği kabul edilen toplam ışığın,

cam veya kombinasyonları tarafından ie geçirilen yzdesi olarak tanımlanmaktadır. Gün ışığı yansıtması; cam yzeyine 90° dik açı ile geldiği kabul edilen toplam ışığın cam veya cam kombinasyonları tarafından geriye yansıtılan bölüm olmaktadır. Cam yzeyine ulaşan toplam enerjinin bir bölümü hemen dışarı yansıtılırken, bir bölümü doğrudan içeriye girmekte ve bir bölümü de cam tarafından soğurulmaktadır. Diğer bir parametre olan güneş enerjisi toplam geçirgenliği; cam yzeyine etkileyen toplam güneş enerjisinin içeriye ısı olarak giren yzdesini ifade etmektedir. Toplam geçirgenlik; direkt geçirgenlik ile cam bünyesinde soğurulan enerjinin içeriye soğuyan bölümünün toplamına eşit olmaktadır. Isı geçirgenlik katsayısı "U" ise; cam malzemenin ısı geçirgenlik değerini belirtir.[18]

4.2.5.1.2 Hava Tabakalı Cam niteleri

Güneş kontrol amaçlı yalıtım camlarında çoğunlukla dış cam güneş kontrol, iç cam ise renksiz camdır. Kaplamanın yeri ikinci yzeydedir. Yalıtım cam üniteleri, iki veya daha çok sayıda cam plakanın aralarında ortam basıncına uygun kuru hava veya gazları barındıracak şekilde fabrika şartlarında bir araya getirilmesiyle üretilir. Yalıtım camı üniteleri, renksiz, harmandan renkli, güneş ve ısı kontrol kaplamalı veya buzlu, lamine, temperli camlarla oluşturulabilir. [1]

Çift cam pencerelerin yalıtım özelliği, ara boşluktaki durgun havayla sağlanmaktadır. Ara boşluk 6-12-16 mm'ye doğru genişledikçe yalıtım artmakta, 20 mm'den sonra ise azalmaktadır. [18]

Yalıtım camı üniteleri i ortamla dış ortam arasındaki ısı transferini geciktirecek yalıtım sağlamaktadır. Yalıtımın başarısını camlar arasındaki ara boşluk dolgusunun niteliği ve genişliği ile varsa kaplamanın yayınım (emissivity) katsayısı belirlemektedir. [19]

Ülkemizde üretilen hava tabakalı camlara ait cam tertipleri, ara boşluk mesafeleri, maksimum boyut ve alan ile oluşturulan sistemin ağırlıkları aşağıda gösterilmiştir.

Tablo 4.3 : Ülkemizde üretilen tabakalı camlara ait veriler[19]

Cam tertibi	Ara boşluk(mm)	Maks boyut(mm)	Maks alan(m2)	Sist. Ağırlığı (kg)
3+3	6	1500	1.00	15.5
3+3	9	1600	1.20	15.5
3+3	12	1600	1.40	15.5
4+4	6	1600	1.50	20.0
4+4	9	1800	2.00	20.0
4+4	12	2000	2.60	20.0
5+5	6	2100	3.00	25.0
5+5	9	2300	3.80	25.0
5+5	12	2500	4.20	25.0
6+6	6	2500	5.00	29.0
6+6	9	2700	5.80	29.0
6+6	12	3000	6.90	29.0

Tablo 4.4: Çift cam ünitelerinde performans değerleri[18]

Cam Tipi	Geçirgenlik	Gün Işığı			Güneş		
		Dışa Yansıtma	İçe Yansıtma	Ultraviyole Geçirgenlik	Enerji Geçirgenlik	Isı Geçirgenlik	
		%	%	%	%	U Değeri W/m ² K	
Çift Cam 4-6-4 mm Hava Dolgulu	49	8	12	25	44	3.2	3.64
Çift Cam 6-12-6 mm Hava Dolgulu	37	7	12	11	25	2.74	3.28
Çift Cam 6-12-6 mm Hava Dolgulu	37	7	12	11	25	2.58	3.13

4.2.5.1.3 Güneş Kontrol Camları

Yapı kabuğunda pencere alanlarının oranı fazla olan binalarda oldukça sık kullanım alanı bulan güneş kontrol camları; güneş ışınlarının aşırı parlaklığını ve radyasyon ısısını denetlemektedirler. Işığın kuvvetli olduğu taraftan diğer tarafın görünmesini engelleyen, arka plandaki yapı unsurlarını gizleyerek cephede bütünlük sağlayan ve yapılara renk veren çevre kontrol camları olarak tanımlanmaktadır. Güneş kontrol camlarında, dıştaki camın iç yüzünde metal buharı ile ışık yansıtıcı bir yüzey oluşturulmaktadır. Bundan dolayı da bu tür camlara gündüz dışarıdan bakıldığında cam ayna etkisi yapmakta ve iç mekanlar görülememektedir. [18]

Pencere doğramalarında camdan cama geçen ışınların ısıl yönden denetlenmesi güneş kontrol camları ile sağlanmaktadır. Renksiz cam üzerine kaplama olan güneş

kontrol camları; float işlemi sırasında kaplama işlemi yapılan camlardır. Ülkemizde float işlemi sırasında hamuruna renk verici maddeler karıştırılarak elde edilen camlar, "harmandan renkli güneş kontrol camları" olarak isimlendirilmektedirler. [18]

"Reflektif kaplamalı camlar" olarak da isimlendirilen güneş kontrol camları, cephe gerisini gündüz saatlerinde gizlemeleri ve homojen bir cephe elde edilmesine katkılarından dolayı ideal olmakla birlikte; gece manzarasının önemli olduğu yapılarda kullanıma uygun olmaktadır. [18]

Tablo 4.5: Güneş kontrolü sağlayan cam ünitelerinde performans değerleri [18]

Cam Tipi	Geçirgenlik	Gün Işığı			Güneş		
		Dışa	İçe	Ultraviyole	Enerji	Isı Geçirgenlik	
		Yansıtma	Yansıtma	Geçirgenlik	Geçirgenlik	U Değeri W/m ² K	
	%	%	%	%	Kış	Yaz	
Reflektif Tek Cam 6 mm	16	35	9	4	16	6.18	6.28
Reflektif Çift Cam 6-12-6 mm Hava Dolgulu	17	39	20	6	17	2.74	3.29
Reflektif Çift Cam 6-12-6 mm Argon Dolgulu	17	39	20	6	17	2.58	3.14
Reflektif Çift Cam 8-12-8 mm Hava Dolgulu	14	14	39	5	13	2.74	3.19

4.2.5.1.4 İklim Kontrol Camları

İklim kontrol camlarının binalarda tercih edilmesinde dikkate alınması gereken ölçüler; iyi bir güneş kontrol performansı (yaz kazancı), düşük pasif solar kazanç (kış kaybı) ve düşük gün ışığı geçirgenliği (aydınlatma enerjisinde artış) olmaktadır. İklim kontrol camlarının sıcak bölgelerde veya yaz koşullarında seçiminde belirleyici olan; camın güneş enerjisi toplam geçirgenlik yüzdesi olmaktadır. İklim kontrol camları, güneş kontrol camlarının tam tersine, güneş ışınlarını dışa yansıtarak, pasif solar kazançları azaltmaktadırlar. Birlikte kullanıldıklarında, güneş kontrol kaplamalarının etkinliğine artı değer katmaktadırlar. [18]

İklim kontrol camlarında; camların optik özelliklerini fazla değiştirmedeği halde; uzun dalga radyasyon enerjisini yansıtarak, ısı geçirgenlik katsayılarında iyileştirme

sağlayan kaplama türüne; Low-E Kaplama (Low Emmisivity) adı verilmektedir. Soğuk iklimlerde çok faydalı olan Low-E kaplamaların sıcak aylarda oluşturacağı sera etkisi mutlaka göz önüne alınmalı, cam seçiminde iklimsel koşullar ve doğru öncelikler iyi tespit edilmelidir. Low-E kaplamaları; ısı geçirgenlik "U" değerlerinin düşürülmesi ile sadece ısı kontrolü sağlayan Low-E kaplamalar ve gölgeleme katsayılarının da düşürülmesi ile hem ısı hem de güneş kontrolü sağlayan Low-E kaplamalar olarak 2 grupta incelemek mümkündür. [18]

Isı kontrolü sağlayan Low-E kaplamalı camlar,; iletim ve taşınım yoluyla sağlanan yalıtım değerlerine ek olarak, yayılım yolu ile de ısı transferini geciktiren özel bir kaplamaya sahiptir. Low-E iklim kontrol camlarının kullanım amaçları; mekan ısısı ile güneş ısısı kazançlarını içte tutarak, ısıtma giderlerinden tasarruf sağlamak ve pencere önlerinde soğuk bölge oluşmasının önleyerek, mekan ısısının dengeli bir şekilde dağılımını gerçekleştirmektedir. Low-E kaplamalar, içteki sıcaklığın, uzun dalga radyasyon ısısı olarak dışa kaçmasını engellerken, ışığın ve güneş ısısının içeri girmesine olanak tanımaktadırlar. Low-E kaplama sayesinde camlardaki ısı kaybı; tek cama göre ortalama % 69, standart hava tabakalı cama göre de ortalama % 36 oranında azalmaktadır. [18]

Durgun hava yerine; değişik gazlarla doldurulmuş Low-E kaplamalı çift cam ünitelerinin EN 673'e göre belirlenen performans değerleri, Tablo 4.6'da gösterilmektedir. [18]

Düşük yayımlı (Low-E) ısı kontrol kaplamaları kısa dalga güneş enerjisinin büyük bir bölümünü içeri geçirir. Güneş ışınlarını soğurarak ısınan halı, mobilya, duvar ve çatı yüzeyleri ile radyatör, aydınlatma armatürleri, insan vücudu gibi kaynaklardan yayımlanan uzun dalga ışınım(radyasyon enerjisi) pencerelerden dışa kaçarken Low-E kaplamalar tarafından tutularak kaynağına geri yansıtılır. [1]

Tablo 4.6: Low-E kaplamalı cam ürünlerinde performans değerleri [18]

Cam Tipi	Geçirgenlik	Gün Işığı			Güneş		
		Dışa	İçe	Ultraviyole	Enerji	Isı Geçirgenlik	
		Yansıtma	Yansıtma	Geçirgenlik	Geçirgenlik	U Değeri W/m ² K	
	%	%	%	%	Kış	Yaz	
Low-E Kaplamalı 6-12-6 mm Çift Cam Hava Dolgulu	34	7	14	9	21	1.88	2.1
Low-E Kaplamalı 6-12-6 mm Çift Cam Argon Dolgulu	34	7	14	9	21	1.61	1.81
Low-E Kaplamalı + Güneş Kontrollü 6-12-6 mm Çift Cam Hava Dolgulu	13	35	16	2	10	1.88	2.07
Low-E Kaplamalı + Güneş Kontrollü 6-12-6 mm Çift Cam Argon Dolgulu	13	35	16	2	10	1.61	1.78

Tablo 4.7: Low-E kaplamalı çift cam ünitelerinde durgun hava tabakasının değişik gazlarla karşılaştırılması sonucu elde edilen performans değerleri [18]

Cam tertibi	U Değeri (W/m ² K)		
	Hava	Argon	Kripton
4-12-4	1,65	1,3	0,9
4-16-4	1,37	1,08	-
4-16-4	-	1	-
4-12-4-12-4	-	0,74	0,51
4-12-4-14-4	-	0,69	-
4-16-4-16-4	-	0,59	-

4.2.5.1.5 Elektrokromik Camlar

Elektrokromik olma özelliği, madde veya sistemin belli bir elektrik akımı altında geçirgenlik özelliğini değiştirebilme özelliğidir. [20]

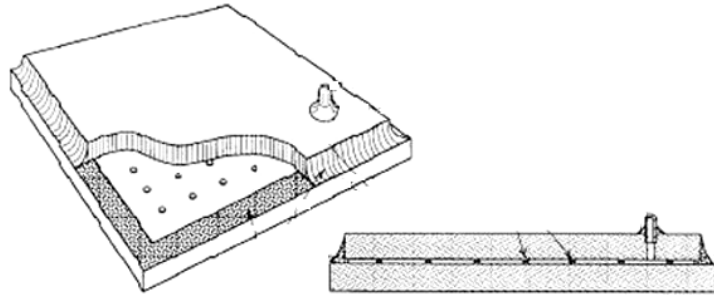
Elektrokromik kaplamalar çok katlı transparan kaplamalardır. Elektrik akımı olduğunda elektrokromik camlarda renk değişimi olmaktadır.

Oluşumun renk değişimi camın toplam güneş enerjisi geçirgenlik değeri ve gün ışığı geçirgenlik değerinin değişmesine neden olmaktadır. Elektrik akımı kesildiğinde elektrokromik camlar ilk fiziksel özelliklerine sahip olmaktadır.

Böylelikle elektrokromik camlar, küçük elektrik voltajı uygulamasıyla berrak görünümünden renkli duruma geçerek ısı ve optik özelliklerinin kullanıcı tarafından dinamik olarak kontrol edilebilmesine olanak sağlamaktadır. [20]

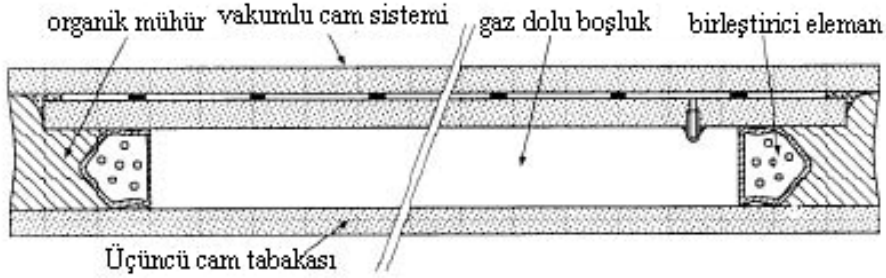
4.2.5.1.6 Vakumlu Cam Sistemleri

Vakumlu cam sistemleri, dışarıdan hava ve suyu kesinlikle geçirmeyecek şekilde köşelerden mühürlenerek oluşturulmuş, iki cam biriminin arasında havası tamamen boşaltılmış bir boşluk bulunan cam sistemleridir. İki cam tabaka arasındaki boşlukta, belirli aralıklarla yerleştirilmiş dikmeler bulunur. Bu dikmeler, camların herhangi bir atmosferik basınç etkisinde birbiriyle temas etmesini önlemeye yardımcıdır. Cam birimlerinin iç yüzeyinde bulunan, transparan ve düşük yayınlı astarlar, radyatif ısı geçişini çok düşük seviyelere getirmektedir.[21]



Şekil 4.5: Vakumlu cam sistemi perspektif ve kesiti [21]

Vakumlu cam sistemlerinin, çift camlı yalıtım ünitelerinde kullanımı aşağıdaki şekilde belirtilmiştir.



Şekil 4.6: Vakumlu cam sisteminin çift cam uygulaması [21]

Vakumlu cam ile kombine edilmiş bu sisteme melez (hybrid) sistem adı verilir. Melez (hybrid) sistemlerde en iyi seviyede yalıtım elde edebilmek için hem içte hem dışta Low-E cam kullanılması önerilir. Vakumlu sistemi dış cepheye bakacak şekilde kullanılırlar. [21]

4.2.5.1.7 Termotropik Camlar

Termotropik camlar, cephe camının sıcaklığına duyarlı biçimde çalışan sistemlerdir. Bu tür camların rengi, camın sıcaklığı yükselmeye başladıkça koyulaşarak solar kontrol sağlamaktadır. [38] Bu tip camlarda, su ve gazdan (hidrojel) oluşan bir sıvı karışımı, iki cam tabakası arasına dökülür. Belli bir sıcaklığa kadar homojen ve görünmez halde olan bu karışım, sıcaklık arttıkça homojenliğini kaybeder ve maddeler birbirinden ayrılmaya başlar. Bu ayrılma sonucu, camlar arasında beyaz bir bulut tabakası oluşur. Oluşan bu yeni tabaka, cam sisteminin radyasyon geçirimsizliğinde büyük bir azalma sağlar. [40]

4.2.5.1.8 Fotokromik Camlar

Fotokromik camları hepimizin yakından bildiği güneş gözlüğü camıdır. Işık yoğunluğundaki en ufak bir artışta; camın içindeki metal molekülleri sıkışık halde durma pozisyonundan çıkıp, dışarı doğru yayılma eğilimine girerler. Bu formdayken, metal molekülleri güneş ışınlarının geçişini engellemiş olurlar. Giydirmeye cephe uygulamasında, fotokrom malzemesi, 2 tane ısı olarak güçlendirilmiş float cam tabakası arasına lamine edilerek kullanılır. Bu malzeme türü, ısı geçişlerini %75'ten %25'e kadar düşürebilmektedir. [38]

4.2.5.2 Çerçeve Seçimi

Giydirmeye cephe sistemlerinde en sıklıkla kullanılan malzeme alüminyumdur. Diğer alternatif malzemeler ise paslanmaz çelik, bakır alaşımları ve de son yıllarda kullanılmaya başlanan titanyumdur[13].

Bu bölümde alüminyumun tüm özellikleri açıklandıktan sonra, alüminyum giydirmeye cephelerdeki çerçeve seçiminin önemi açıklanmıştır..

4.2.5.2.1 Alüminyum Hakkında Genel Bilgi

Alüminyum, yapıda kullanılan metaller arasına en son giren metal olmasına rağmen, demir-çelikten sonra en çok kullanılan metallerden birisi olmuştur. Bu, onun işlenebilirlik olanaklarının genişliği yanında sahip olduğu özelliklerinin çağımızı her alanda istediği verimlilik ve rasyonalizasyon ilkelerine uygunluğudur. Bu özellikleri; alüminyumun yapıda, endüstride ve günlük yaşamımızda değişik alanlarda yaygın olarak kullanılmasını sağlamıştır. Değişik ve istenilen özelliklere sahip yeni

alaşımının geliştirilmesine paralel olarak üretimi yanında kullanım alanları da hızla artmaktadır. [3]

Alüminyum, adını yaptığı en önemli bileşiği olan ve Türkçemizde kantaşı veya şap adı verilen $KAl(SO_4)_2$ birleşimindeki tuzundan almıştır. Bu çift tuz, doğada da bulunmakta ve batı dillerinde alünit, alün veya alaun gibi adlarla anılmakta olduğundan, alüminyum kelimesi de mineralin bu adından türetilmiştir. [3]

4.2.5.2.2 Alüminyumun Özellikleri

Alüminyumun Fiziksel ve Kimyasal Özellikleri

Sembol.....: Al

Atom no.....: 13

Atom ağırlığı.....: 27

Yoğunluk(ortalama).....(d): 2,7 gr/cm³

Genleşme katsayısı.....(α): 23,5x10⁻⁶ m/m°C

Elastiklik modülü.....(E): 7,2x10⁴ N/mm²

Kayma modülü.....(G): 2,7x10⁴ N/mm²

Çekme dayanımı:

Alaşım.....(σ): 80 N/mm²

Saf.....(σ): 60 N/mm²

Kopmada uzama oranı.....(ϵ): %0,45

Poisson oranı.....(μ): 0,36

Mohs sertliği.....: 2-2,5

Erime sıcaklığı.....: 635-660°C (saf iken 660,24°C)

Erime ısısı.....: 92 cal/gr°C (384,56 joule/gr°C)

Katılaşmada hacimsel büzülmesi.....: %66

Özgül ısı.....(c): 0,214 W/m°C (0,895 joule/gr°C)

Isı iletkenlik katsayısı.....(λ): 230 W/m°C

Basınç dayanımı.....: 200Mpa [3,41]

Geri Dönüşüm Özelliği

Geri dönüşümü kolaydır. Alüminyumun yeniden kullanılışı %95'e varan bir enerji tasarrufu sağlar. Binalarda kullanılan alüminyumun; eskime, değiştirme ve yıkılma gibi nedenlerle geri dönüş oranı %85-90'dır. [3] Ekonomik ömrünü doldurmuş ve proses sürecinde hurdaya çıkmış malzemeler başlangıçtaki metalurjik özelliklerini büyük ölçüde yitirmeden, birincil üretimin %5'i kadar bir maliyetle yeniden kullanılabilir. [36]

Isı İletkenlik Özelliği

İletkendir, ısı ve elektriği çok iyi iletir. Bu özelliği tercihen ısıtma levhalarında, güneş kolektörlerinde ve soğutucularda kullanılır. Isı iletkenliği istenmeyen alüminyum doğrama gibi yapı elemanlarında ise önemli bir sakıncadır. Bu tür elemanlarda, iletkenliğin önlendiği detaylar seçilir. [3]

İşlenme ve Form Alabilme Özelliği

Kolayca işlenebilir, sıcak ya da soğuk rulo yapılabilir, çekilebilir, dövülebilir, preslenebilir, çizilebilir, eğilebilir, kesilebilir, katlanabilir bir metaldir. Her nevi formun oluşturulmasına imkan tanıdığından dolayı kullanım sahası mimari dışında da oldukça geniştir. [3]

Hafiflik

Demirin özgül ağırlığı 7.87 gr/cm^3 , bakırın özgül ağırlığı 8.93 gr/cm^3 ve çinkonun özgül ağırlığı 7.14 gr/cm^3 iken, alüminyumun özgül ağırlığı 2.69 gr/cm^3 'dür. Alüminyum $2,7 \text{ gr/cm}^3$ özgül ağırlığı ile yapıda kullanılan diğer metallerden daha hafiftir. [36] Malzemenin hafif olmasının yapıya getireceği en önemli yararlar; strüktür ölü yüklerinin azaltılması, aynı ağırlıktaki diğer metallere göre daha büyük alanların kaplanabilmesi, nakliye, üretim ve işçilik masraflarının düşmesidir. Daha büyük boyutlarda malzeme üretiminin azalması nedeniyle yalıtımında da kolaylık sağlar. [3]

Korozyon Direnci

Normal atmosfer koşullarında alüminyum korozyon direnci yüksek olan malzemelerden biridir. Ona bu özelliğini sağlayan, üzerinde kısa sürede oluşabilen yaklaşık $1,3 \times 10^{-5}$ mm kalınlığındaki gözle fark edilemeyen oksidasyon tabakasıdır. Kendiliğinden oluşan bu oksit filmi kalınlığı ile doğru orantılı olarak metali, aşınma ve kimyasal etkilere karşı korur. Alkali metaller ve hidroklorik asitle kolayca etkileşir. Sulandırılmış asitlerle yavaş etkileşir. Sülfüre karşı kimyasal etkenliği yoktur. [3]

Mekanik Mukavemet

Saf halde alüminyumun mekanik mukavemeti düşüktür. Saflık derecesi arttıkça mukavemeti ve sertliği azalır fakat form verebilme olanağı ve korozyon direnci artar. Bu özelliği düz levha halinde çatı kaplamalarında tercih edilmesini sağlamaktadır. Alüminyumun elastiklik modülü 72.000 N/mm^2 'dir. Düşük elastisite modülü nedeniyle çelik, demir veya bakır gibi malzemelere oranla, eşit yük altında daha fazla deformasyon gözlenir. Bununla birlikte alaşım cinsine, üretim şekline, konulduğu ısı ve mekanik işlemlere bağlı olarak mukavemeti, çelikle eşdeğer olmasa bile yapıda strüktürel eleman olarak kullanılacak şekilde arttırılabilmektedir. [3]

Tutuşmazlık, antimanyetik ve düşük sıcaklığa dayanımlı olma

Kıvılcımsızlık ve antimanyetiklik özelliği vardır. Kıvılcımsızlık özelliğinden dolayı patlayıcı malzemelerle birlikte kullanılır. Antimanyetikliği ise yüksek voltajlı veya hassas manyetik cihazlarda kullanılmaktadır. Düşük sıcaklığa dayanımdan dolayı bu tür ortamlarda aranılan bir malzemedir. [3]

Antioksid Oluşu

Gıda sektöründen ilaç sektörüne kadar birçok sektörde ambalaj malzemesi olarak kullanılabilir. [36]

4.2.5.2.3 Alüminyum Giydirme Cephelede Çerçeve Seçiminin Önemi

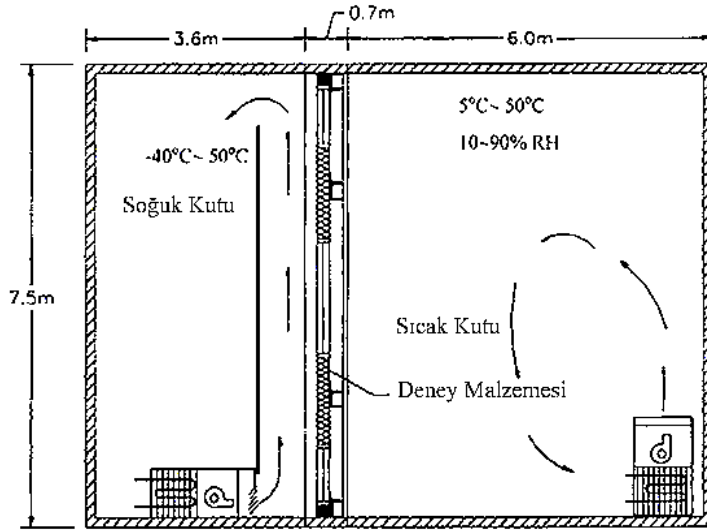
Alüminyum; korozyondan korunumu kolay oluşu, kolay şekillendirilebilir oluşu, kolay monte edilebilir oluşu, eğilmeye ve bükülmeye karşı dayanımlı oluşu, değişik tasarım ilkelerine göre uygulanabilir oluşu ve hafif oluşu gibi nedenlerle, giydirme cephe sistemlerinde çok sıklıkla kullanılan bir malzemedir. Ayrıca alüminyum,

giydirme cephelerde uygulanan; havalandırmalı, basınç dengeli, drenajlı veya su geçirimsiz çerçeve sistemlerinin uygulanması için çok uygun bir malzemedir. [13]

Sahip olduğu tüm olumlu özelliklere rağmen, alüminyum giydirme cephelerdeki uygulamaları sırasında, alüminyumun, giydirme cephe sisteminin ısı performansını artırması amacıyla bir takım önlemler alınması gerekmektedir. Böylelikle cephe sisteminin ait olduğu binadaki enerji tüketimini ve iç mekan kullanıcılarının ısı konforları da olumlu yönde etkilenecektir. Çerçeve sistemini ısıl kırıcı hale getirmek, iç ve dış alüminyum profiller arasına ısı bariyerleri yerleştirmek, alüminyum profillerin şekillerini doğru seçmek bu tür önlemler arasında yer alır. [13]

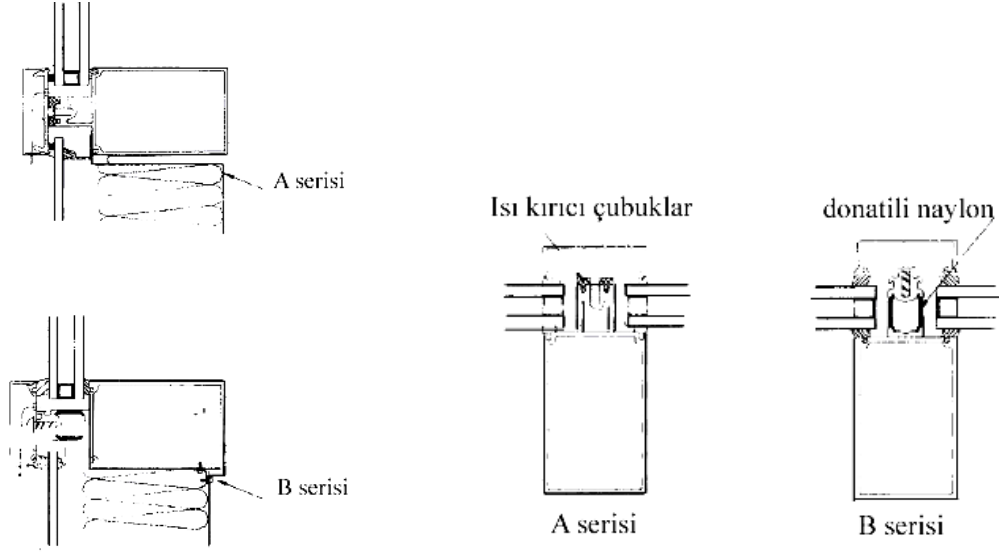
Aşağıda, Concordia Üniversitesi Çevre Bölümü tarafından gerçekleştirilen bir deney yardımıyla, alüminyum çerçeve sisteminin seçiminin önemi ve ısı performansına olan etkileri anlatılmıştır. Bu deneyde 2 farklı giydirme cephe sisteminin kıyaslanması anlatılmıştır. [22]

Deneyin Tanımlanması: Belirli iç mekan ve dış mekan simülasyonlarıyla gerçekleştirilen bir deneydir. Deney ortamı; bir “soğuk kutu”, bir “sıcak kutu”, ve bu iki ortam arasında yerleştirilecek olan giydirme cephe sisteminin taşıyıcı strüktüründen oluşmaktadır. Sıcak kutu ASTM C236’ye, soğuk kutu ASTM C976’ya uygun olarak hazırlanmıştır. [35]



Şekil 4.7: Deneysel proje şeması [22]

Deney Malzemeleri : Deneyde 2 farklı giydirme cephe örneği kullanılmıştır. Birinci sistem (A sistemi) standart bir sistemdir. İkinci sistem (B sistemi) geliştirilmiş bir sistemdir. Aşağıda bu iki sistemin detaylı çizimleri ve özellikleri tanımlanmıştır. A sisteminde, geleneksel alüminyum çerçeve kullanılırken, B sisteminde, Low-E değerli, ara boşluğu argon gazı ile dolu, ısıl kırıclılığa sahip çift cam ünitesi kullanılmıştır. [35]



Şekil 4.8 : Deneyde kullanılan giydirme cephe numuneleri [22]

	A sistemi	B sistemi
Cam tabakaları	Çift cam ünitesi. 6.4 mm cam kalınlığı ve 12.7 mm ara hava tabakası ve geleneksel alüminyum çerçeve	Çift cam ünitesi. 6.4 mm cam kalınlığı, argon gazı ile dolu hava tabakası, low-E kaplamalı camlar, ısıl kırıclılığa sahip alüminyum çerçeve
Spandrel panelleri	6.4 mm kalınlığında cam, 19.2 mm kalınlığında hava boşluğu, 101.6 mm fiberglass yalıtım	6.4 mm kalınlığında cam, 19.2 mm kalınlığında hava boşluğu, 101.6 mm rijit fiberglass yalıtım
Çerçeve	5.65 mm yüksekliğinde, 101.16 derinliğinde, ısıl kırıclı naylon çubuklu alüminyum çerçeve	5.65 mm yüksekliğinde, 101.16 derinliğinde, donatılı naylon çubuklu alüminyum çerçeve

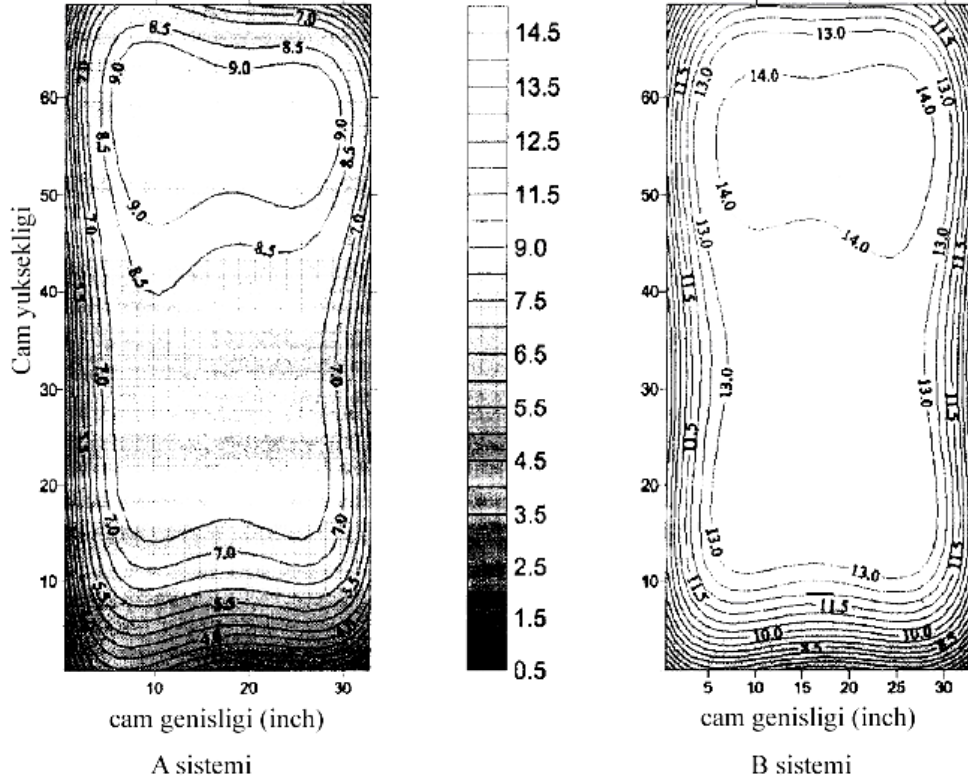
Şekil 4.9 : Test malzemelerinin bileşenleri [22]

Deney Koşulları: Deney, 5 farklı hava koşulu gözönünde bulundurularak gerçekleştirilmiştir. İç sıcaklık derecesi hep 21 °C olarak kabul edilmiştir. Dış sıcaklıklar ise sırasıyla ; -5 °C, -10 °C, -18 °C, -24 °C, -32 °C olarak kabul edilmiştir.

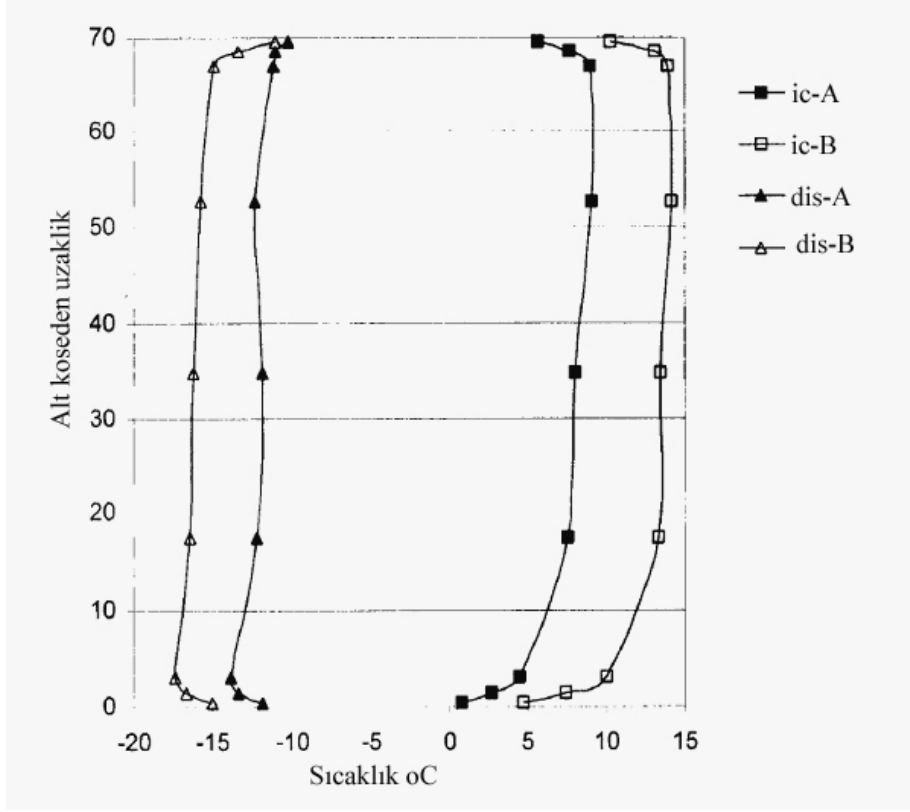
Deney Sonuçları:

Deney Sonucu 1- Isı Profilleri

Aşağıdaki tablolarda, A ve B sistemlerinin camlarının iç yüzeylerinde oluşan sıcaklık dereceleri verilmiştir. B sisteminin daha yüksek iç yüzey sıcaklıklarına sahip olduğu açıkça görülmektedir. Her 2 sistemde de, camın yukarı kısımlarındaki yüzey sıcaklığı, aşağı kısımlarından daha yüksektir. Ayrıca camların köşelerindeki sıcaklık değerleri, merkezlerindeki sıcaklıktan daha düşüktür. Tablolardan, bir cam sisteminin en hassas bölgesinin, alt köşe bölgeleri olduğunu anlıyoruz.

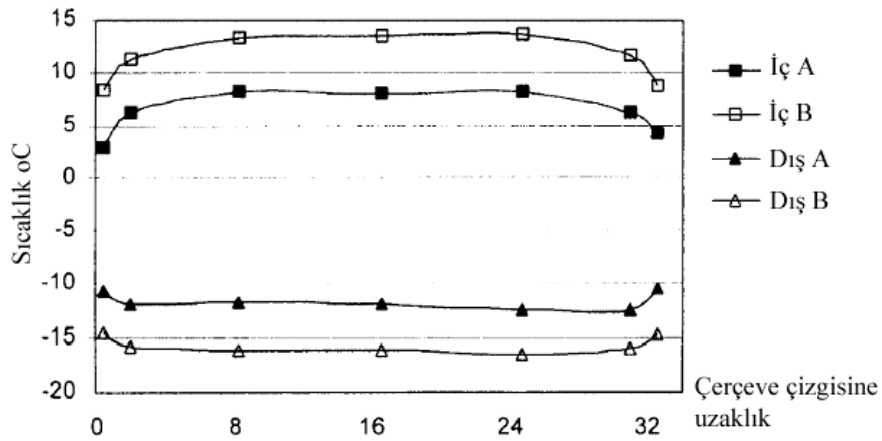


Şekil 4.10 : Deney sonucu ısı profil değerleri [22]



Şekil 4.11: Dikey yüzey sıcaklık profilleri (dış sıcaklık = -18 °C, iç sıcaklık =21 °C için) [22]

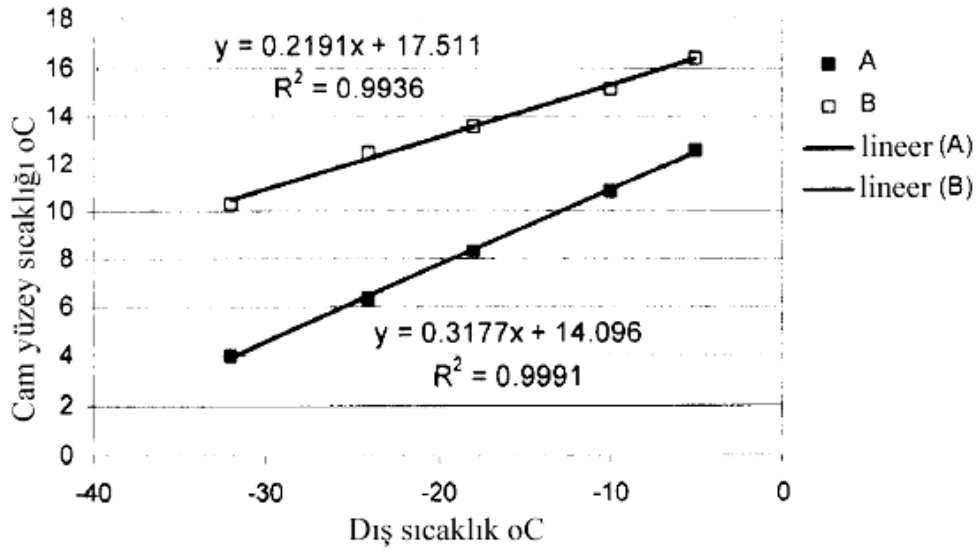
Yukarıdaki tabloda giydirme cephe örneklerinin iç ve dış camlarında oluşan dikey sıcaklık değerleri verilmiştir. Bu sıcaklık değerleri, camların merkez çizgileri üzerinde tespit edilmiştir. Grafğin sol alt köşesi, cephenin sol alt köşesini temsil etmektedir.



Şekil 4.12 : Yatay yüzey sıcaklık profilleri (dış sıcaklık = -18 °C, iç sıcaklık =21 °C) [22]

Yukarıdaki tabloda, giydirme cephenin iç ve dış camlarının, yatay yüzey sıcaklık değerleri verilmiştir. Sıcaklık değerleri, cephenin orta yükseklik çizgisi üzerinde tespit edilmiştir. Tablo, cephe sisteminin, alüminyum çerçeve üzerinde kalan 33 cm'lik bir kısmı için çizilmiştir.

Yatay ve düşey sıcaklık grafiklerindeki değerlerin kıyaslanması neticesinde, geliştirilmiş sistemin (B sistemi) 5.6 °C daha yüksek iç yüzey sıcaklığı ve 4 °C daha düşük dış yüzey sıcaklığı sağladığı saptanmıştır.



Şekil 4.13 : Değişik dış hava sıcaklıklarına bağlı cam yüzey sıcaklıkları

Tablo 4.8 : Değişik dış hava sıcaklıklarında çerçevenin iç yüzey sıcaklıkları [22]

	Dış Hava Sıcaklığı (°C)				
	-5	-10	-18	-24	-32
A Sistemi	11.0	8.9	6.1	4.1	1.2
B Sistemi	15.4	14.0	12.7	11.5	9.6
ΔT (°C)	4.4	5.1	6.6	7.4	8.4

Yukarıdaki tabloda, değişik dış hava sıcaklıklarında, 2 farklı sistemin alüminyum çerçevelerinin yüzey sıcaklıkları verilmiştir. B sisteminde, çerçeve etrafında, 4.4-8.4 civarında bir sıcaklık artışı olduğu gözlenmiştir.

Deney Sonucu 2 -Yoğuşma Direnç Faktörü (Condensation Resistance Factor)

Giydirme cephenin yoğuşma direnç faktörünü bulmak için, çerçevenin averaj sıcaklığına ve averaj cam sıcaklığına ihtiyacımız vardır. Yoğuşma direnç faktörünü bulmak için denklem (4.2) ve (4.3) den yararlanabiliriz;

$$CRF_g = \frac{GT-t_o}{t_1-t_o} \times 100 \quad (4.2)$$

$$CRF_f = \frac{FT-t_o}{t_1-t_o} \times 100 \quad (4.3)$$

CRF_g= camın yoğuşma direnç faktörü

CRF_f= çerçevenin yoğuşma direnç faktörü

T₁= sıcak tarafın sıcaklığı

T₀= soğuk tarafın sıcaklığı

CRF_g ve CRF_f değerleri arasından düşük olanı, yoğuşma direnç faktörü olarak kabul edilir. Yoğuşma direnç faktörü, yoğuşmaya karşı, malzemenin gösterdiği direnci temsil eder. Aşağıdaki tabloda iki farklı sistemin yoğuşma direnç faktör değerleri verilmiştir.

Tablo 4.9 : A ve B sistemleri için cam ve çerçeve yoğuşma direnç faktörleri [22]

		Test Koşulları To/Ti (°C)				
		-5/21	-10/21	-18/21	-24/21	-32/21
A Sistemi	CFR _G	58	59	59	60	60
	CFR _R	59	60	61	62	62
B Sistemi	CFR _G	70	71	72	72	71
	CFR _R	75	76	78	78	78

Tablodan anlaşıldığı gibi, B sistemi hem cam hem çerçeve açısından daha yüksek yoğuşma direnç faktörüne sahiptir.

Sonuç olarak B sisteminin, A sistemine kıyasla daha yüksek yüzey sıcaklıklarına sahip olduğu ve de yoğuşmaya karşı daha dirençli olduğu söylenebilir. Bunda, B sisteminin A sistemine kıyasla daha fazla ısı kırıncılığına sahip olması ve yalıtımının daha etkin yapılmış olması büyük önem taşımaktadır.

4.2.6. Güneş Kontrol Elemanları

Isıl performansı etkileyen faktörler arasında güneş kontrol elemanları incelenmiştir. Öncelikle güneş kontrol elemanlarıyla ilgili genel bilgi verilmiş, güneş kontrol eleman türleri açıklanmış, daha sonra İsviçre'deki Cardiff Üniversitesi'nde yürütülen

bir çalışma yardımıyla, güneş kontrol elemanının cephede kullanım yerinin önemini belirtilen bir deney yardımıyla konu irdelenmiştir.

Güneş kontrol elemanları, cephenin iç veya dış yüzeyinde kullanılabilirler. Bu elemanların kullanımındaki amaç, cephede ısı kazınımın kontrol edilmesi ve bina içine rahatsız edici ışınların geçmesini engellemektir. [44]

Güneş kontrol elemanlarından en çok cephenin dış yüzeyinde yararlanılmaktadır. Bunun amacı, güneş ışığının henüz cephe camıyla temas etmeden kontrol altına alınmasını sağlamaktır. [44]

Güneş kontrol elemanı kullanımına karar verirken göz önünde bulundurulması gereken bazı etkenler vardır. Bunlar;

- Elemanın kullanılacağı cephenin yönü,
- Rüzgar durumu,
- Binanın bulunduğu bölgede en yüksek ve en düşük sıcaklık değerleri,
- Cephede kullanılan cam ve doğrama malzemenin türü

olarak sıralanabilir. [44]

Güneş kontrol elemanı kullanılmaya karar verildiyse, ardından hangi malzeme kullanılacağına, cepheye ne şekilde entegre edileceğine, sistemin hareketli olup olmayacağına karar verilmelidir. [44]

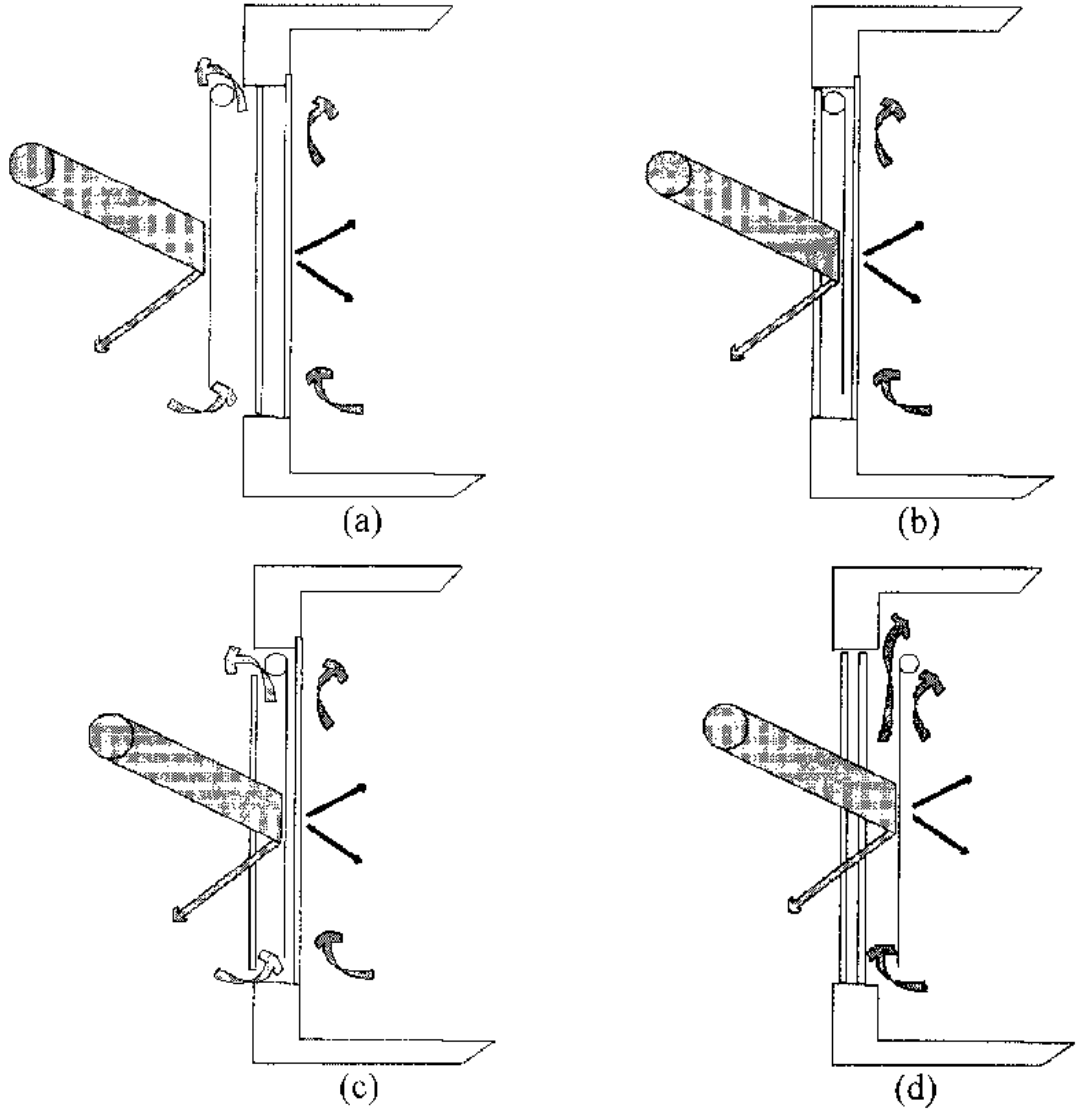
İsviçre'deki Cardiff Üniversitesi'nde yürütülen bir çalışma, güneş kontrol elemanlarının konumuna göre, cephenin gösterdiği performans değişikliklerini incelemiş ve bazı sonuçlara varmıştır. [23]

Bu çalışmalar sayesinde, 3 farklı gölgeleme durumu için sonuçlara ulaşılmıştır;

- Güneş kontrol elemanının cephenin dışında olması durumu: Güneşin geliş açısına göre kendini ayarlayabilen sistemler çoğunlukla tercih edilmektedir. Bu tür kullanım en iyi seçim olarak görülmektedir; çünkü ısı kazançları hem cama aktarılmamış hem de iç mekana geçirilmemiş olur.
- Güneş kontrol elemanının cephenin içinde, orta tabakada kullanılması durumu: Bu durumda, ısı kazançları, cam yüzeylerde birikebilir ve yüksek cam yüzey sıcaklıkları oluşmasına sebep olur. Camlarda biriken ısının dışa

havalandırma yöntemiyle uzaklaştırılması mümkündür ama yine de yüzeyde biriken belli miktar ısı'nın tam olarak uzaklaştırılması için bir çare yoktur.

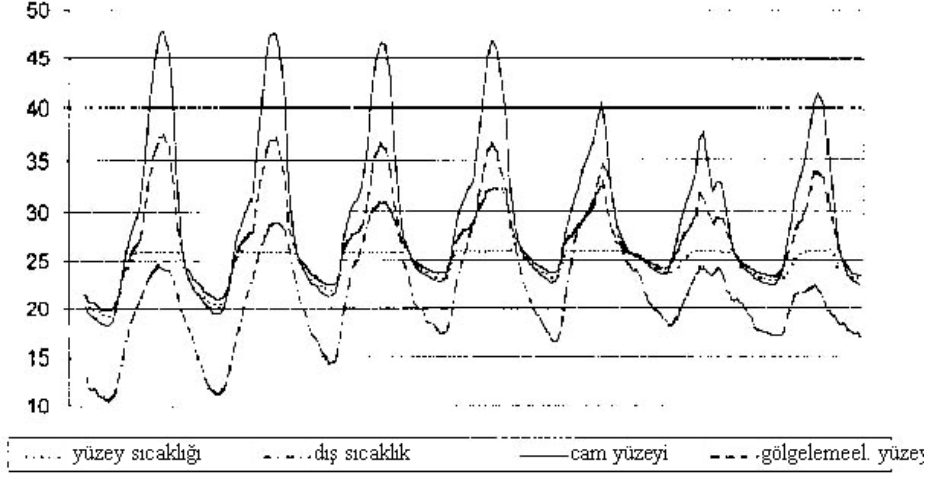
- Güneş kontrol elemanının cephenin iç tarafında kullanılması durumu: cepheden edinilen ısı kazançlarının tamamının iç ortama iletilmesine sebep verdiği için bu sistem en az tercih edilen sistem olmalıdır.



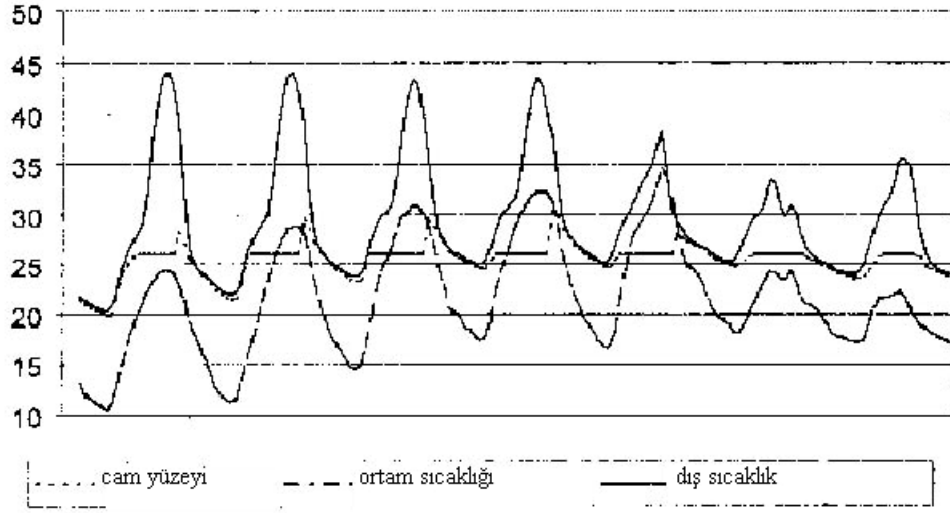
Şekil 4.14 : Güneş kontrol elemanlarının ısı kazançlara olan etkisi [23]

a) dış gölgeleme b) ara bölgede gölgeleme c) ara bölgede havalandırılmış gölgeleme elemanı d) iç gölgeleme

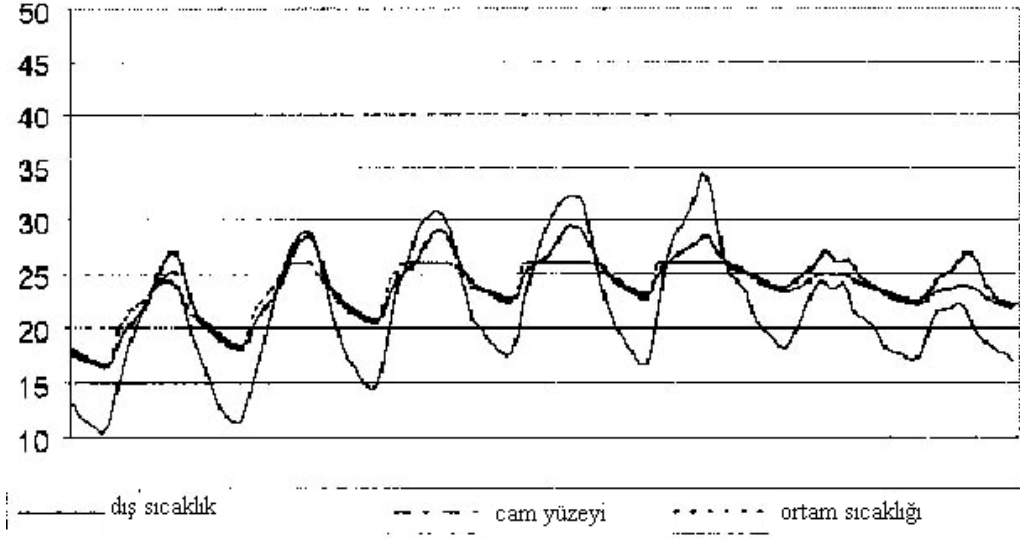
Aynı araştırmada bu 4 farklı sistem için çeşitli sıcaklık değerleri bulunmuştur;



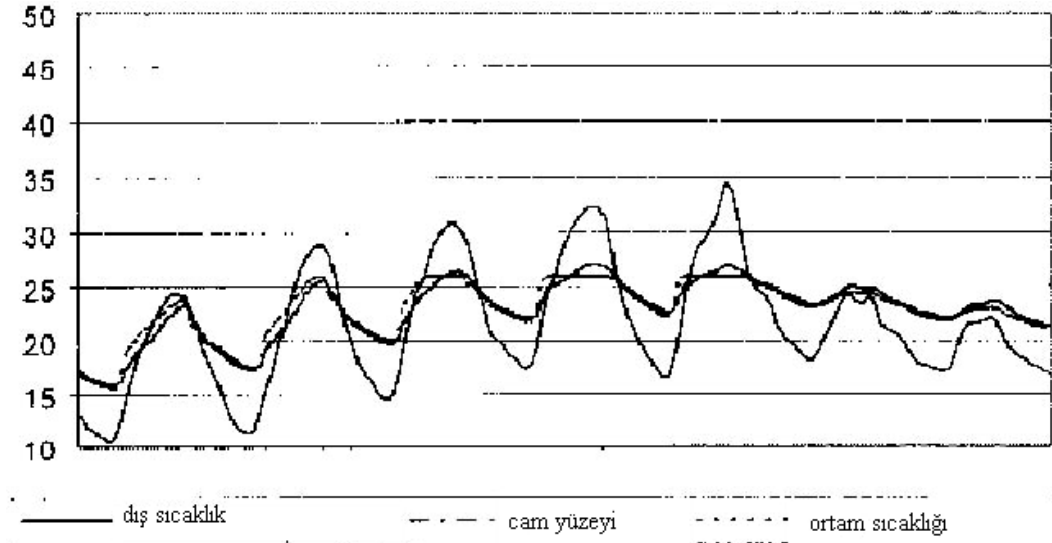
Şekil 4.15 : Dış gölgeleme[23]



Şekil 4.16 : Ara bölgede gölgeleme[23]



Şekil 4.17: Ara bölgede havalandırılmış gölgeleme elemanı[23]



Şekil 4.18 : İç gölgeleme[23]

4.2.7. Sıcaklık Değişimleri

Bütün yapı elemanları, sıcaklık değişimlerine maruz kalacaktır. Bu durumda alüminyum giydirme cephelerde de, tüm yapı elemanlarında olduğu gibi sıcaklık değişikliklerinden kaynaklanan, sıcaklık değişimi etkisiyle uzunluk değiştirme olayı meydana gelecektir.

Malzeme boyundaki değişim, malzemenin cinsine, ısı değişim miktarına ve malzemenin ısıl genleşme katsayısına bağlıdır.

Giydirme cephelerde kullanılabilen bir alüminyum numunenin ısıl genleşmesi ise, her 100°'lik ısı değişimi durumunda, 300 cm'de 0.3 cm (1/8 inch) olarak belirlenmiştir.

5. ALÜMİNYUM GIYDİRME CEPHELERİN ISIL PERFORMANSLARINI YERİNE GETİRMELELERİ SONUCU OLUŞACAK HASAR ve SORUNLAR ve GİDERİLME YÖNTEMLERİ

5.1 Yoğuşma

5.1.1 Yoğuşmanın Oluşumu ve Sebepleri

Dış ortama açık tüm malzemelerde olduğu gibi, gerek malzemenin kimyasal bozulmalarına, gerekse katmanlaşmanın etkinliğine zarar veren yoğuşma giydirme cephelerde karşılaşılan önemli problemlerdendir. [3]

Yoğuşma, farklı basınçlardan dolayı yapı elemanının malzemeleri arasında meydana gelen buharın su haline dönüşmesidir. Terleme ve yoğuşma olayları, yapı elemanı içindeki ısı tutucu malzemenin değerini düşürmekte, metalik birleşim elemanlarını korozyona uğramakta, akış yönünde yüzeysel çiçeklenmelere veya kaplama malzemelerinin kabarma ve dökülmelerine neden olmaktadır. [3]

Giydirme cepheler, yoğuşmaya dirençli olacak şekilde tasarlanmak zorundadırlar. Dirençli olmanın yanında ayrıca; ısıl kırıcılığa sahip alüminyum çerçeve, saydam bölgede 2 veya 3 tabakalı cam sistemi kullanımı ve yalıtılmış parapet bileşeni(spandrel bölgesi) gibi özelliklere sahip olmalıdırlar. Giydirme cepheyi oluşturan bağlantı elemanları ve bağlayıcı elemanlar da ayrıca ısıl kırıcılara veya ısıl ayırıcılara sahip olmalıdırlar. Bir giydirme cephenin kış aylarındaki yoğuşma direnci, iç sıcaklık koşulları, bağıl nem oranı ve dış hava sıcaklığına bağlı olarak belirlenmektedir. Alüminyum bir giydirme cephenin yaz aylarındaki yoğuşma direnci ise, dış hava sıcaklığı, dış bağıl nem oranı ve iç hava sıcaklığına göre belirlenmektedir. [24]

Cam veya alüminyum yüzeyler üzerinde yoğuşma, kendilerini çevreleyen hava içindeki buhar, yüzeyle temas ederek, bu yüzey üzerinde buhar halden sıvı hale geçince oluşur. Buhar halden sıvı halde geçişin olduğu bu sıcaklığa “yoğuşma

sıcaklığı” adı verilir. Çevrenin yoğuşma sıcaklığını belirlemek için, bilinmesi gerekenler, sıcaklık değerleri ve bağıl nem oranıdır. [24]

Bir hastane binasını örnek alacak olursak, iç bağıl nem oranını %40 olarak alırız. Kış ayları boyunca hastanenin iç sıcaklığı 23C^0 olacaktır. İç mekanın yoğuşma sıcaklığı ise 8.5C^0 dir. Sonraki adım ise, belirli bir dış hava sıcaklığında, giydirme cephenin minimum iç yüzey sıcaklığını belirlemektir. Bu değere ulaşmak için, T_{indeks} adında bir değerden yararlanılacaktır. T_{indeks} , değeri 0-1 arasında değişebilen, giydirme cephe ve pencere bileşenleri için geçerli olan, laboratuvar şartları altında incelenmiş ve belirlenmiş bir değerdir. Bu değer, sabit dış hava sıcaklığı ve sabit iç-dış hava sıcaklığı farkı altında, malzeme yüzeyinde meydana gelen sıcaklık düşüşünü belirten bir rakamdır. [24]

Örnekleyecek olursak, saydam bölgedeki bir yalıtım cam ünitesinin T_{indeks} değeri 0.60 ise, iç sıcaklık değeri ($T_{\text{iç}}$) 23C^0 ise ve dış sıcaklık değeri ($T_{\text{dış}}$) -20C^0 ise, bu halde camın iç yüzey sıcaklığı (T_{cam}) denklem (5.1)'de belirtilen hesap yöntemiyle bulunur;

$$\begin{aligned} T_{\text{cam}} &= T_{\text{indeks}} \times (T_{\text{iç}} - T_{\text{dış}}) + T_{\text{dış}} & (5.1) \\ &= 0.60 \times (23 - (-20)) + (-20) \\ &= 5.8\text{C}^0 \end{aligned}$$

Burdan ulaşılan 5.8C^0 cam yüzey sıcaklığı (T_{cam}), hastane binası için hesaplanmış olan 8.5C^0 'lik değerın altında olduğu için yüzeyde yoğuşma meydana gelecektir. Bu durumun düzeltilmesi için tasarımcı;

- daha düşük iç bağıl nem oranı sağlama
- konveksiyon veya radyant enerji yoluyla camın iç yüzey sıcaklığını artırma
- daha yüksek T_{indeks} değerlerine sahip pencere bileşenleri kullanmak

yollarına başvurabilir. [24]

T_{indeks} , bir yalıtım cam ünitesinin veya bir duvar bileşeninin minimum ısı performansını hesaplamada kullanılacak faydalı bir sayıdır. Örnek olarak; iç sıcaklığı ($T_{\text{iç}}$) 23C^0 , yoğuşma sıcaklığı (t_{ind}) 8.5C^0 ve dış hava sıcaklığı ($T_{\text{dış}}$) -20

C⁰ olan bir binanın giydirme cephesinin, yalıtım cam ünitesinin veya pencere sisteminin minimum T_{indeks} değeri denklem (5.2)'deki gibi hesaplanabilir;

$$T_{\text{indeks}} = (dt_{\text{ind}} - T_{\text{dış}}) / (T_{\text{iç}} - T_{\text{dış}}) \quad (5.2)$$

$$= (8.5 - (-20)) / (23 - (-20))$$

$$= 0.66 = T_{\text{indeks}} [12]$$

5.1.2 Yoğuşma Kontrolü

Gerek ısı yalıtımı üzerinde, gerekse cam yüzeyinde oluşacak yoğuşmanın kontrol altında tutulması için şu önlemler alınabilir;

- Parapet boşluğunu dışa havalandırmak,
 - Oluşan yoğuşma suyunun drenajını sağlamak,
 - İç havanın bağıl nemini azaltmak, terleyen yüzeyde hava sirkülasyonu sağlayarak havayı harekete geçirip konveksiyon katsayısını küçültmek yoluyla yüzey sıcaklığını yoğuşma sıcaklığının üstüne çıkarmak ve nem artışının yüksek olduğu hacimlerde iç nem azaldığında nemi geri veren bir nem emici tabaka ile yüzeyleri kaplamak,
 - Isı yalıtım tabakasının soğuk dış yüzeyde düzenlenmesi sonucunda yoğuşmanın tam olarak engellenebilmesi için kullanılan buhar kesicileri, ısı yalıtım tabakasından önce olmak üzere yapı elemanının sıcak tarafında tutmak,
 - Opak bölgelerde, yapılan hesaplar sonucu bulunan ısı yalıtım değerini karşılayacak yalıtım malzemesini (çekme ve taneli polistren, genişletilmiş poliüretan, cam ve taş yünü vb..) ya iç mekana, ya da parapetle giydirme cephe arasında uygulamak (uygulamada dikkat edilmesi gereken konu yalıtım malzemesinin bünyesine su almasını önlemesidir, çünkü su ısı iletkenliği yüksek olması sebebiyle zincir görevi yapar)
 - Kullanılacak alüminyum doğrama profillerinde iç yüzeyi ile dış yüzeyi arasındaki ısı alışverişini önleyecek yalıtım malzemeli profiller kullanmak.
- [3]

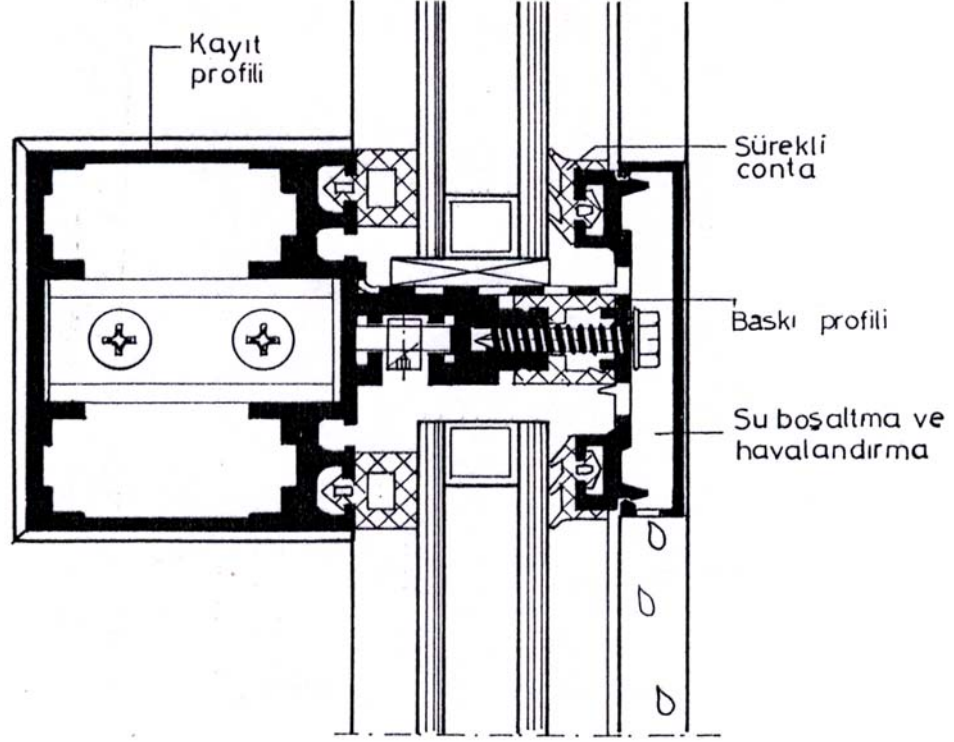
- Yoğuşmanın önlenmesi açısından, iç çerçeve elemanlarıyla dış çerçeve elemanları arasında ısı köprü oluşturan malzeme kullanımından kaçınılmalıdır. Bu tür malzemeler, çerçeve elemanları arasında ısı iletiminin gerçekleşmesine sebep olurlar. Böylelikle çerçeve yüzeylerinde yoğuşma riski çok büyük oranda artar. DIN 4108 standartlarında, giydirme cephe dış ve iç çerçeve yüzeylerinde oluşabilecek maksimum yüzey sıcaklıkları belirtilmiştir. [40]

5.1.3. Yoğuşma Kontrolü için Cam Sistemi Tasarımı

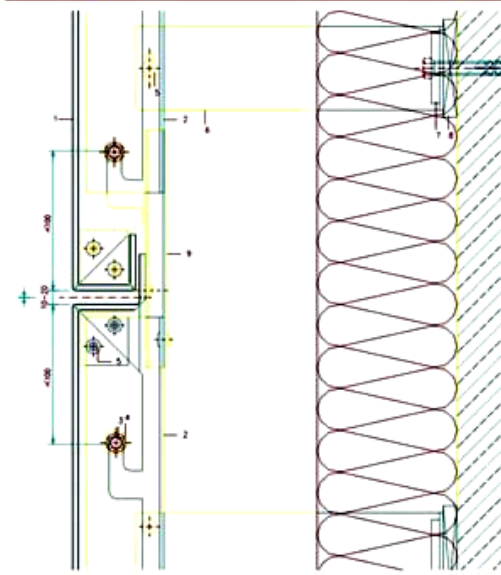
Özellikle kötü iklim koşullarının var olduğu ülkelerde tasarımcılar, saydam bölgeler için özel olarak yalıtım cam üniteleri tasarlarlar. Bu yalıtım cam üniteleri; çift tabakalı, float camdan oluşmuş, metal ayırıcılı ve köşelerinde çift kat yalıtım olan basit bir sistem olabileceği gibi, bir tarafı low-E (düşük emisyonlu) malzeme ile kaplanmış yalıtım cam ünitesine sahip, ara bölgesi argon gazı ile doldurulmuş ve ısı geçirimsizlik değeri (R) artırılmış bir ayırıcıyla ayrılmış komplike bir sistem de olabilir. [24]

Yalıtım cam ünitelerinin yerleştirilme işleminde, cam tabakaları arasında 6mm-10mm arası boşluk bırakılması gerekir. Cam köşeleri, hiçbir şekilde metal parçalarla temas etmemeli ve bağlantı elemanları camlar arasındaki boşluğa hiçbir şekilde girmemelidir. [24]

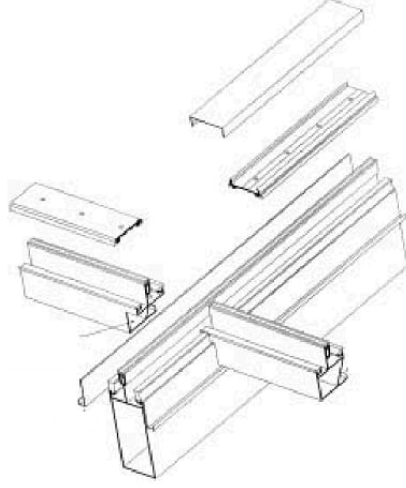
Çift cam ünitelerinde dikkat edilmesi gereken husus, iki cam arasındaki boşluğun 18-20 mm üzerine çıkmamasıdır. Zira, bu kalınlığa kadar cam ünitenin ısı geçirimsizliği azalmakta ve hava tabakasının ısı geçişi artmakta ve yeniden ısı taşınımının hızlanmasına neden olmaktadır. Daha geniş boşluk getiren uygulamalarda camlar arasında şeffaf perdeler oluşmaktadır. [3]



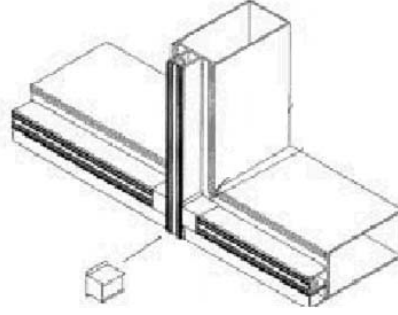
Şekil 5.1 : Su boşaltmalı ve havalandırmalı sistem[3]



Şekil 5.2 : Havalandırmalı giydirme cephe detayı [24]



Şekil 5.3 : Drenajlı giydirme cephe detayı [25]



Şekil 5.4 : Drenajlı giydirme cephe detayı [25]

5.2 Isıl Şoklar Sonucu Meydana Gelen Kırılmalar

Cephe elemanında kullanılan camlar genellikle bir sebep olmadan kırılmazlar. Kırılmalara sebep olan sebeplerden bazıları aşağıda sıralanmıştır,

- mermi çarpması
- köşelerde metalle temas eden cam
- yüksek rüzgar yükü
- yüksek dönme momenti
- deprem yükleri
- diferansiyel ısıtma[24]

Yalıtım cam ünitesinin iç veya dış tabakasında meydana gelen bir kırılma, bazen ısıl kırılma olabilir. Bu tip cam kırılmaları, cam merkesindeki sıcaklığın camın

köşelerindeki sıcaklık değerini 30 C^0 (55^0F) aştığı zaman görülebilir. (Derin gölgeleme yapılması böyle bir sonuç doğurabilir) Bu tip kırılmalar ayrıca soğuk bir gecenin ardından, güneşin yükselmesiyle ısınan cam yüzeylerinde de görülebilir. Camın merkez bölgesi köşelere göre daha hızlı ısınır ve bu 2 bölge arasındaki sıcaklık farkı 30 C^0 ye vardığında kırılmalar başlayabilir. Benzer şekilde, dış hava sıcaklığı düşükse ve camların iç yüzeyleri konveksiyon yoluyla ısıtılıyorsa, cam merkeziyle cam köşeleri arasındaki sıcaklık farkının 30 C^0 üstüne çıkması muhtemeldir. [24]

Yalıtım cam ünitelerinde meydana gelen bozulmalara en çok sebep olan faktör “nem” dir. Yalıtım cam ünitesinin alt köşeleri belli süre suya maruz kaldıktan sonra, su birleşim noktalarından içeri sızmaya başlar. Daha sonra cam katmanları arasındaki boşluğa girer ve burdaki havanın cam yüzeyleri üzerinde yoğunlaşmasına sebep olur. Bu tip durumlarda, cam ünitesini değiştirmekten başka bir çare yoktur. [24]

Isıl kırılma riski, bütün güneş kontrol camlarını tehdit eden bir unsurdur. Camın güneş alan bölümleri; güneş ışınlarını soğurarak ısınıp genişmekte, gölgede kalan bölümler ise bu genişlemeye direnç göstermektedirler. Bu durum yeterli düzeye ulaştığında, ısıl kırılmayla karşı karşıya kalınmaktadır. Isıl kırılma risklerinin yüksek olduğu durumlarda, camlar tam veya kısmi olarak temperlenmelidir. Giydirme cephelerde; renkli altcamlı camlar, parapet camları, ısıtma, soğutma veya havalandırma çıkışlarından doğrudan etkilenen camların temperlenmesi uygun bir çözüm olmaktadır. [24]

5.3 Giydirme Cephenin Isı Kayıpları

5.3.1 Isı Kayıplarının Oluşumu ve Sebepleri

Giydirme cephe bileşenleri arasında, cephenin iç ve dış yüzeylerini birleştiren, yüksek ısıl iletkenliğe sahip, soğuk köprü oluşturan eleman ya da elemanlar varsa, bu durum cephenin ısı geçirgenliğini kayda değer biçimde değiştirecektir. Özellikle soğuk iklimli bölgelerde bu durum iç mekan ve dış ortam arasında o kadar çok ısı geçişine sebep olur ki; iç mekan kullanıcıları tarafından üretilen radyasyon hızla dışarıya kaçarak, ısıl konforsuzluğa ve cam elemanlar üzerinde yoğunlaşmalara sebep olur. (13)

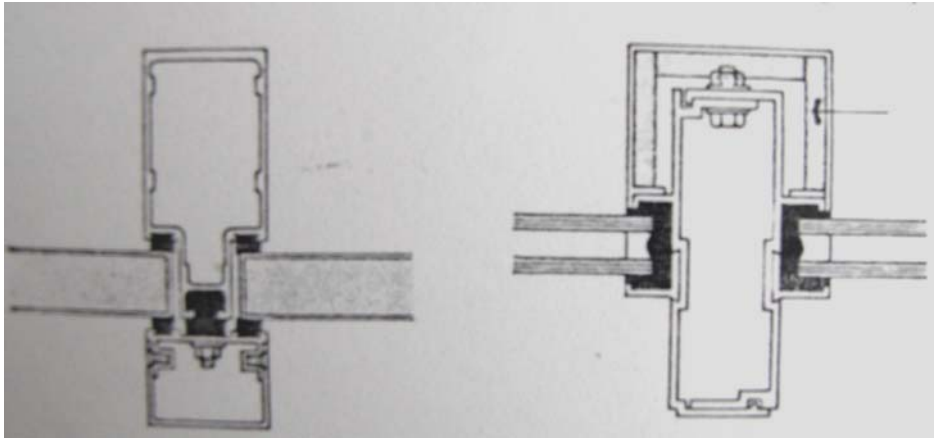
Isıl kayıplar başlıca cephenin 2 bölgesinde oluşur;

1. Köşe noktaları ve cam ile alüminyum doğramanın birleştiği bölgeler:

Bu bölgelerde, ısı geçişleri minimuma indirecek şekilde doğrama detayı yapılmalıdır. Mümkünse burda kullanılacak doğramanın kalınlığı minimum değerde tutulmalıdır.

2. Çerçeve elemanları:

Sürekli çerçeve elemanları, cephenin toplam ısı geçirgenliğini artırır. Bu artış %15 oranında olur. Bu durumu önlemek için, çerçeve elemanlarının süreksizliği yer yer sağlanabilir veya çerçeve elemanlarında uygun yalıtım çözümleri kullanılabilir.



Şekil 5.5 : Isı Yalıtımlı Giydirme Cephe Örnekleri [13]

Solda, ayırık (süreksiz) giydirme cephe çerçevesi tasarımı görülmekte. Sağdaki örnek ise, ısı geçişlerini minimuma indirmek ve ısı kayıplarını azaltmak amacı ile dışardan plastik bir malzemeyle yalıtılmış giydirme cephe sistemi çerçevesi örneği.[13]

5.3.2 Giydirme Cephede Isı Yalıtımı

Metal çerçeveli giydirme cephe uygulamalarında ısı yalıtımı, camlarda ısı cam kullanılarak, doğramalarda izole doğramalar ile, kaplama bölümlerinde ise çeşitli (paslanmaz çelik, metal sandviç panel, granit vb...) malzemelerle yapılabilmektedir. [26]

Alüminyum bütün diğer vasıfları ile en mükemmel doğrama malzemesi olmasına rağmen, yalın hali ile kullanıldığında direkt ısı kaybı bakımından hemen hemen en kötüsüdür. Çerçeve yüzeyi, toplam pencere yüzeyinin ortalama %10-15 civarındadır.

Isısal yönden sahip olduğu bu dezavantajlar alüminyum profillerin izole edilmesi ile çözümlenmiştir. [26]

Isı yalıtımlı alüminyum profillerin üretiminde ana prensip iç ve dış mekana bakan yüzeyde ayrı ayrı profiller kullanarak, bunları birbirine mümkün olduğunca az ısı ileten bir malzeme ile bağlamaktır. Bu bariyerler, pencerelerin karşılayacağı tüm yüklerle, doğa şartlarına mukavemet edecek kadar sağlam, alüminyum ekstrüzyon hassasiyetine uyum gösterecek kadar küçük ölçü toleransları ile imal edilebilecek ve ayrıca ısı köprüsü oluşturabilecek tesbite ihtiyaç olmaksızın, iç ve dış profilleri birbirine bağlayabilen ve de en önemlisi yapısının tamamen farklı olmasına rağmen birlikte çalışacağı alüminyuma intibak edebilen ve alüminyuma yakın genleşme katsayısına sahip bir malzeme olmalıdır. [26]

Isı yalıtım bariyeri olarak kullanılan plastik malzemelerin yeterli mekanik mukavemete sahip olmaları gerekmektedir. Çünkü; iç ve dış alüminyum profiller bu yalıtım köprüleri ile bağlanmış olup, tüm yükleri bu plastik parçalara aktarmaktadır. Bu bakımdan yalıtım profillerinin, ülkemizde güneş altında koyu renkli alüminyum profillerin yüzey sıcaklıklarının 140 °C 'ye kadar yükselebildikleri düşünülerek 200 °C'de yumuşamayan ve deforme olmayan malzemelerden yapılmış olması gerekmektedir. [26]



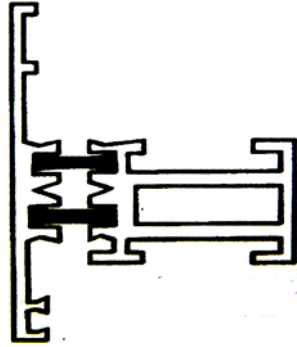
Şekil 5.6 : Isı bariyerli sistem kesit örnekleri [33]

Giydirme cephelerde, ısı bariyer malzemesi olarak kullanılan 2 dominant malzeme vardır. Bunlar poliüretan sistemler ve poliamid sistemlerdir. [39]

Tablo 5.1 : Isı bariyer malzemelerinin yapısal özellikleri [39]

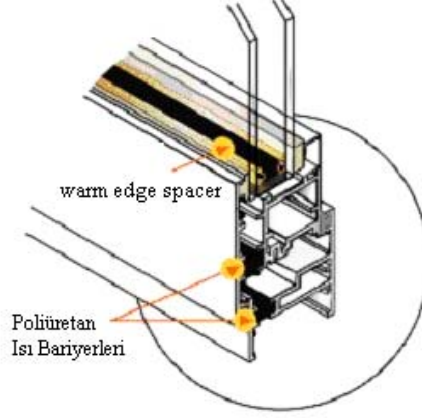
Malzeme Özelliği	Poliamid	Poliüretan
Kayma Dayanımı	439 kg/m ²	1171 kg/m ²
Darbe Dayanımı	26.42 m/kg/m	50.19 m/kg/m
Eğilme Dayanımı	1251 kg/cm ²	1335 kg/cm ²
Shore D Sertliği	79/81	84/86
Uzama Yüzdesi	8%	64%

Poliamid sistemler, ön şekillendirmelidir. İki ayrı alüminyum profil, kalınlıkları ve genişlikleri önceden belirlenmiş olan poliamid şeritlerin üzerine oturtulur. [39]

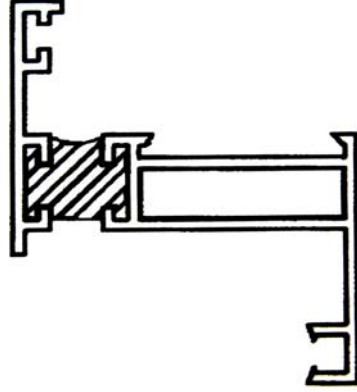


Şekil 5.7: Poliamid Isı Bariyerli Sistem Kesit Örneği [39]

Poliüretan sistemlerde kullanılacak ısı bariyer malzemesi üreticiye sıvı halde gelir. Alüminyum profillerin uygun görülen bölümlerine sıvı haldeki malzeme dökülür ve malzemenin sertleşmesi beklenir. [39]

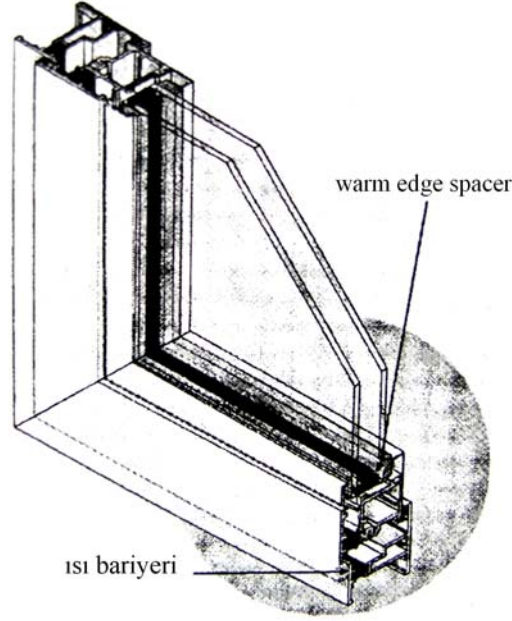


Şekil 5.8 : Poliüretan ısı bariyerli sistem kesit örneği [34]



Şekil 5.9 : Poliüretan ısı bariyerli sistem kesit örneği [39]

Giydirme cephelerin ısı yalıtımını daha da yükseltmek amacıyla, “warm edge spacer” adı verilen elemanlar kullanılır. Bu elemanlar, son zamanlarda üretilen cephelerde vazgeçilmez hale gelmiştir. Cephe camlarının kritik bölgeleri olan köşe bölgelerde ısı kayıpları çok olur. Isı yalıtım camlarında, iki cam tabakası arasına boydan boy yerleştirilerek kullanılan bu ayırıcılar, yoğuşma direnç faktörünü de 8-15 puan arttırabilmektedirler. Ayrıca “U” değerinde de 0.12-0.22 W/m*K’lık bir artış sağlamaktadırlar. [39]



Şekil 5.10 : “Warm edge spacer” detayı [39]



Şekil 5.11 : “Warm edge spacer” detayı

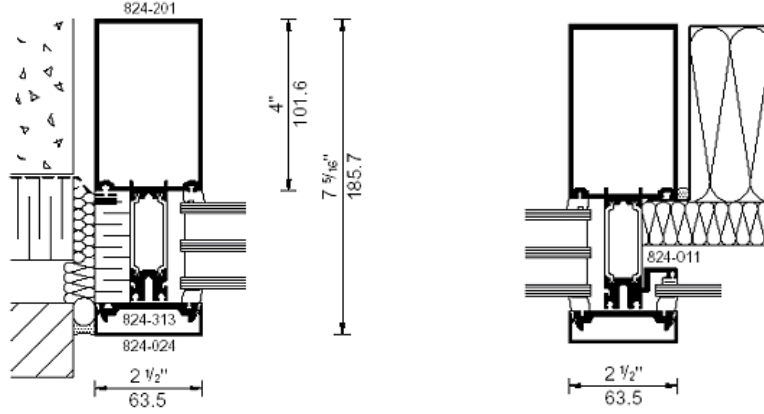
Isıl kırıcı özelliğe sahip çerçeve kullanımı, ısı yalıtımı için akıllıca bir çözümdür. Isıl kırıcı malzeme, cephe sisteminin uygun yerine, uygun pozisyonda yerleştirilmelidir. [27]

Isı yalıtımında göz önünde bulundurulması gereken bir diğer husus, alüminyum çerçevelerin geometrisidir. Dış ortama maruz kalan çerçeve alanı, minimuma indirilmeye çalışılmalıdır.[27]

Hava şartlarının çok olumsuz olduğu bölgelerde, cephede ısı yalıtımı sağlamak amacıyla daha yüksek seviyede önlemler almak gerekebilmektedir. Örneğin,

İsviçre’de 1974 yılından itibaren cephede çift cam uygulaması yerine üçlü cam uygulamasına geçilmesi Bina Yönetmeliği’nde şart koşulmuştur. [37]

Aşağıda Kawneer Şirketi’nin üçlü cam uygulamalarından örnekler bulunmaktadır.



Şekil 5.12 : Üçlü yalıtım cam ünitesi uygulaması örnekleri [29]

5.4 Korozyon

Giydirme cephede meydana gelen yoğuşma, cephenin taşıyıcı sistemine etki ederek korozyona uğramasına sebep olur. [3]

5.4.1 Korozyonun Tanımı

Korozyon, bir metalin bulunduğu ortam içinde kimyasal veya elektro-kimyasal reaksiyonlar sonucu bozulması şeklinde tanımlanabilir. Metal alaşımlarının sulu ortamdaki korozyonuna “ıslak korozyon” veya “elektro-kimyasal korozyon” denebilir. [3]

Korozyon, aslında metallerin tabii hallerine dönüş gayretinden başka birşey değildir. Bilindiği gibi teknolojik öneme sahip metallerin hemen hemen tamamı, tabiatta bileşik halde bulunur. Bu yüzden, bu bileşiklerden üretilen metal ve alaşımların tekrar kararlı halleri olan bileşik haline dönme eğilimleri vardır. Bu eğilimin sonucunda, metaller içinde buldukları ortamın elementleri ile reaksiyona girerek önce iyon sonra da bileşik haline geçerler. [3]

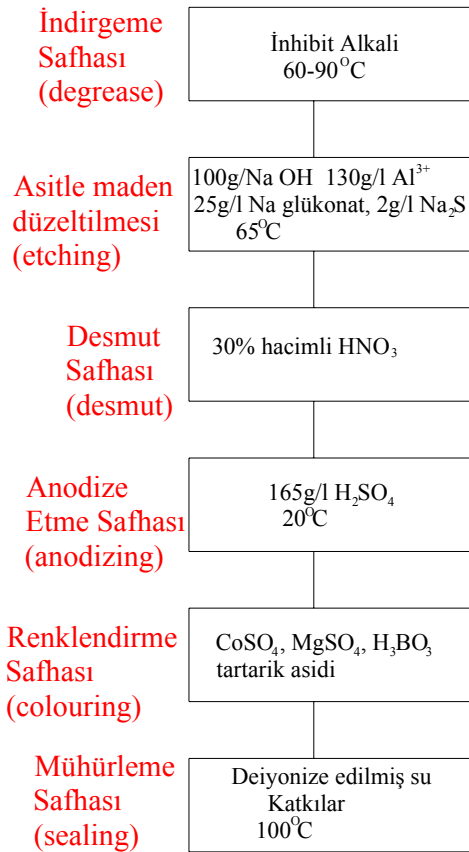
5.4.2 Alüminyum Profillerinin Korozyon Direncini Arttırma İşlemleri

Alüminyum profillerinin korozyon direncini arttırmak için uygulanan en önemli yöntem eloksal (anodik oksidasyon) işlemidir. [3]

5.4.2.1 Eloksal İşlemi

Eloksal, dilimize Almanca'dan girmiş bir terimdir. Uluslararası terminolojide “anodik oksidasyon” veya “anodizasyon” olarak tanımlanır. Eloksal, alüminyum üzerinde kalın ve homojen bir oksit tabakası oluşturma işlemidir. Alüminyum için çok özel bir yüzey kaplamadır; elektro-kimyasal bir proses ile yapılır. Kullanılan elektrolit, genelde asidik bir çözeltilidir. Kaplanacak alüminyum, elektroliz işleminin anodudur. Belirli ve kontrol edilen bir akım (genellikle doğru akım) yoğunluğu, kaplanacak alüminyum ile uygun bir katot arasında, yine belirli bir süre için geçerlidir. Bu süre, oluşacak eloksal tabakasının özellik ve kalınlığına göre belirlenir. Proses sırasında ısı ortaya çıkar ve elektrolitin sıcaklığını sabit tutmak için bu ısınım işlem ortamından alınması gerekir. [32]

Aşağıdaki şemada, eloksal işleminde uygulanan tüm işlemler, sırayla verilmiştir.



Şekil 5.13 : Eloksal işlem safhaları [41]

İndirgeme safhasında alüminyum materyalinin üzerindeki kalıntılar, tortular, çizikler ve çapaklar düzeltilir. İkinci safha, dış görünüşün belirlendiği safhadır. Asitler

yardımı ile yüzeyin matlığı ya da parlaklığı keskinleştirilir. Desmut safhasında, yüzeyin tamamen nötrale edilmesi amacıyla, desmut adında bir asit yüzeye uygulanır. Dördüncü safha anodize edilmenin yapıldığı safhadır. 150 A/m²'lik bir akım, 17 Voltla, alüminyum yüzeyine sülfürik asit solüsyonu uygulanır. [41] BS' ye göre, dış cephelerde bulunacak alüminyum malzemenin üstünde 25µm, iç ortamda bulunanların ise üstünde 5µm kalınlığında eloksal tabakası bulunmalıdır. [41] Mühürleme safhasında, anodik katman içindeki mikron ölçekli boşlukların kapatılması gerçekleşir. Bu boşluklar tamamen doldurulur. Bu kimyasal reaksiyonlarda, PH kontrolü yapılmak isteniyorsa amonyum asetat kullanılabilir, dış yüzeyde alümina oluşumunu engellemek için dekstranlar kullanılabilir. Diğer bir mühürleme alternatifi nikel tuzları kullanmaktır. Son zamanlarda ise, soğuk mühürleme tekniği gelişmiştir. Bu teknikte de nikel florid kullanılır. [41]

5.4.2.2 Eloksal Tabakasının Yapısı

Eloksal tabakası, alüminyuma entegre bir tabaka olarak oluşur ve metal oksit ara kesitinde oluşan bölümüne özel olarak "baraj tabakası" (barrier layer) adı verilir. Eloksal tabakasının gözenekli yapısı, bu baraj tabakasının gözenekli yapısı, bu baraj tabakasının üstünde büyür. [28]

Genel olarak, gözenek çapı, hücre boyutları ve baraj tabakası; uygulanan voltajla doğru orantılıdır. Uygulanan her volt için gözenek çapı ve baraj tabakası 10 Angström, hücre boyutu ise 30 Angström'dür.

Eloksal tabakasının kalınlığı, amper dakika miktarına bağlı olarak artar ve 1-100 mikron arasında değişen kalınlıklar elde edilebilir. Tabaka kalınlığı; kullanılan elektrolit, sıcaklık ve uygulanan akıma göre değişir. Eğer eloksal prosesi oluşan tabakayı eritmeyen bir çözeltilde (örneğin, borik asit) yapılyorsa, tabaka gözeneksiz bir yapı gösterir, ayrıca kalınlığı da uygulanan voltaja bağlı olur. Bu tip eloksala "baraj eloksanı" adı verilir. [28]

5.4.2.3 Eloksal Tabakasının Genel Özellikleri

Eloksal tabakasının alüminyuma tutunması, alüminyum ile bütünleşerek oluşmasından dolayı mükemmel sonuç verir. Eloksal tabakası çok sert ve böylece aşınmaya karşı çok dayanıklı olduğundan, alüminyuma üstün özellikler kazandırır. Tespit işlemi tamamlanmış bir eloksal tabakası çeşitli asit ve diğer kimyasallara karşı dayanıklı

olduğundan, birçok ortamda alüminyum korozyona karşı korur. Eloksal tabakasının şeffaf yapısı, alüminyumun metalik görünümünü ortaya çıkarır, ve bu özellik sayesinde alüminyum yüzeyine parlak veya mat görünüm verecek çeşitli mekanik veya kimyasal işlemler uygulanabilir. [28]

Eloksal tabakası, elektrik yalıtkanıdır. Elektrik geçirgenliği için, tabaka kalınlığının her mikronu için 40 volt gerekir. Bununla birlikte, gerçek değer, alüminyum alaşımına bağlıdır, Al-Si 5% alaşımında, eloksal tabakasının geçirgen olabilmesi için 25 volt yeterli olur. [28]

Eloksal tabakası, alkali kimyasallardan olumsuz etkilenir. Bu nedenle, alkali ortamda, eloksalli yüzey üzerine koruma için özel bant veya kendiliğinden soyulan leke kaplama ile koruyucu film uygulanır. Bu durum, özellikle mimari uygulamalarda önem kazanır. İnşaat sahasında, eloksalli alüminyumun kireç, harç veya çimento ile temas etmemesi için gerekli önlemler alınmalıdır. İnşaat bittikten sonra, eloksalli alüminyum üzerindeki koruyucu film çıkarılır. [28]

Tablo 5.2 : Çeşitli Eloksal İşlemleri [28]

Elektrolit Asidi	Konsantr. g/l	Sıcaklık,C	Akım Y. A/dm ²	Voltaj, V	Tabaka Kalınlığı mikron
Sülfürik	150/200	18/20	1,0/2,0	12/22	5/30
Sülfürik	180/400	-5/+5	1,5/3,0	15/70	25/125
Sülfürik/Okzalik	160/180 5/10	10/20	1,2/2,0	12/25	5/35
Kromik	30/100	25/55	0,1/1,0	30/70	2/8
Sulfosali- silik	60/70	18/25	2,0/3,0	35/75	15/35
Fosforik	120/250	20/30	1,0/2,0	30/120	1/30
Borik	40/50	70/100	1,0	50/5000	0,5'e kadar
Tartarik	20/40	70/80	2,0	120/150	0,16'ya kadar

5.5 Sıcaklık Değişimlerinden Kaynaklanan Hareket

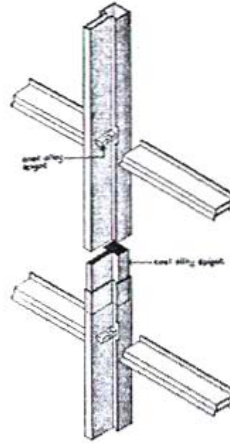
Giydirme cephe bileşenlerinin hareket etmesinin birkaç sebebi vardır ve bu sebeplerden en önemlisi sıcaklık değişiklikleridir. Isıya bağlı olan bu hareketler,

cephe malzemesinin türüne, ısıl genişleme katsayısına ve de sıcaklık değişiminin miktarına bağlıdır. [13]

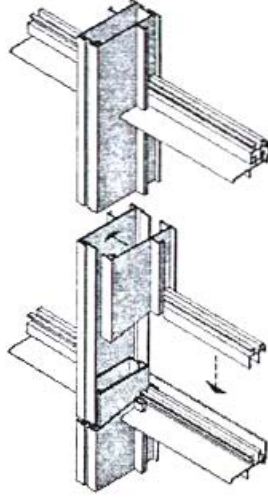
Sıcaklık değişimlerinden kaynaklanan hareket, düşey (vertical) veya yatay (horizontal) olabilir. Bu hareketleri karşılamak için sistem seçimi yapılırken, su geçirimsizliğinin sağlanması, rüzgara karşı yeterli dayanım sağlama ve estetik görünümü bozmama gibi kriterlerin mutlaka gözönünde bulundurulması gerekir. [15]

Sıcaklığa bağlı değişimler, gerektiği kadar öneme alınmazsa, çerçeve elemanlarında bozulmalar, şekil değişimleri, cam sistemi bileşenlerinde bozulmalar, gürültü kontrolünde azalma, su geçirimsizliğinin kaybolması, rüzgar yükü ve darbe dayanımında azalma gibi durumlar ortaya çıkar. [15]

Sıcaklık değişimlerini karşılamada uygulanacak detaylar önem taşımaktadır. Cephenin açılır kapanır bölümlerinin büyüklüğüne bağlı olarak, cephenin taşıyıcı sisteme tespiti detaylandırılmalıdır. Açılıp kapanabilen elemanlar belli bir büyüklüğü aşıyorsa, bağlayıcı elemanlar uzama değişimlerini karşılamada yetersiz kalabilirler. Ankorlama sistemi, yatayda ve düşeyde her tür hareketi karşılayabilecek nitelikte olmalı, gerekirse bağlantı noktalarında destekleyici malzemeler kullanılmalıdır. [15]

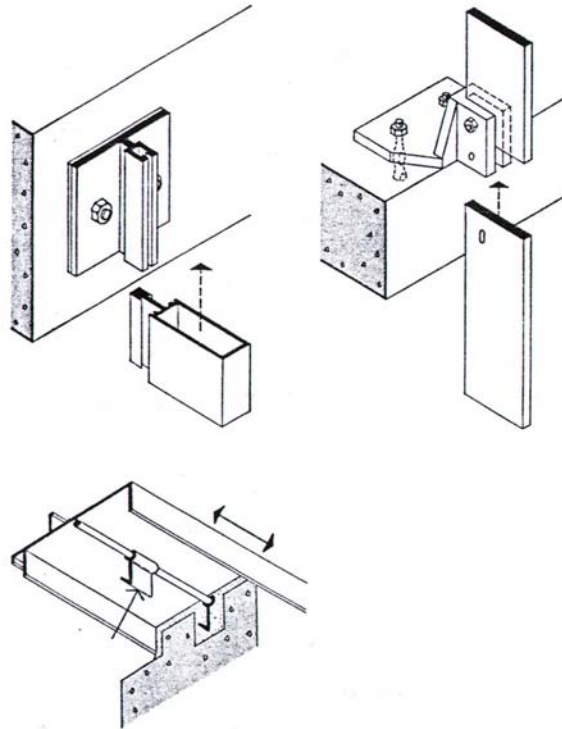


Şekil 5.14 : Giydirme cephelerde sıcaklık değişimlerine bağlı hareket[13]

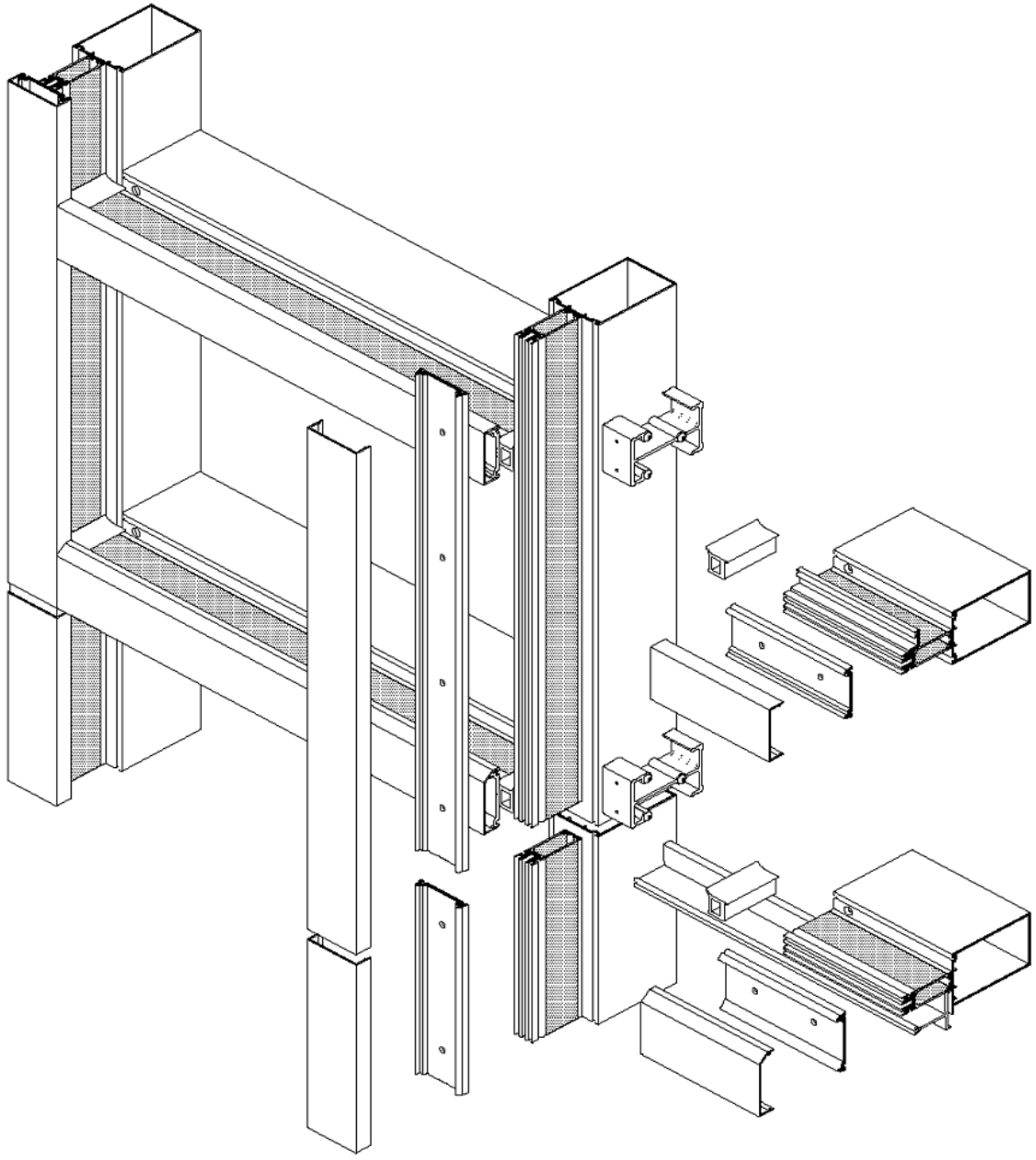


Şekil 5.15 : Giydirme cephelerde sıcaklık değişimlerine bağlı hareket [13]

Giydirme cephe bileşenlerinin olası hareketlerine karşı gerekli önlemler alınmalıdır. Bağlantı noktalarında, hareket eden elemanın uygun detaylandırılması ve binaya uygun biçimde bağlantısının sağlanması gerekir. Şekil 5.9'da ısı hareketlerinin oluşması ihtimaline karşı, bileşen düzeyinde ne gibi birleşim detayları yapılabileceği gösterilmiştir.[13]



Şekil 5.16 : Sıcaklık değişimi kaynaklı harekete yardımcı bileşen detayları (13)



Şekil 5.17 : Sıcaklık değişimi kaynaklı hareketlerin karşılanması için gerekli bileşen detayları[29]

6. SONUÇLAR

Giydirme cephelerde durabilite, pek çok performans gereksiniminin bir arada karşılanmasıyla sağlanabilir. Bu performans gereksinimlerinden biri “ısı performans” tır. Giydirme cephe, bir tane performans koşulunu yerine getiremediği takdirde, küçük veya büyük boyutlu sorunlar, hasarlar oluşmaktadır.

Isıl performans, durabilite koşulu olarak bakıldığında, iç mekan kullanıcı konforunu sağlayan bir kriter olmaktan çıkıp, bütün malzemeler ve bileşenler düzeyinde büyük öneme sahip bir koşul haline gelmektedir. Bir giydirme cephenin ısı performansını belirleyen temel etkenler;

- cephenin malzemelerinin teker teker ısı kapasiteleri,
- ısı dirençleri,
- saydam bölgelerin ısı geçirimsizliği,
- saydam bölgelerden edinilen toplam ısı kazancı,
- cam ve alüminyum kapsamak üzere malzeme seçimi ve
- güneş kontrol elemanları

olarak sıralanabilir.

Cam seçimi incelenirken günümüzde alüminyum giydirme cephelerde kullanımı mümkün olan tüm cam çeşitleri, camların ne şekilde kullanılabilceği, ve özellikleri açıklanmıştır. Cam sisteminde kullanılacak cam türü sayısı günümüzde giderek artmaktadır. Değişik yönlerden geliştirilmiş cam türlerinin kombinasyonlarıyla istenilen seviyede performans sağlanması mümkündür.

Çerçeve seçimine baktığımızda, alüminyumun giydirme cephe için uygun malzeme olması yanında, ısı performansını arttırmak için, çerçeve içinde ısı performansı olumlu etkileyecek donatı ve malzeme kullanımının yararlı olduğunu, çerçevenin ısı profilini büyük ölçüde etkilediğini ve yoğuşma direnç faktörüne de büyük katkısı olduğunu görüyoruz. Böylelikle cephenin ait olduğu binanın enerji tüketimi ve iç

mekan kullanıcılarının ısı konforları da olumlu yönde etkilenecektir. Concordia Üniversitesi Çevre Bölümü tarafından gerçekleştirilmiş bir deneyin sonuçlarından yararlanılarak çerçeve seçiminin ısı performansına olan etkileri açıklanmıştır. [22]

Isı performansına etki eden iç etkenler arasında en önemlisi “güneş kontrol elemanları” ve bu elemanların konumlarıdır. Güneş kontrol elemanlarından en çok cephenin dış yüzeyinde yararlanılmaktadır. Bunun amacı, güneş ışığının henüz cephe camıyla temas etmeden kontrol altına alınmasını sağlamaktır. Bu şekil kullanımının en yararlı ve verimli tür kullanım olduğu, Cardiff Üniversitesi’nde yürütülmüş olan ve güneş kontrol elemanının cephede 4 farklı yerde kullanıldığı taktirde ısı yünden nasıl sonuçlar doğurduğu irdelenen bir çalışma yardımıyla da desteklenmiştir. [23]

Isı performansına etki eden önemli etkenlerden biri sıcaklık değişimleridir. Alüminyum giydirme cephelerde de, tüm yapı elemanlarında olduğu gibi sıcaklık değişikliklerinden kaynaklanan, uzunluk değiştirme olayı meydana gelecektir.

Isı performans bakımından zayıf bir giydirme cephede meydana gelebilecek 5 ana kusur;

- yoğuşma,
- ısı şoklarına bağlı meydana gelen kırılmalar,
- giydirme cephe sistemindeki ısı kayıpları
- alüminyum çerçevenin korozyonu ve
- sıcaklık değişikliklerine bağlı hareket

olarak sıralanabilir.

Yoğuşma olan bir giydirme cephe yüzeyi, korozyona ve su sızdırmaya daha müsait hale gelir ve durabilitesi büyük ölçüde azalmış olur. Yoğuşmanın oluşumunu engellemek için çerçevelerde alınabilecek en uygun önlem drenajlı ve havalandırılmalı sistemlerdir. Yoğuşmayı engellemek için cam tasarımına da dikkat edilmelidir. Çift cam uygulamalarında camlar arasındaki uzaklık ve eğer kullanıldıysa ara boşluktaki gazın cinsi çok önemlidir.

Isı kırılmaları, sıcaklık değişimlerine karşı cam katmanının gösterdiği tepkiden dolayı oluşmaktadır. Isı kırılma gerçekleştiği taktirde, cam sistemi rüzgar, basınç, sıcaklık değişimleri gibi dış etkilere karşı çok daha dayanımsız hale gelecek

durabilitesini yitirir. Bu tür kırılmalara bakıldığında en uygun çözüm temperli cam kullanımı olarak görülmektedir.

Karşılaşılabilecek bir diğer sorun ise giydirme cephe meydana gelen ısı kayıplarıdır. Isı kayıplarının en çok görüldüğü yerler;

- köşe noktaları ve cam ile alüminyum doğramanın birleştiği bölgeler ve
- çerçeve elemanlarıdır.

Isı kayıplarını engellemek için cephe sisteminin detay çözümleri yalıtım sağlayacak biçimde olmalıdır. Bu çözümler;

- Camlarda ısı cam kullanımı
- Isı yalıtımlı alüminyum profillerin kullanılması
- Isı yalıtım bariyeri olarak kullanılan plastik malzemelerin yeterli mekanik mukavemete sahip olmaları
- Çerçeve iç yüzeyinde “Warm edge spacer” kullanımı
- Isıl kırıcı özelliğe sahip çerçeve kullanımı
- Gerektiği bölgelerde çift cam değil üçlü cam uygulaması kullanmak

olarak sıralanabilir.

Korozyon, oluştuğu metalin kullanılabilirliğini ve dış etkilere dayanımını azaltır. Korozyona uğramış bir alüminyum cephe çerçevesi, durabilitesini büyük ölçüde yitirmiş olur. Korozyona engel olabilmek için başvurulan en yaygın yöntem eloksal (anodik oksidasyon) işlemidir. Bu işlem alüminyum üzerinde kalın ve homojen bir oksit tabakası oluşturması işlemi olup, korozyonu büyük ölçüde engellemektedir. Elokسال tabakası çok sert ve böylece aşınmaya karşı çok dayanıklı olduğundan, alüminyuma üstün özellikler kazandırır. Tespit işlemi tamamlanmış bir eloksal tabakası çeşitli asit ve diğer kimyasallara karşı dayanıklı olduğundan, birçok ortamda alüminyumu korozyona karşı korur.

Sıcaklık değişikliklerine bağlı hareket ise bu hasarlar arasında en kaçınılmaz olanıdır. Gün içi sürekli değişen sıcaklıklar karşısında alınabilecek en iyi önlem, giydirme cepheyi, ısıl hareketlere müsaade edecek şekilde tasarlamaktır. Bu amaçla tasarlanmış

bileşen detayları doğru uygulandığı takdirde, ısı hareketleri tehlike olmaktan çıkmaktadır.

Alüminyum giydirme cephe, günümüzde özellikle çok katlı binalarda çok sıklıkla kullanılmaktadır. Bu tür binalarda kullanıcı sayısı fazla ve kullanıcı konforu çok önemli olduğu için, cephe sisteminin yerine getirmek zorunda olduğu performans seviyesini yükselmektedir. Isıl performans da, yüksek seviyede sağlanması gereken bir performanstır. Bina kullanıcılarının ısı yönden konforsuz olmaları durumunda, bina içinde ek önlemler alınması zorunlu hale gelmektedir. Yaz aylarında bina iç mekanlarının çok ısınması, havalandırma sistemlerinin daha uzun ve etkili şekilde kullanılmasını zorunlu kılar. Kış aylarında bina iç mekanlarının çok soğuk olması ise, bina ısıtma sisteminin daha uzun ve etkili şekilde kullanılmasını zorunlu kılar. Bunlara bağlı olarak ta, ısıtma ve soğutma enerjilerinde artış meydana gelir. Bina enerji tüketimi artar, ısıtma-havalandırma sistemleri giderleri çoğalır. Isıtma-havalandırma sistemlerinin kullanımındaki artış, CO₂ emisyonunun da artması anlamına gelmektedir. Günümüz gelişmiş ülkelerinde, binaların kullanılabilir durumda kalmasını sağlamak için tüketilen enerji miktarı, ulusal enerji tüketiminin %50'sini oluşturmaktadır. Isıl konforun tam sağlanamadığı bina sayısı arttıkça, tüketilen enerji miktarı daha da fazla olacaktır, havaya karışan CO₂ miktarı artacaktır.

Durabilite-sürdürülebilirlik ilişkisine bakıldığında, yapı elemanlarının sürdürülebilir olmasındaki ilk şartın, yapı elemanlarını oluşturan bileşenlerin teker teker durabilelirliğinin olmasının gerekliliği olduğu söylenebilir. Isıl performans açısından eksiklikler bulunan bir giydirme cephe sisteminde ise, hem alüminyum çerçeve sisteminde hem de cam sisteminde önemli kusurlar oluşacağından, bu cephe sistemlerinin sürdürülebilir olması çok zorlaşmaktadır. Günümüz mimarisinde, binaların bütün olarak sürdürülebilir olmaları ve bunu sağlarken de çevreye verilen zararın en düşük seviyede tutulması ciddi bir araştırma ve çalışma konusudur. Isıl performans-durabilite ilişkisi incelendikten sonra, ısı performans-sürdürülebilirlik ilişkisi de ciddi anlamda irdelenebilir.

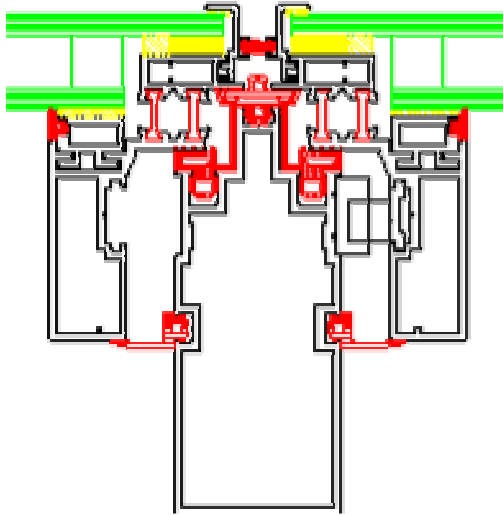
KAYNAKÇA

- [1] **Gür, V.**, 2001. Hafif Giydirmeye Cephe Sistemlerinin Analiz ve Değerlendirilmesi için bir model, Yüksek Lisans Tezi, İ.T.Ü. Fen Bilimleri Enstitüsü, İstanbul
- [2] **Eşsiz, Özlem**, 2004. Teknolojinin Cam Cephe Panellerine Getirdiği Yenilikler, 1. Ulusal Çatı ve Cephe Kaplamalarında Çağdaş Malzeme ve Teknolojiler Sempozyumu, CNR EXPO, İstanbul, 3 Nisan
- [3] **Ademci, K. Tuba**, 2000. Alüminyum Giydirmeye Cephelerde Su ve Nem Problemleri, Yüksek Lisans Tezi, İ.T.Ü. Fen Bilimleri Enstitüsü, İstanbul
- [4] Architectural Design of High Rise Buildings, ders notları
- [5] Architectural Design of High Rise Buildings, Araştırma Ödevi
- [6] www.unoyapi.com, 2004, İnternet
- [7] **Yenal Oktuğ**, 1993. Yapıda Temelden Çatıya Cam ve Cam Kökenli Malzeme Türleri ve Uygulama Örnekleri Sempozyumu, YEM, İstanbul, 23 Aralık
- [8] www.skyscrapers.com, 2004, İnternet
- [9] **Fikriye Arduç**, Şubat 1996. Mimaride Alüminyum , Yüksek Lisans Tezi, İ.T.Ü Fen Bilimleri Enstitüsü İstanbul
- [10] www.bath.ac.uk/cwct/cladding_org/wlp2001/paper3 2004, İnternet
- [11] www.bath.ac.uk/cwct/cladding_org/wlp2001/paper4 2004, İnternet
- [12] www.bath.ac.uk/cwct/cladding_org/icbest97/paper372004, İnternet
- [13] **Rostron, R. Michael**, 1964. Light Cladding of Buildings, William Clowes and Sons Ltd.
- [14] **Users' Requirements and Building Envelope Design**, ders notları
- [15] www.glass.org/affprof/r_selectingwc, 2004, İnternet
- [16] **Etzion, Y., Erell, E.**, 2000. Controlling the Transmission of Radiant Energy Through Windows: A Novel Ventilated Reversible Glazing System, Building and Environment, 5,433-435
- [17] www.arch.mcgill.ca-prof-sijpk-es-arch304-winter2001, 2004, İnternet

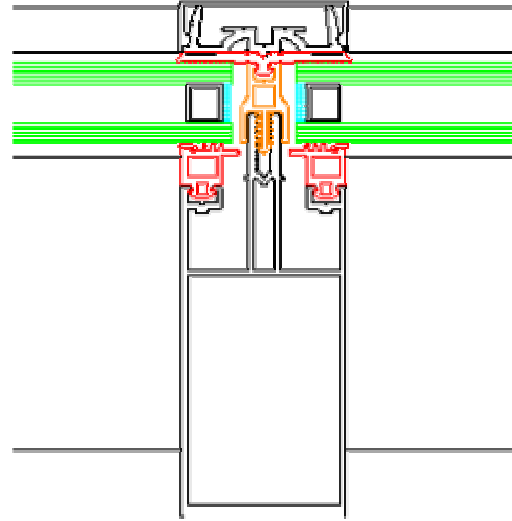
- [18] www.hatek.com/teknik/cam 2004, Internet
- [19] **Toydemir, N.**, 1990. Cam, Cam Yapı Malzemeleri, Sakarya Gazetecilik ve Matbaacılık
- [20] **Onay B.**, 2003. Pencere Sistem Seçeneklerinin Isıl Performansının Değerlendirilmesi, Yüksek Lisans Tezi, İ.T.Ü Fen Bilimleri Enstitüsü, İstanbul
- [21] www.bath.ac.uk/cwct/cladding_org/gib/paper32, 2004, Internet
- [22] www.bath.ac.uk/cwct/cladding_org/wlp2001/paper22, 2004, Internet
- [23] www.bath.ac.uk/cwct/cladding_org/wlp2001/paper21, 2004, Internet
- [24] www.aaa.ab.ca/pages 2004, Internet
- [25] aaa.ab.ca/pages/membersce_links.htm.pdf
- [26] **Şerbetçi c.**, 1994. Yüksek binalarda metal çerçeveli giydirmeye cepheler, Yüksek Lisans Tezi. İ.T.Ü Fen Bilimleri Enstitüsü, İstanbul
- [27] www.wbdg.org/design/env_fenestration_cw, 2004, Internet
- [28] www.aluminyumsanayi.com/alyuzeyislem, 2005, Internet
- [29] www.kawneer.com/products, 2004, Internet
- [30] www.as_el.com.tr, 2004, Internet
- [31] www.technal.co.uk, 2005, Internet
- [32] www.noktametal.com/eloksal, 2006, Internet
- [33] www.luoxiang.en.alibaba.com/product/50048509/50221323/thermal_barrier_profile, 2006, Internet
- [34] www.azonintl.com/overview.asp, 2006, Internet
- [35] glass.org-affprof-r_selectingwc.htm
- [36] www.yurtmetal.com/aluminyum, 2006, Internet
- [37] www.bath.ac.uk/cwct/cladding_org/gib/paper22
- [38] www.bath.ac.uk/cwct/cladding_org/gib/paper23
- [39] www.bath.ac.uk/cwct/cladding_org/fdp/paper16

- [40] **Herzog Krippner Lang**, 2004, Facade Construction Manual, Birkhauser Publishers for Architecture
- [41] www.bath.ac.uk/cwct/cladding_org/wlp/paper18
- [42] www.bcm.org.tr/pdf/cam, 2006, Internet
- [43] www.fizikvizyon.bz.tc/cam, 2006, Internet
- [44] www.pueblo.gsa.gov/cic_text/housing/coolyourhome/cooling, 2006, Internet
- [45] **TS 825**, Binalarda Isı Yalıtım Kuralları, Türk Standartları Enstitüsü, İstanbul

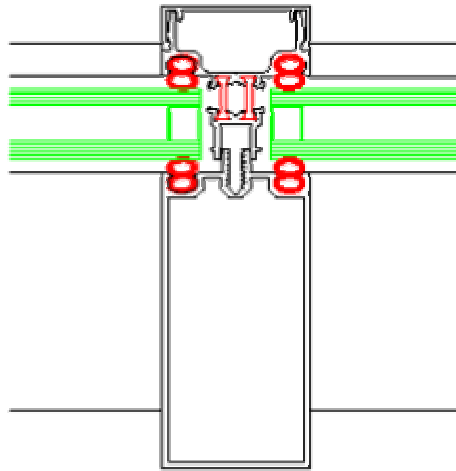
EK 1 (ISIL PERFORMANS BAKIMINDAN İYİ GİYDİRME CEPHE ÖRNEKLERİ)



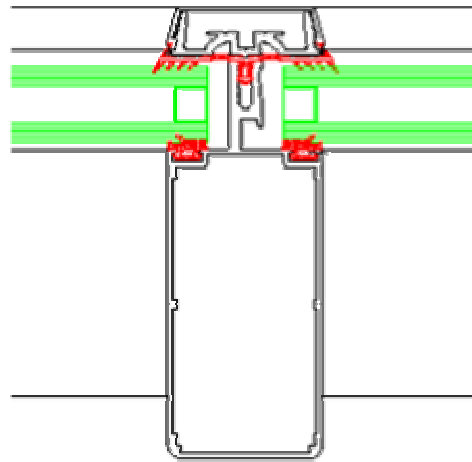
(A) [30]



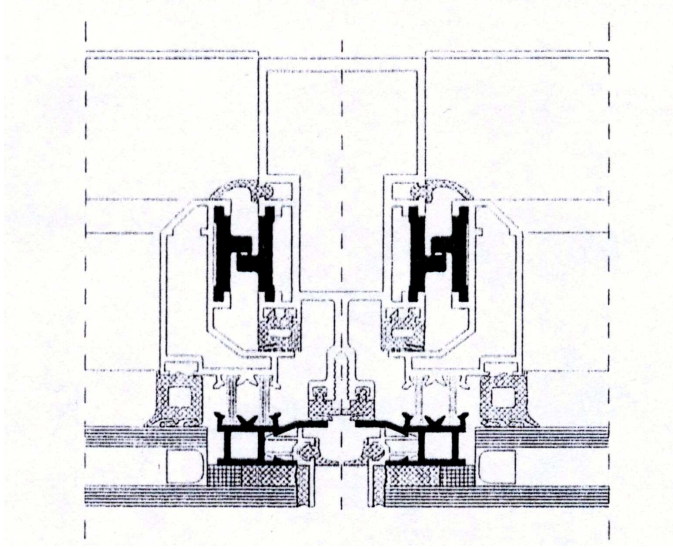
(B) [30]



(C) [30]

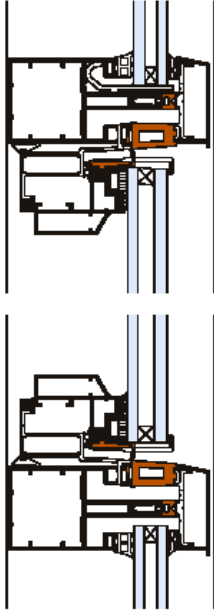


(D) [30]

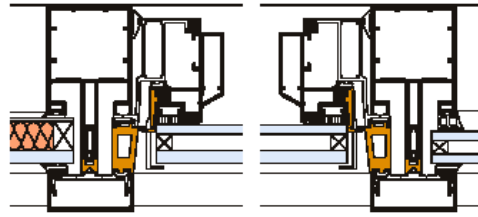


(E)[1]

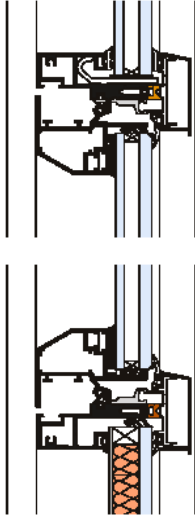
(A,B,C,D,E)ısı bariyerli giydirmce cephe boyuna kesit detayları



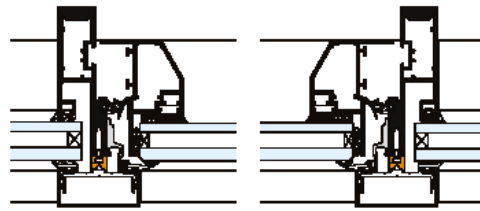
[31]



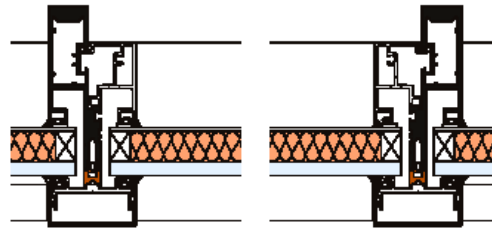
[31]



[31]

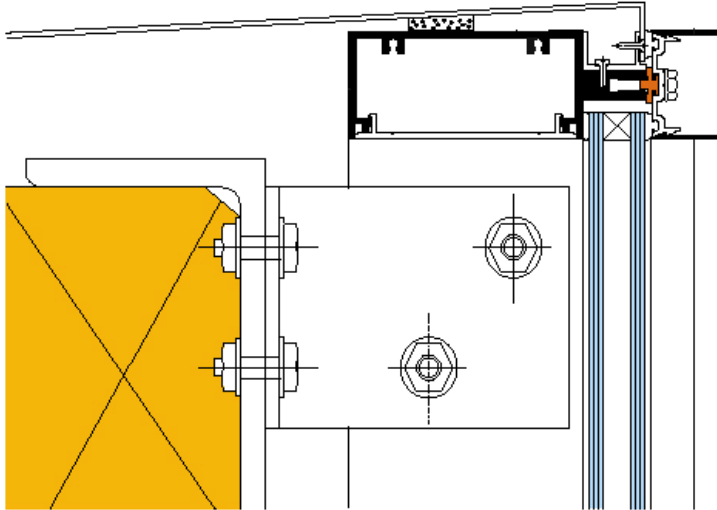


[31]

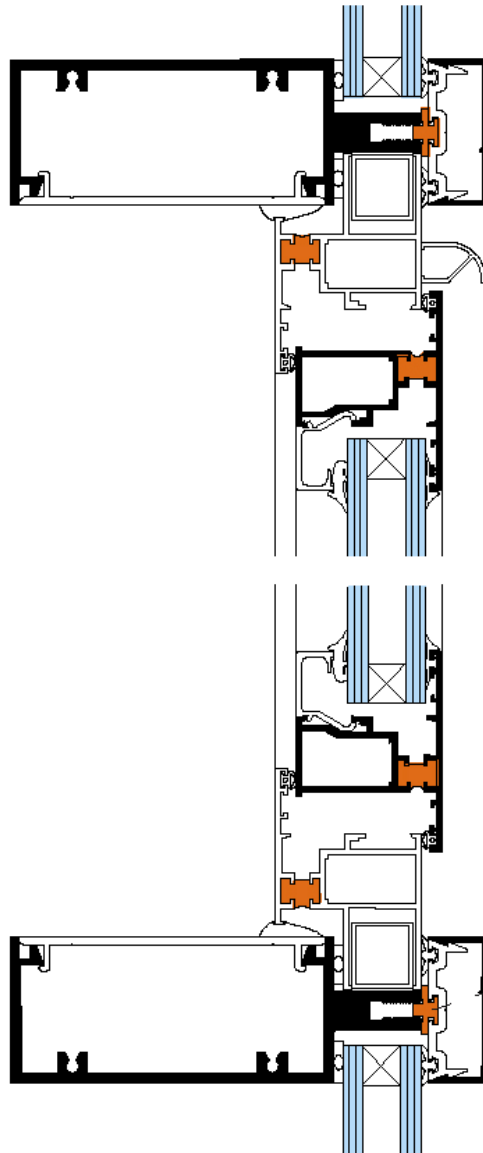


[31]

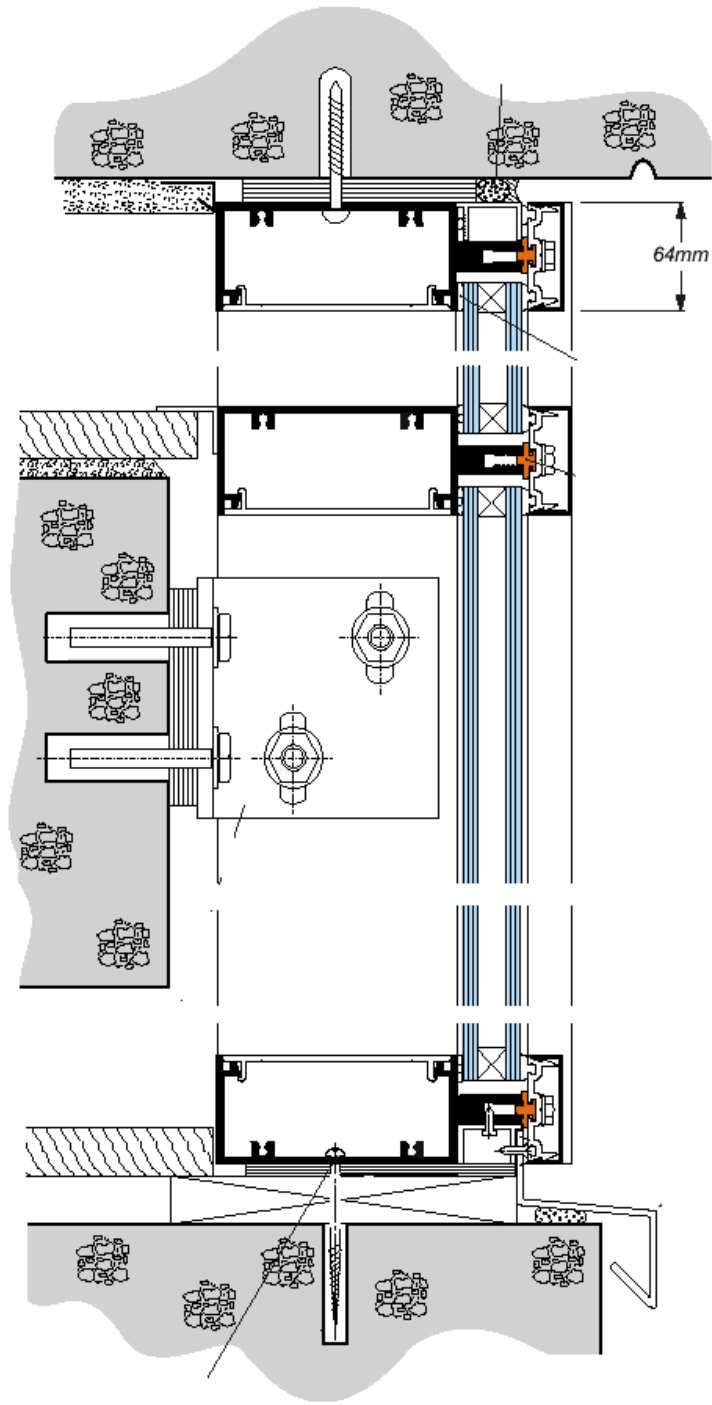
Isı bariyerli giydirme cephe detayları [31]



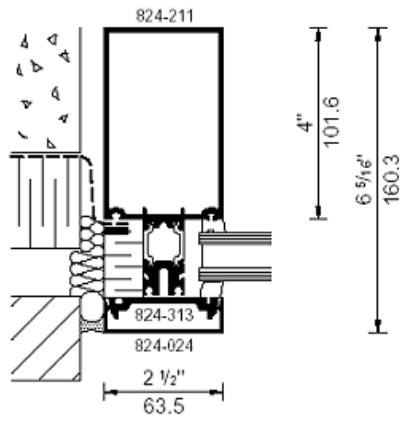
[31]



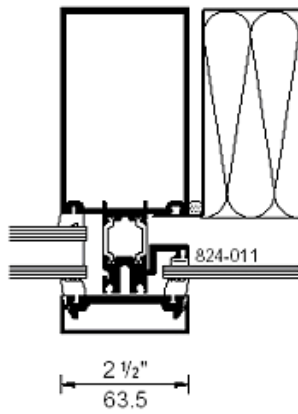
[31]



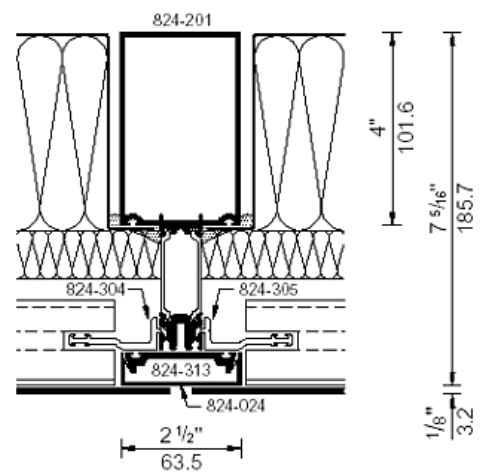
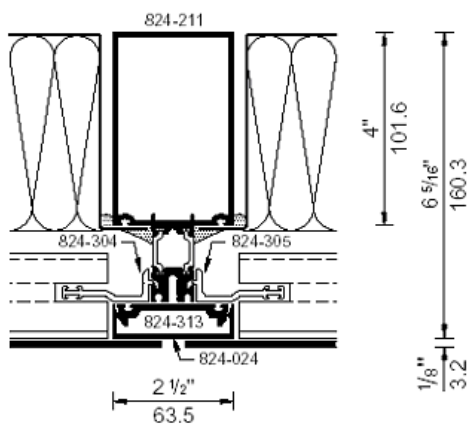
[31]



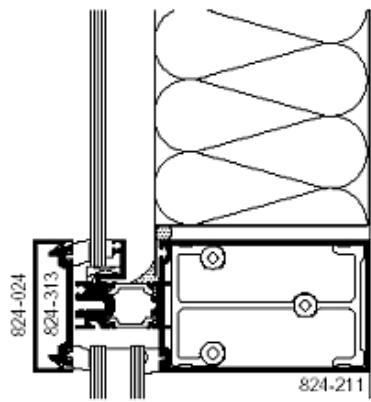
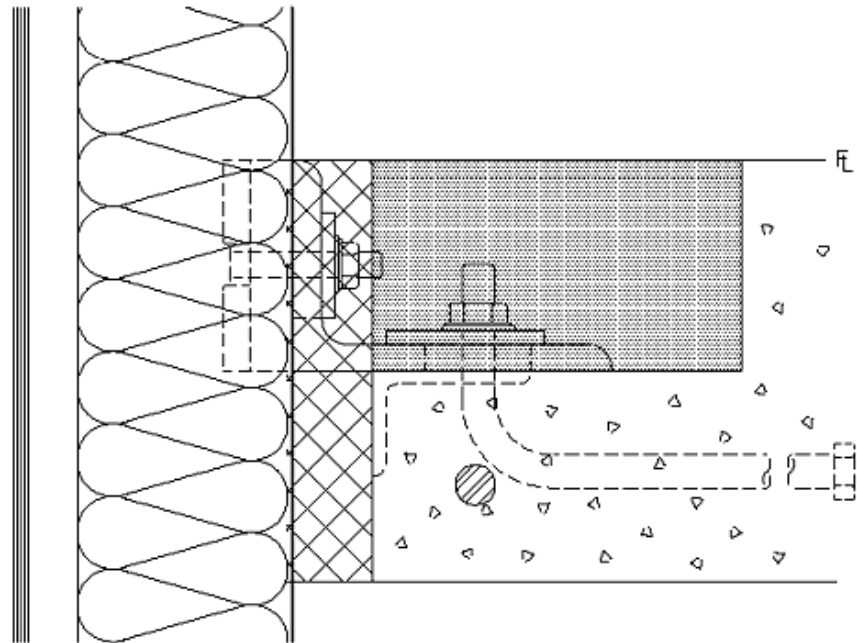
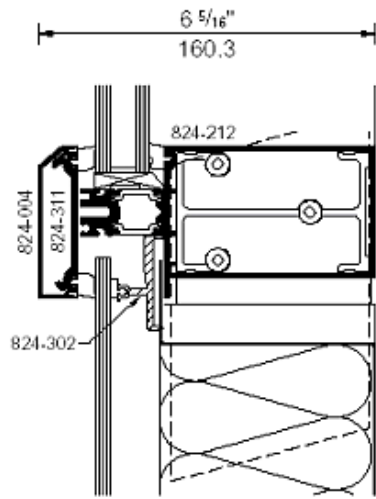
[29]



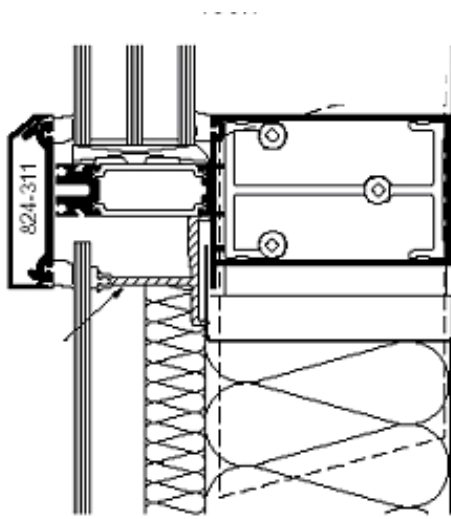
[29]



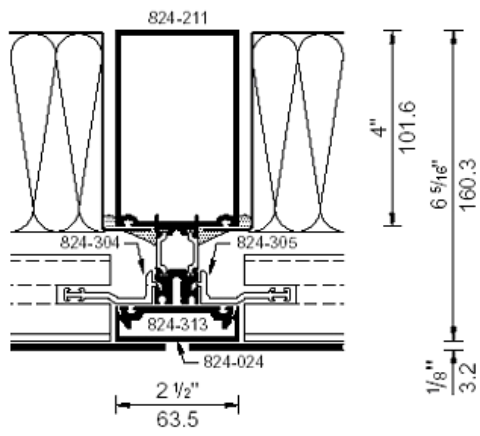
[29]



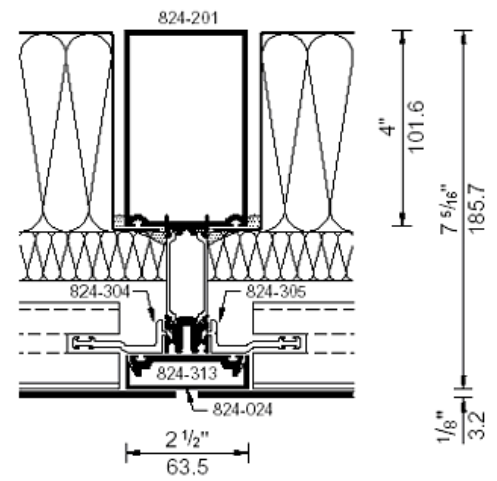
[29]



[29]



[29]



[29]

EK 2 (ULUSLARARASI ALÜMİNYUM STANDARTLARI)

ULUSLARARASI ALÜMİNYUM STANDARTLARI										
ETİBANK	AA	U.K. BS	ISO	RUS	DIN	Werkstoff	FRANSA AFNOR	İTALYA UNI	İSVEÇ	İSVİÇRE
ETİAL 5	1050A	1B	Al99.5	A5	Al99.5	3.0255	A5	4507	14-4007	Al99.5
ETİAL 7	1070	-	-	A7	Al99.7	3.0275	-	4508	-	-
-	1080A	1A	Al99.8	-	Al99.8	3.128	A8	4509	14-4004	-
ETİAL 0	1200	1C	Al99.0	A0	Al99	3.0205	A4	3567-66	14-4010	Al99.0
-	1350	1E	Al99.5	--	E-Al	3.0257	ASL	-	E-AL99.5	-
ETİAL 20	2011	FC1	AlCu6BiPb	-	AlCuBiPB	3.1655	A-U5PbBi	6362	14-4355	AlCu6BiPb
ETİAL 21	2014	H15	AlCu4SiMg	-	AlCuSiMn	3.1255	A-U4SG	3581	14-4338	AlCu4SiMn
ETİAL 22	2017	-	-	AMr6	AlCuMg1	-	A-M4G	3579	-	-
-	2117	-	-	-	AlCu2.5Mg0.5	-	-	-	-	-
ETİAL 24	2024	-	AlCu4Mg1	1163	AlCuMg2	3.1355	A-U4G1	-	-	AlCu4MG1.5
-	2218	-	-	-	AlCuMgNi2	-	-	-	-	-
ETİAL 30	3003	-	AlMn1Cu	A31M	AlMnCu	3.0517	A-M1	3568	-	AlMn
-	3103	N3	-	-	AlMn1	3.0515	-	7780	14-4054	AlMn
-	3105	-	-	-	-	-	-	-	-	-
ETİAL 31	3004	-	-	-	AlMn1Mg1	3.0526	A-M1G	-	-	-
-	3005	-	-	-	AlMn1MG0.5	3.0525	A-MG0.5	-	-	-
ETİAL 50	5005	N41	AlMg1	-	AlMg1	3.3315	A-GO-6	5764-66	14-4106	AlMg1
-	-	-	-	-	AlMg2Mn0.8	3.3527	-	-	-	-
ETİAL 52	5052	-	-	AMr2	AlMg2.5	3.3523	A-G2.5C	3574	-	-
-	5754	-	-	--	AlMg3	3.3535	A-G3M	3575	-	-
-	5056A	N6	AlMg5	-	AlMg5	3.3555	A-G5	3576	-	-
-	5083	N8	AlMg4.5Mn	-	AlMn4.5Mn	3.3547	A-G4.5MC	7790	14-4140	AlMg5
-	5086	-	-	-	AlMg4Mn	3.3545	A-G4MC	-	-	AlMg4
ETİAL 53	5154	N5	AlMg3.5	AMr3	AlMg3.5	3.3535	A-G3	3575	-	AlMg2.7Mn
-	5251	N4	AlMg2	-	AlMg2Mo3	3.3525	A-G2M	3574	-	AlMg2
-	5454	N51	AlMg3Mn	-	AlMg2.7Mn	3.3537	A-2.5MC	7789	-	AlMg2.7Mn
-	5657	-	-	-	AlMg0.8Si	-	-	-	--	-
-	5754	-	-	-	AlMg3.5	3.3535	A-G3M	-	-	-
-	6061	H20	AlMg1SiCu	AB	-	-	A-GSUC	6170	-	-
ETİAL 60	6063/6060	H9	AlMg0.5Si	-	AlMgSi0.5	3.3206	A-GS	3569	14-4104	AlMgSi0.5
ETİAL 61	6082/6351	H30	AlSi/MgMn	A35	AlMgSi1	3.2315	A-SGMO.7	3571	14-4212	AlMgSi0.6
ETİAL 64	6101A/6463	91E	AlMgSi	-	EAlMgSi0.5	3.3207	-	3570	-	AlMgSi0.5
-	7020	H17	-	-	AlZn4.5Mg1	3.4335	A-Z5G	7791	-	AlZn4.5Mg1
-	7022	-	-	-	AlZnMgCu0.5	3.4345	-	-	-	-
-	7075	-	AlZn6MgCu	B95	AlZnMgCu1.5	3.4365	A-Z5Gu	3735	-	AlZn6MgCu1.5
-	7079	-	-	-	--	--	--	--	--	--
-	7175	-	-	B9504	--	--	--	--	--	--
ETİAL 110	319	LM4	-	--	-	-	AS5U3	--	--	--
-	355.1	LM16	AlSi5Cu1	-	-	-	-	3600	-	--
ETİAL 120	B443/4043	LM18	AlSi5	-	AlSi5	--	-	-	-	-
ETİAL140	A413.2	LM6	AlSi12	-	AlSi12	230	AS13	4514	-	-
-	A413.1	LM2	AlSi12CuFe	-	AlSi12CuFe	231	AS12U	5079	-	-
ETİAL 141	413	LM20	AlSi12Fe	-	GD-AlSi12	-	AS12	-	-	-
ETİAL 145	-	LM13	-	-	-	-	AS12UN	--	--	--
ETİAL 150	-	-	GAIS12Cu	-	-	-	-	5076	-	-
ETİAL160	B380.1	LM24	AlSi8Cu3Fe	-	AlSi8Cu3	226	AS9U3	5075	-	-
ETİAL 171	A360.2	-	AlSi10Mg	-	AlSi10Mg	239	AS10G	3051	-	-
ETİAL 175	F332	LM26	-	-	-	-	-	-	-	-
ETİAL 180	-	LM2	-	-	-	-	-	-	-	-
ETİAL 220	-	L91	AlCu4Si	-	AlCu4.5	-	-	-	-	-
ETİAL 221	-	LM11	AlCu4Ti	-	AlCu4Ti	-	A-U5GT	-	-	-
-	308.1	LM21	AlSi5Cu3	-	-	225	-	7369/4	-	-

ÖZGEÇMİŞ

Şengü Şerare TORTU, 1981 yılında Zonguldak'ta doğdu. İlk, orta ve lise öğrenimini TED Zonguldak Koleji'nde tamamladı. 1999 yılında İ.T.Ü Mimarlık Fakültesi Mimarlık Bölümü'nü kazandı. 2003 Bahar Yarıyılı'nda İ.T.Ü Fen Bilimleri Enstitüsü Mimarlık Anabilimdalı, Çevre Kontrolü ve Yapı Teknolojileri Bölümü'ne girmeye hak kazandı. 2006 yaz yarıllı sonunda Yüksek Lisans ders programını tamamladı.