

151613

İSTANBUL TEKNİK ÜNİVERSİTESİ ★ FEN BİLİMLERİ ENSTİTÜSÜ

**ALÜMİNYUM GİYDİRME CEPHELERDE
SIZDIRMAZLIK SORUNLARI VE ÇÖZÜM YOLLARI**

YÜKSEK LİSANS TEZİ
Mimar Nejdet ZİYAETTİN
502021353

151613

Tezin Enstitüye Verildiği Tarih : 26 Nisan 2004
Tezin Savunulduğu Tarih : 18 Mayıs 2004

Tez Danışmanı :

Prof. Dr. Erol GÜRDAL (İ.T.Ü.)

Diğer Jüri Üyeleri

Prof.Dr. Halit Yaşa ERSOY (M.S.Ü.)

Doç.Dr. Murat AYGÜN (İ.T.Ü.)

MAYIS 2004

ÖNSÖZ

Türkiye’de artık bir sektör haline gelmiş olan alüminyum giydirme cephelerin alt yapısını oluşturan yazılı kaynakların son derece az olması başlı başına bir eksiklikler. Bu eksikliği kısmen gidermek çalışmamın temel prensibi olmuştur.

Bu tezi hazırlamam sırasında değerli bilgileri ve yardımları ile bana her yönden destek olan hocam, Sn. Prof. Dr. Erol GÜRDAL’a teşekkürlerimi sunarım.

Tez çalışmamda her türlü yardımı ve bilgiyi esirgemeyen Mayem Alüminyum ve Metal Yapı firma yetkililerine, deney çalışmalarında her türlü yardımı sunan Metal Yapı Ar-Ge Laboratuvarı çalışanlarına teşekkür ederim.

Tüm öğrenim hayatım boyunca maddi ve manevi desteklerini benden esirgemeyen sevgili babam Ömer ZİYAETTİN ve annem Havva ZİYAETTİN’e sonsuz teşekkür ederim. Ayrıca çalışmam sırasında bana destek olan ablam, kardeşlerim ve nişanlım Nurhan CİHAN’a teşekkürlerimi sunarım.

Mayıs 2004

Mimar Nejdett ZİYAETTİN

İÇİNDEKİLER

Sayfa no

KISALTMALAR	vii
TABLO LİSTESİ	viii
ŞEKİL LİSTESİ	ix
SEMBOL LİSTESİ	xi
ÖZET	xii
SUMMARY	xiii
1. GİRİŞ	1
2. ALÜMİNYUM'UN TEKNİK ÖZELLİKLERİ	2
2.1. Alüminyum	
2.1.1. Genel bilgiler	2
2.1.2. Tarihçe	2
2.1.3. Ham maddelerinin doğada bulunuşu	3
2.1.4. Üretim	4
2.2. Alüminyumun özellikleri	5
2.2.1. Fiziksel ve mekanik özellikleri	5
2.2.2. Kimyasal özelliği ve dayanıklılığı	6
2.2.3. Geri dönüşüm özelliği	7
2.2.4. Isı iletkenlik özelliği	7
2.2.5. İşleme ve form alabilme özelliği	7
2.2.6. Hafiflik	7
2.2.7. Korozyon direnci	7
2.2.8. Mekanik mukavemet	7
2.2.9. Zararsızlık	8
2.3. Alüminyum alaşımları	8
2.3.1. Isıl işlem gerektiren alüminyum alaşımları	8
2.3.1.1. Düralüminyum	8
2.3.1.2. Al-Mg ve Si'li üçlü alaşımlar	9
2.3.1.3. Al-Cu alaşımları	9
2.3.2. Isıl işlem gerektirmeyen alüminyum alaşımları	9
2.3.3. Döküm alaşımları	9
2.4. Yarı mamül alüminyum üretimi	9
2.4.1. Silindirme – Haddeleme	10
2.4.2. Ekstrüzyon ve ekstrüzyon presi	10
2.4.3. Çekme yöntemi	10
2.4.4. Dövme yöntemi	10
2.4.5. Alüminyum döküm ürünleri ve döküm yolu ile üretim	10
2.4.5.1. Kum döküm yöntemi	10
2.4.5.2. Sürekli kalıp döküm	11
2.4.5.3. Pres döküm yöntemi	11

2.5. Alüminyum parçaların birleştirilmesi	11
2.5.1. Perçin	11
2.5.2. Yapıştırma	11
2.5.3. Lehimleme	11
2.5.4. Kaynaklama	12
2.6. Alüminyumun mimarlıkta kullanımı ve mimari tasarıma etkisi	12
2.6.1. Çatı örtüleri ve duvar kaplama malzemeleri	13
2.6.2. Pencere ve kapı doğramaları	13
2.6.3. Asma tavan malzemeleri	14
2.6.4. Giydirme cepheler (Perde duvarlar)	14
2.6.5. Diğer alüminyum yapı malzeme ve elemanları	15
2.7. Alüminyum ürünlerin korunması ve bakımı	15
2.7.1. Kimyasal oksidasyon	16
2.7.1.1. M.B.V. yöntemi	16
2.7.1.2. E.V yöntemi	16
2.7.1.3. Alodin yöntemi	16
2.7.1.4. Bonderit yöntemi	16
2.7.2. Elektrikle oksidasyon	16
2.7.2.1. Daldırma yöntemi ile renklendirme	16
2.7.2.2. Entegral renklendirme (Renkli eloksal)	17
2.7.2.3. Elektrolitik renklendirme	17
2.7.3. Vernikle kaplamalar	17
2.7.4. Bitüm sürmek	17
2.8. Alüminyum ve alaşımlarının korunması	17
2.9. Alüminyum ve alaşımlarının bakımı	18
3. ALÜMİNYUM GİYDİRME CEPHE SİSTEMLERİNİN TANIMI, GELİŞİMİ VE TÜRLERİ	19
3.1. Alüminyum giydirme cephe kavramı, tanımı ve gelişimi	19
3.2. Alüminyum giydirme cephe türleri	23
3.2.1. Stick veya çubuk sistem	23
3.2.1.1. Klasik (kapaklı) giydirme cepheler	23
3.2.1.2. Silikon fugalı silikon cepheler	25
3.2.1.3. Strüktürel silikonlu cepheler	27
3.2.2. Panel sistem	30
3.2.3. Yarı panel sistem	32
3.2.4. Diğer cephe sistemleri	32
4. ALÜMİNYUM GİYDİRME CEPHELERDE KULLANILAN ANA MALZEMELER VE ELEMANLAR	34
4.1 Cam	34
4.1.1 Cam ürünleri	35
4.1.1.1 Hava tabakalı camlar (Isıcam)	35
4.1.1.2 Güneş kontrol camları	37
4.1.1.3 Güvenlik camları	37
4.1.1.4 Parapet cam panelleri	40

4.2 Alüminyum Kompozit Panel	40
4.3 Ankraj ve tespit elemanları	43
4.4 Silikon ve mastikler	45
5. ALÜMİNYUM GIYDIRME CEPHE SİSTEMLERİNİN UYGULANMASI, ŞANTIYE ŞARTLARINDA İNCELENMESİ VE DEĞERLENDİRİLMESİ	46
5.1. Giydirme cephe uygulamasında dikkat edilmesi gereken unsurlar	46
5.2. Profil siparişi	47
5.3. İmalat ve montajın yapılması	47
5.3.1. Montaj akış süreci	48
5.3.2. Aplikasyon	48
5.3.3. Ankraj montajı	49
5.3.4. Dikme ve yatay kayıt montajı	51
5.3.5. Cam montajı	54
5.3.5.1 Ön hazırlık süreci	54
5.3.5.2 Cam montaj türleri	55
5.3.5.3 Cam montaj verimliliği	60
5.3.6. Alüminyum kompozit panel montajı	60
5.3.6.1. Askılı Sistem Kompozit Panel Montajı	60
5.3.6.2. Konstrüksiyon üzerine kompozit panel montajı	62
5.3.7 İzolasyonlar	62
6. ALÜMİNYUM GIYDIRME CEPHE DERZLERİNDE SIZDIRMAZLIK	65
6.1. Alüminyum giydirme cephe derzlerinin performans kriterleri	65
6.2. Sızıntı mekanizmaları	66
6.3. Cephe yüzeyinde su akışı	68
6.4. Sızdırmazlık sistemleri	69
6.4.1. Kapalı Sistem	69
6.4.1.1. Elastik macun uygulaması	69
6.4.1.2. Conta uygulaması	71
6.4.2. Su boşaltmalı ve havalandırılmalı sistem	73
6.4.3. Basınç dengeli sistem	74
6.5. Sızdırmazlığı sağlayan malzemeler	74
6.5.1. Mastikler	74
6.5.1.1. Silikon Mastik	74
6.5.1.2. Akrilik mastik	77
6.5.2. Köpük bantlar	78
6.5.2.1 Köpük bant türleri	78
6.5.2.2. Köpük bantların kalınlık ve genişlikleri	79
6.5.2.3. Köpük bant tipleri	80
7. DENEYLER	88
7.1. Deney numunesinin tanımı	89
7.2. Deneyin düzenlenmesi	89
7.2.1. Deney takımı	89

7.2.2. Fan	90
7.2.3. Su püskürtmesi	91
7.2.4. Aletler takımı	92
7.2.4.1. Basınç	92
7.2.4.2. Hava akımı	92
7.2.4.3. Su akımı	92
7.2.4.4. Sehim	92
7.2.4.5. Genel	92
7.3. Deneyin yöntemi	95
7.3.1. Hava geçirimsizliği	95
7.3.2. Statik hava basıncı su geçirmezliği	96
7.3.3. Tasarlanan hava basıncına göre (1320 Pa) rüzgar direnci	96
7.3.4. Tasarlanan basıncın 1.5 katına göre strüktürel güvenlik	96
7.4. Sonuçlar	97
7.4.1. Hava geçirimsizliği	97
7.4.1.1. Numunenin müsaade edilebilir hava geçirimsizliğinin hesabı	97
7.4.1.2. Numunede ölçülen hava geçirimsizliği	98
7.4.2. Su geçirmezliği	98
7.4.2.1. Deneyi geçip / kalma kriteri	98
7.4.2.2. Gözlemler	98
7.4.3. Rüzgar direnci	99
7.4.3.1. Müsaade edilen sehimin hesabı	99
7.4.3.2. Ölçülen sehim	99
7.5 Deney sonuçlarının özeti	101
7.5.1. Hava geçirimsizliği deneyleri	101
7.5.2. Su geçirimsizliği deneyleri	101
7.5.3. Rüzgar direnci deneyleri	101
8. SONUÇLAR	103
KAYNAKLAR	105
ÖZGEÇMİŞ	107

KISALTMALAR

UV	: Ultraviyole
P.V.B	: Polivinil butiral
JX	: Dikey profil atalet momenti
E.P.D.M	: Etilen propilen dien terpolimeri
Y.S.B	: Yuvarlak silindir başlı
S.S.C	: Strüktürel Silikon Cephe
CR	: Neopren
P.V.C	: Polivinilklorür
P.C.S	: Panel cephe sistemi



TABLO LİSTESİ

	Sayfa no
Tablo 4.1. Çeşitli cam türlerinin ses yalıtım değerleri	36
Tablo 4.2. Kompozit panel değerleri	43
Tablo 5.1. Cam montaj verimlilik tablosu	60
Tablo 6.1. Silikon kullanım miktarı	76
Tablo 6.2. Köpük bantların kalınlıkları	79
Tablo 6.3. Poliüretan esaslı köpük bantların sıkışmış ve şişmiş haldeki kalınlıkları ve su yalıtımı yaptığı derz kalınlığı	84
Tablo 7.1. Numunede ölçülen hava geçirimsizliği	98
Tablo 7.2. Rüzgar direnci deney sonuçları	100
Tablo 7.3. Strüktürel güvenlik deney sonuçları	101

ŞEKİL LİSTESİ

Sayfa no

Şekil 3.1.	Giydirme cephelerde düşey elemanlar	21
Şekil 3.2.	Giydirme cephelerde iç mekan – dış mekan ilişkisi	22
Şekil 3.3.	Kapaklı giydirme cephelerde iç ve dış görünüşler.....	24
Şekil 3.4.	Kapaklı Giydirme Cephe sistemiyle yapılmış olan Deva Holding,4 Levent, İstanbul	25
Şekil 3.5.	Silikon Fugalı Silikon Cephe (Düşey Kapaklı Silikon Cephe) sistemiyle yapılmış olan Çebi Kilit Fabrikası, Sarıgazi, İstanbul	27
Şekil 3.6.	Strüktürel silikon cephe iç ve dış görünüşler	29
Şekil 3.7.	Strüktürel Silikonlu Cephe sistemiyle yapılmış olan Belin Triko İş Merkezi, Ümraniye, İstanbul	30
Şekil 3.8.	Panel sistemiyle yapılmış olan Türkiye İş Bankası Genel Müdürlük Binası, 4. Levent, İstanbul	31
Şekil 3.9.	Yarı Panel sistemiyle yapılmış olan Sabancı Center, 4. Levent, İstanbul	33
Şekil 4.1.	Hava tabakalı cam kesiti	36
Şekil 4.2.	Kırılmış temperli bir cam	38
Şekil 4.3.	Kırılmış 5+5 lamine cam	39
Şekil 4.4.	Alüminyum giydirme cephelerde kompozit panel kullanılması	42
Şekil 4.5.	Giydirme cephe düşey taşıyıcı elemanının ankraja tespit elemanlarıyla tutturulması ve bu sistemin yapıya çelik ankraj lamaları ile bağlanması.....	44
Şekil 5.1.	Güney Plaza giydirme cephesinde ankraj montajı, Maslak, İstanbul	50
Şekil 5.2.	Güney Plaza giydirme cephesinde monte edilmiş ankrajın üstten görünüşü, Maslak, İstanbul	50
Şekil 5.3.	Güney plaza giydirme cephesinde ankraj, dikme ve dilatasyon profili montaj detayı, Maslak, İstanbul	53
Şekil 5.4.	Güney plaza giydirme cephesinde yatay kayıt uygulaması, Maslak, İstanbul	53
Şekil 5.5.	Güney Plaza giydirme cephesinde dikme ve yatay kayıt montajı, Maslak, İstanbul	54
Şekil 5.6.	Elektrikli vantuzun cam yüzeyine takılması	57
Şekil 5.7.	Güney Plaza giydirme cephesinde elektrikli vantuz ile camın montaj yerine çekilmesi, Maslak, İstanbul	57
Şekil 5.8.	Elektrikli vantuz ile cam montajı	58
Şekil 5.9.	Güney Plaza giydirme cephesinde elektrikli vantuz ile camın cepheye montajı, Maslak, İstanbul	58
Şekil 5.10.	Askılı sistem kompozit panel montajı	61
Şekil 5.11.	Cephe içinde spandrel panellerin görünüşü	63
Şekil 6.1.	Su sızıntı mekanizmaları	68
Şekil 6.2.	Yatay kayıt conta uygulaması	72

Şekil 6.3.	Dikme ve yatay kayıt E.P.D.M fitil uygulaması	72
Şekil 6.4.	Su boşaltmalı ve havalandırmalı sistem detayı	73
Şekil 6.5.	İdeal silikon uygulaması	77
Şekil 6.6.	Giydirme cephe duvar birleşim detayında poliüretan şişen bant ve norton bantların kullanımına ilişkin yatay kesit	86
Şekil 6.7.	Giydirme cephelerde köpük bantların kullanımına ilişkin düşey kesit	87
Şekil 7.1.	Dört adet sabit panelden oluşan numune	90
Şekil 7.2.	Deney numunesinin şantiye ve proje şartlarını sağlaması amacıyla tasarlanmış çelik ile düzeysel deney takımının üzerine oturtulması	90
Şekil 7.3.	Sabit hava basıncı sağlayan fan	91
Şekil 7.4.	Koni kare modelli hortum ağzlarının su püskürtmesi	91
Şekil 7.5.	Püskürtme sisteminin numuneye su püskürtmesi	92
Şekil 7.6.	Sonuçları değerlendiren ve depolayan bilgisayar odası	93
Şekil 7.7.	Deney donanımının genel yerleşimi.....	94
Şekil 7.8.	Deney numunesindeki sehim sensörlerinin yerleşim noktaları.....	102

SEMBOL LİSTESİ

Al	: Alüminyum
Si	: Silisyum
Zn	: Çinko
Mg	: Magnezyum
Cu	: Bakır
Co	: Kobalt
Cl	: Klor
Mn	: Manganez
H	: Hidrojen
Pb	: Kurşun
Fe	: Demir
Cr	: Krom
He	: Helyum
d	: Yoğunluk
α	: Genleşme katsayısı
E	: Elastiklik modülü
G	: Kayma modülü
σ	: Çekme dayanımı
μ	: Poisson oranı
c	: Özgül ısı
λ	: Isı iletkenlik katsayısı
W_{min}	: Minimum derz genişliği (mm)
W_c	: Derzin yapım aşamasında olması gereken genişliği (mm)

ALÜMİNYUM GİYDİRME CEPHELERDE SIZDIRMAZLIK SORUNLARI VE ÇÖZÜM YOLLARI

ÖZET

Bu çalışmada, günümüzde yüksek binaların artışıyla birlikte, süratli uygulama olanağı, hafiflik, estetik ve strüktürden bağımsız olarak yapı fiziği sorunlarına çözüm getirmek amacıyla gerçekleştirilen alüminyum giydirme cephe sistemlerinin tanımı, gelişimi, türleri, sistemde kullanılan ana malzemelerin tanıtılması, sistemin sızdırmazlık performansı, sızdırmazlık malzemeleri ile uygulamalarda dikkat edilmesi gereken hususlara değinilmiştir.

Çalışmanın giriş bölümünde, tezin konusu, amacı ve kapsamı hakkındaki bilgiler anlatılmıştır.

İkinci bölümde, hafifliği, geri dönüşüm özelliğinin yüksek olması, kolay işlenebilme ve form alabilme özelliği, yüksek korozyon direnci ve montaj kolaylığı gibi nedenlerle giydirme cephe uygulamalarında en çok kullanılan malzeme olan alüminyum detaylı olarak incelenmiştir.

Üçüncü bölümde ise, alüminyum giydirme cephe sistemlerinin tanımı, gelişimi ve türleri yer almaktadır.

Dördüncü bölümde, alüminyum giydirme cephelerde kullanılan cam çeşitleri, alüminyum kompozit paneller, ankraj ve tespit elemanları ile dolgu malzemelerinin yer aldığı alüminyum giydirme cephelerde kullanılan ana malzemeler incelenmiştir.

Beşinci bölümde, alüminyum giydirme cephe uygulamaları şantiye şartlarında incelenmiş ve montaj akış sürecinde dikkat edilmesi gereken hususlar aktarılmış, gözlem yapılan şantiyelerdeki uygulamalar detay ve resimler ile sunulmuştur.

Alüminyum giydirme cephe sistemlerinin kullanım aşamasında yeterli performansı gösterebilmesi öncelikle derzlerin yeterince sızdırmaz olmasına bağlıdır. Sızıntı nedenleri tasarım veya malzeme seçim hatası, üretim veya montaj hatası gibi doğrudan veya herhangi bir şekilde cephe sistemindeki deformasyonlar gibi dolaylı olabilir. Altıncı bölümde ise cephe derzlerinin performans kriterleri, sızdırmazlık sistemleri ve sızdırmazlığı sağlayan malzemeler anlatılmıştır.

Yedinci bölümde, alüminyum giydirme cephe sistemlerinin hava koşullarına dayanımı açısından hava geçirimsizliği, su geçirimsizliği ve rüzgar direncinin belirlenmesi için ilgili deneylere ve testlere yer verilmiştir.

Sonuç ve öneriler bölümünde sızdırmazlık problemleri ve çözüm yolları üzerinde durulmuş ve önerilerden bahsedilmiştir.

IMPERMEABILITY PROBLEMS AND SOLUTION WAYS IN ALUMINIUM CURTAIN WALL SYSTEMS

SUMMARY

In recent years, while high buildings have increased in number in our country, curtain wall systems have taken part in architecture. This is because of its speed of construction, lightness and aesthetic characteristics.

Therefore, in this thesis, definition, development, types of aluminium curtain wall system introducing of main materials that used in the system, impermeability performance, impermeability materials and necessary conditions in application were explained.

Information about aim and concept were mentioned in the introduction part.

Due to aluminium's lightness, high recycling, ease of processing and mounting, high corrosion resistance and ease of application, it is the most important materials which is used in aluminium curtain wall systems. In this part, aluminium's properties were explained.

In the third part, definition, development and types of aluminium curtain wall systems were explained.

In the fourth part main materials of aluminium framed curtain wall system; glass types, aluminium composite panel, anchorage and fixing elements, E.P.D.M., sealant were searched.

In the fifth part, aluminium framed curtain wall system applications were investigated at the site conditions and important matters of processing of flow mounting were explained, application mistakes at the observed sides were utilised with detail and photographs.

In the sixth part, systems that enable impermeability performance and impermeability materials in aluminium curtain wall systems were defined.

In the seventh part, air, water and wind impermeability of aluminium curtain wall systems were evaluated with laboratory experiments in Metal Yapı Ar-Ge Laboratory.

In the conclusion and suggestions, impermeability problems and solution ways in aluminium curtain wall systems were explained.

1.GİRİŞ

Yapı ile doğa arasında; çift taraflı olmak üzere, bazı etkileri izole eden, bazı etkileri ise kısmen veya tamamen geçiren sistemlerin bütününe giydirme cephe denilmektedir. Giydirme cepheler yapının taşıyıcı strüktürü içerisinde hiçbir görev almayan, bu strüktür tarafından taşınan veya desteklenen hafif malzemelerle yapılan prefabrik sistemlerdir. Giydirme cepheler, binaların giderek yükselmesi ile süratli uygulama, cephe temizliğinin kolaylığı, dış şartlardan korunma, hafiflik ve estetik etkilerle yaygınlaşan uygulama olanağı bulmuşlardır.

Alüminyum giydirme cepheler günümüzün modern mimarisini oluşturmaktadırlar. Bu sistemlerle yapılan yapılar kullanılan cam panellerle ve metal taşıyıcılarla diğer yapılardan kolayca ayrılır. Bu sistemin ilk uygulamalarında bazı sorunlar yaşanmışsa da şu an yapı fiziği açısından gelişmiştir. Giydirme cephelerin ilk uygulamalarında, yağmur suyu iç mekana girebiliyor, yatay kayıtların dış tarafında yoğuşma meydana gelebiliyordu. Ayrıca cam panel ve metal taşıyıcılar arasındaki sızdırmazlıklarda da sorunlarla karşılaşılıyordu. Günümüzde bu problemlerin büyük bir bölümü sistem profillerinin gelişimi ve detaylarla çözülmüştür. Bu sayede günümüzde çok kaliteli uygulamalar yapılabilmektedir.

Bu çalışmanın kapsamı, giydirme cephe sistemlerinin tanımı, gelişimi ve türlerini ortaya koymak, sistemde kullanılan ana malzemeleri, sistemin sızdırmazlık kriterlerini incelemek ve bu kriterleri sağlayan malzemelere değinerek, konuyla ilişkili testler ve deneylerle sistemi tanıtmaktır. Ayrıca ülkemizde uygulamalarda yapılan hataları tespit etmek amacıyla, giydirme cephelerin montaj akış sürecinde dikkat edilmesi gereken hususlar çeşitli şantiyelerde yapılan gözlemlerle değerlendirilmiştir.

Tez kapsamında, konu bir bütün olarak tüm yönleriyle ele alınmış, Ülkemizde bu sektörde karşılaşılan sorunlar ve uygulama hataları tanımlanmış ve çözüm önerileri sunulmuştur.

2. ALÜMİNYUM'UN TEKNİK ÖZELLİKLERİ

2.1. Alüminyum

2.1.1. Genel bilgiler

Alüminyum yapıda kullanılan metaller arasına en son giren metal olmasına rağmen, demir-çelikten sonra en çok kullanılan metallerden birisi olmuştur. Bu onun işlenebilme olanaklarının genişliği yanında, sahip olduğu özelliklerinin, çağımızın her alanında 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 alaşımlarının geliştirilmesine paralel olarak üretimi yanında kullanım alanları da hızla artmaktadır.

Alüminyum, adını, yaptığı en önemli birleşigi olan ve Türkçe'mizde 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. Türkçe'de kullanılan şap kelimesi ise, bu birleşigi Fransa'da geliştiren ve Türkiye'ye ihraç eden "Chaptal" adlı kimyagerin adından gelmiştir. Şap, M.Ö. 700 yıllarında bile Mısırlılar tarafından bilinmekte ve boyacılıkta, dericilikte ve mumyalama işlerinde kullanılmakta idi [1].

2.1.2. Tarihçe

Yer kabuğunda silisyumdan sonra en fazla bulunan alüminyum, 19. yüzyıl başlarına kadar bilinmeyen bir metal idi. 1807'de bir İngiliz bilgini olan Sir. Humphrey Davy, kil yapısı içinde alüminyumun varlığını belirledi [2]. Kilden alüminyum oksidi (Al_2O_3) ayırmasına rağmen yaptığı bir çok denemelerde alüminyum ayırmayı başaramadı. Bir çeyrek yüzyıl sonra, alüminyumun başlıca hammaddesi olan boksit, Güney Fransa'da Les Beaux kasabasında bulundu ve bu kasabaya Beauxite (boksit) adı verildi. 1825 yılında Danimarka'da Kopenhag Üniversitesi'nde Fizik

Profesörlerinden olan Hans Christian Oersted (Örsted), kimyasal yolla, alüminyum oksitten, ilk defa metalik alüminyum ayırmayı başardı. 2 yıl sonra Alman bilgini Friedrich Woehler, önceleri gri bir toz şeklinde, daha sonraları da küçük kürecikler halinde alüminyum elde etti ve bu metalin önemli fiziksel özelliklerini belirledi (1845) [1].

1854 yılında, birbirlerinden habersiz çalışan Fransız bilgini Henri Sainte-Claire Deville ve Heidelberg Üniversitesinde Kimya Profesörü olan Robert von Bunsen, potasyum yerine sodyum kullanarak alüminyumun nasıl ayrılabilceğini gösterdiler ve %96-97 saflıkta alüminyum elde ettiler. Bu metot uzun süre kullanıldı. Alüminyumun üretiminde bundan sonraki çalışmalarda daha ucuz ve daha seri üretim yolları aranmaya başlandı. Bulunan yöntem, eritilmiş kriyolitte çözünen alüminyum oksitten elektroliz yoluyla alüminyumun kazanılmasına dayanıyordu. 1886'da Fransız Herault ve Amerikalı Hall, birbirlerinden habersiz olarak, bu gün de alüminyum üretim tesislerinde kullanılan yöntemin patenti için müracaat ettiler [1].

Bundan sonraki önemli adım, alüminyumun daha ekonomik ham maddesi olan boksitten, alüminyum oksit elde etmeyi başaran Avusturyalı Bayer tarafından geliştirilmesi olmuştur. Çalışmalar halen elektrik enerjisinden tasarruf etmeyi sağlayacak yöntemler üzerinde toplanmakta ve devam etmektedir.

2.1.3. Ham maddelerinin doğada bulunuşu

Alüminyum oksitleri, doğada en fazla bulunan birleşiklerdir. Alüminyum birleşikleri, yer kabuğunun bilinen kısımlarının %7.5'unu oluşturur. Doğada bulunan alüminyum birleşiklerinin büyük bir kısmı çift silikatlı mineraller halindedir. Feldispatlar içinde ortoklas (KAlSi_3O_8), anortit $\{\text{Ca}(\text{AlSiO}_4)_2\}$, albit ($\text{NaAlSi}_3\text{O}_8$) ve kil mineralleri $\{\text{Kaolen} = (\text{Al}_2\text{O}_3 \cdot 2\text{SiO}_2 \cdot 2\text{H}_2\text{O})\}$ ve bunların meydana getirdiği topraklar içinde değişik hidrate (=sulu) silikatlar halinde bulunur. Ne yazık ki bütün bu alüminyum yönünden zengin minerallerden alüminyum eldesini sağlayacak teknoloji bu gün bile geliştirilmemiştir.

Günümüzde en önemli alüminyum filizi, kırmızı renkli boksittir. Boksit (Beauxite) $\text{Al}_2\text{O}_3 \cdot 2\text{H}_2\text{O}$ birleşimli olup saf iken bir alüminyum oksit hidratıdır. Bu cevher doğada bol miktarda bulunur ve değişik türleri vardır. Alüminyum üretimine elverişli olan türleri, demir oksitçe zengin, silisçe fakir olan kırmızı boksittir. Bu oksit ülkemizde Zonguldak'ta, özellikle alüminyumca zengin olanı da Toroslarda bulunur.

Yurdumuzda alüminyum endüstrisinin ham madde ihtiyacını karşılamak amacı ile yapılan araştırmalar sonucunda, Maden Tetkik ve Arama Enstitüsünce Seydişehir'in Mortaş ve Doğankuzu mevkieinde, 25 milyon ton mertebesinde boksit rezervleri tespit edilerek, sahalar 1965 yılında Eti Bank'a devredilmiştir. Daha sonra Seydişehir ve Akseki bölgelerinde yapılan jeolojik, jeofizik ve sondaj çalışmaları ile rezerv 44 milyon tona çıkarılmıştır. Bu rezervlerin değerlendirilmesi suretiyle mevcut Seydişehir Fabrikasının yaklaşık 80 yıllık hammadde ihtiyacı karşılanmış olacaktır.

2.1.4. Üretim

Alüminyum şapı, 2500 seneden beri bilinmesine rağmen metalik alüminyum üretiminin ancak 19. yüzyıl ortalarında elde edilebilmesinin nedeni, bu metalin +3 değerlikli olması, yani her bir molekülü için daha fazla elektrik ihtiyacı duyması ve yoğunluğunun düşük olmasıdır. Bu yüzden üretilmesi için elektrik enerjisinin ucuzlaması ve teknolojik gelişmeye gereksinim duyulmuştur.

Alüminyum üretimi günümüzde yaygın olarak boksitten Bayer yöntemi ile Al_2O_3 elde edilmesine ve bundan da elektroliz yoluyla alüminyumun ayrılmasına dayanır. Önce boksit kırılır, kurutulur ve öğütülür, otoklavda $210^{\circ}C$ 'de ve yüksek buhar basıncı altında 40 derecelik sodyum hidroksit (NaOH) çözeltisi etkisinde bir süre bırakılır. Bu süre sonunda sodyum alüminat oluşur. Bu çözeltiden sodyum alüminat, boksitten diğer öğelerden oluşan kırmızı çamurlardan seyreletme, durulama, yıkama yolu ile ayrılır, süzülür. Sodyum alüminatın çözündürülmesi ile alüminyum hidroksit veya hidrate alüminyum oksit oluşur ve çökerek çözeltiden ayrılır. Suyundan ayrılması için yaklaşık 3 m. Çapında ve 70 m. boyunda döner fırınlarda $1200^{\circ}C$ sıcaklıkta kurutulur. Bu suretle $Al_2O_3 \cdot 3H_2O$ birleşiminden oldukça saf olan Al_2O_3 haline döner.

Al_2O_3 'ün redüksiyonu ile alüminyum elde edilmesi, erimiş elektroliz yolu ile yapılır. Alümin (Al_2O_3) + Kriyolit (Na_3AlF_6) karışımı $950-970^{\circ}C$ sıcaklığa kadar ısıtılarak eritilir. Katod elektrodları olarak antrasit blokları, anot elektrodu olarak da kok kullanılır. Elektroliz sonunda serbest kalan alüminyum yüzeyden alınır [1].

2.2. Alüminyumun özellikleri

Alüminyum , hiçbir allotropik türü bulunmayan, cila kabul eden, gümüş beyazlığında bir metaldir. Saf metalin sertlik ve dayanımı azdır. Çekme mukavemeti yaklaşık 70 N/mm² dir. Metal saf olduğu oranda şekillendirilebilme yeteneği ve kimyasal dayanımı artar. Saf alüminyum, yüksek mukavemet gerektiren elemanlar için yetersiz kaldığında, mukavemetini arttıracak bir çok yöntem bulunmuştur. Bunlar arasında silindirme, çekme, çekiçleme gibi soğukta şekil değiştirme yapmak , ya da alaşımlarını oluşturmak sayılabilir [1].

2.2.1. Fiziksel ve mekanik özellikleri

Alüminyumun özellikleri, alaşımlarına göre farklılıklar gösterir. Alüminyumun yoğunluğu yaklaşık olarak çeliğin üçte biri kadardır [3]. Bu da karışıma giren metallere bağlı olarak az çok değişmekle birlikte 2.6– 2.85 gr/cm³ mertebesinde. Diğer metallere göre yoğunluğu az olduğundan bu alaşımlara, genel olarak, “hafif metaller” de denir. Elektrik iletkenliği de bakırın % 60’ı kadardır [3]. Isıl genleşme katsayısı da az çok değişiklikler gösterebilir. Silisyumca zengin alaşımlarda genleşme katsayısı, üçte bir oranında azalma gösterir [1]

Başlıca özellikleri [4] :

Sembol	:	Al
Atom no	:	13
Atom ağırlığı	:	27
Yoğunluk (ortalama)	(d) :	2,7 gr/cm ³
Genleşme katsayısı	(α) :	23,5 x 10 ⁻⁶ m/m °C
Elastiklik modülü	(E) :	7,2 x 10 ⁴ N/mm ²
Kayma modülü	(G) :	2,7 x 10 ⁴ N/mm ²
Çekme dayanımı		
Alaşım	(σ) :	80 N/mm ²
Saf	(σ _{saf}) :	60 N/mm ²
Poisson oranı	(μ) :	0.36
Mohs sertliği	:	2 - 2,5
Erime sıcaklığı	:	635 – 660 °C
Erime ısısı	:	92 cal/gr °C
Katılaşmada hacimsel büzülmesi	:	% 6,6

Özgöl ısı	(c)	:	0,214 cal/gr °C
Isı iletkenlik katsayısı	(λ)	:	230 W/m °K

2.2.2. Kimyasal özelliği ve dayanıklılığı

Alüminyum dış etkilere son derecede dayanıklı bir metaldir. Oksitlenme eğilimi çok fazladır. Havada derhal yüzeyinde sert, sıkı bünyeli, dış etkilere ve kimyasal maddelere dayanıklı bir oksit tabakası oluşur. Bu tabaka çizildiği veya yaralandığı zaman, derhal yenilenir. Alüminyum, dış etkilere karşı kendisini, yüzeyinde oluşan bu oksit tabakası ile korur. Alüminyumun dayanıklılığı, oksit tabakasının oluşmasına bağlıdır. Oksit tabakası yapay olarak, bir çok yolla pekiştirilebilir.

Arı su, yağmur suyu ve su buharının alüminyum üzerinde hissedilebilir bir etkisi yoktur.

Suda klorür (Cl^{-1}) ve karbonat (CO_3^{-2}) iyonları ve çok az da olsa çinko (Zn), kurşun (Pb), bakır (Cu) ve demir gibi ağır metallerin tuzları bulunması halinde noktasal korozyona neden olabilirler. Deniz suyunun alüminyum üzerindeki etkisi sanıldığından fazladır ve bu durumda özel önlem gerekir. Ortam sıcaklığında ve kuru havada halojenler (Cl, F, Br, I) alüminyuma etki yapmazlar, fakat nemli ortamda etkili olurlar. Halojenlerin asitleri, bütün sıcaklıklarda metali çözer, metal saf değilse, asit etkisi artar.

Kuru havada sülfüroz gazı alüminyumu etkilemez. Bütün sıcaklıklarda amonyak gazı etkilemez, fakat amonyak sıvısından etkilenir. Amonyaklı sular klorür iyonu içerdiği takdirde, bu etkisi artar. Ortalama derişiklikte nitrik asit alüminyumu etkiler. Sodyum klorür (NaCl) çözeltileri, seyreltik durumda, derişik durumundan daha fazla etkiler. Sodyum karbonat (Na_2CO_3) çözeltisi ise, bütün sıcaklıklarda ve bütün derişikliklerde alüminyumu etkiler. Sodyum silikat (cam suyu) sadece 60 bome'lik derişik durumu hariç, alüminyumu etkilemez. Yüzeyde kalıcı beyaz bir alüminyum silikat tabakası oluşturur. Seyreltik magnezyum klorür ($MgCl_2$) çözeltisi, derişik çözeltileri kadar etkiler. Asetik asidin etkisi çok zayıftır. Islanıp kuruyan yaprak çürükleri ve hümkik asidin etkisi oldukça fazladır [1].

2.2.3. Geri dönüşüm özelliği

Alüminyumun geri dönüşümü kolaydır. Alüminyumun yeniden kullanılışı yenisini yapmaya göre çok yüksek enerji tasarrufu sağlar. Toz boyalı alüminyumlar geri dönüşümlü değildirler [5].

2.2.4. Isı iletkenlik 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 [4].

2.2.5. İşleme ve form alabilme özelliği

Kolayca işlenebilir, sıcak yada 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 [4].

2.2.6. Hafiflik

Alüminyum $2,7 \text{ gr/cm}^3$ özgül ağırlığı ile yapıda kullanılan diğer metallerden daha hafiftir. 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 yalıtımda da kolaylık sağlar [4].

2.2.7. Korozyon direnci

Normal atmosfer koşullarında alüminyum korozyon direnci en yüksek yapı metalidir. Ona bu özelliğini sağlayan, üzerinde kısa sürede oluşabilen yaklaşık $1,3 \times 10^{-5} \text{ mm}$ kalınlığında gözle fark edilmeyen oksidasyon tabakasıdır. Kendiliğinden oluşan bu oksit filmi kalınlığı ile doğru orantılı olarak metali, aşınma ve kimyasal etkilere karşı korur. Tabakanın kalınlığı elektrolitik işlemlerle arttırılabilmektedir [6].

2.2.8. Mekanik mukavemet

Alüminyumun saf iken mekanik mukavemeti düşüktür. Safılık derecesi arttıkça mukavemeti ve sertliği azalır fakat, form verebilme olanağı ve korozyon direnci

artar. Bu özelliği düz levha halinde çatı kaplamalarında tercih edilmesini sağlamaktadır. Düşük elastiklik modülü nedeniyle çelik, demir veya bakır gibi malzemelere oranla eşit yük altında daha fazla deforme olur. Ayrıca ısı ve mekanik işlemler sonucunda mukavemeti çelikle eşdeğer olmasa da yapıda taşıyıcı olarak kullanılacak kadar artırılabilir [7].

2.2.9. Zararsızlık

Alüminyum tuzlarının ve kimyasal bileşimlerinin zararlı etkisi yoktur. Mutfak ve banyo ekipmanlarında, yiyecek sektöründe hijyenik, temizlenmesi kolay, yanmayan ve paslanmayan malzeme olması nedeniyle tercih edilir [4].

2.3. Alüminyum alaşımları

Alüminyumun alaşımları, kullanılmaya yönelik karakteristikleri kazandırmak yönünden yapılan işlemler ve birleşimleri bakımından iki ayrı grup oluştururlar:

1. grup ısıtılma yolu ile en üstün kullanma karakteristikleri kazanan alüminyum alaşımları içerir.
2. grup ise bu tarz bir termik işlem gerektirmeyen alaşımlardan oluşur.

Bu her iki grup alaşım, yoğunluğu 3'ün altında olan hafif alaşımlar olarak bilinir. Halbuki ağır alaşımların yoğunlukları 6'nın üzerindedir. Önemli sayıda hafif alaşım bulunmaktadır. Bunların bir grubu Al-Cu, Al-Si, Al-Zn gibi ikili alaşımlardır. Alaşımların büyük kısmını Al-Cu-Zn, Al-Mg-Si gibi üçlüler oluşturmakta, diğer bir kısmı ise "döralüminyum" da olduğu gibi Al-Cu-Mg-Mn içeren dörtlü alaşımlardır. Bu alaşımlar ısıtılma gerektiren ve gerektirmeyenler olarak ayrılabilir [1]:

2.3.1. Isıtılma gerektiren alüminyum alaşımları [1]

Mekanik karakteristikleri yüksek ve çok kararlı olan, endüstride en çok kullanılan alaşımlardır.

2.3.1.1. Döralüminyum

Üçlü ve dörtlü olmak üzere iki türü vardır. Üçlü olanlara Al-Cu-Mg , dörtlülere ise Al-Cu-Mg-Mn alaşımları sayılabilir.

2.3.1.2. Al-Mg ve Si'li üçlü alaşımlar

Bu alaşımlar dövülebilir, çekilebilir ve elektrik iletkeni olarak kullanılabilir.

2.3.1.3. Al-Cu alaşımları

Bunlar, bir miktar Si ve Mn ilave edilen alüminyum alaşımlarıdır. Bu alaşımlar üçlü alüminyum alaşımları ile aynı özelliklere sahip olmakla beraber, mekanik dayanımları daha yüksektir. Bu gruptaki alaşımların karakteristikleri, bileşimlerine göre, 500-570 °C ısıtmadan sonra su verilerek geliştirilebilir veya sonradan sertleştirilebilir.

2.3.2. Isıl işlem gerektirmeyen alüminyum alaşımları

Bu gruptaki malzemeler, mekanik işlemle sertleşen alüminyum alaşımlarıdır.

Başlıca 3 türü vardır:

- 1- % 3-6 Cu İçerenler
- 2- % 8 Cu İçerenler,
- 3- % 12 Cu İçerenler

olarak ayrılır. Cu ve Si içeren alaşımlarda genel olarak % 4 Cu, % 3 Si bulunur. Cu ve Zn içeren alaşımlarda ise % 3 Cu , % 12 Zn bulunur. Son olarak Si'li alaşımlara **Alpax** veya **Silumin** adları verilir ve % 12-13 Cu içerirler.

2.3.3. Döküm alaşımları

Normal veya basınçlı döküme olanak veren alaşımlardır. Bu alaşımları gösteren sembollerin önüne G harfi konur. Bu alaşımlar, iyi kaynak yapılabilme özelliğine sahiptir. Başlıca tipleri:

- 1- Yüksek mukavemet isteyen makine parçalarında G AlMgSi;
- 2- Deniz iklimine ve zayıf alkalilere dayanıklı olan ve silinip parlatılabilen G AlMg₃ alaşımları sayılabilir [1].

2.4. Yarı mamül alüminyum üretimi

Alüminyum, sahip olduğu özellikler nedeni ile yumuşak bir metal sayılabilir ve bu nedenle kendisi ve alaşımları, biçimlendirilebilmek ve şekillendirilebilmek için silindirlenebilir, dövülebilir, tel olarak çekilebilir, preslenebilir, ekstrüzyonla profil çekilebilir ve dökülebilir [1].

2.4.1. Silindirme – Haddeme

Levha ve bantların üretiminde alüminyum önce belirli bir kalınlığa kadar sıcak silindirlerin ve son boyuta kadar soğuk silindirlerin arasından geçer. Saf veya alaşım alüminyum için silindirlerin 400 °C ye kadar ısıtılması gerekir. Yüksek düzeydeki alaşımlar için sıcaklık 550 °C ye çıkar. Levhalar tekrar preslenerek profilendirilebilir. İnce bant veya levhalar 0,02 – 0,249 mm. ve foliler 0,004 mm.’den 0,020 mm. kalınlığa kadar yapırlar [1].

2.4.2. Ekstrüzyon ve ekstrüzyon presi

Alüminyum ve alaşımlarının yüksek şekillenebilme yetenekleri nedeni ile bu yöntem uygulanabilir. Genellikle 380-480 °C arasında bir sıcaklıkta uygulanır. Bu yöntemle çeşitli geometrik kesitte çubuklar, köşeli profiller, borular ve açık kenarlı ve boşluklu profiller üretilebilir [1].

2.4.3. Çekme yöntemi

Yarı sert ve sert olarak üretilmesi istenen boru ve profiller, yaklaşık kesite kadar ekstrüzyon presi ile biçimlendirildikten sonra tam kesit olacak şekilde soğuk çekim uygulanır [1].

2.4.4. Dövme yöntemi

400 °C’ye kadar ısıtılmış yarı mamul veya sac parça serbest dövülebilir veya büyük presler, şahmerdan aracılığı ile dövülerek şekillendirilebilir [1].

2.4.5. Alüminyum döküm ürünleri ve döküm yolu ile üretim [1]

Alüminyum ve alaşımlarının nispeten düşük sıcaklıklarda erimesi akıcılığı ve döküldüğü kalıbı tam doldurması gibi özellikleri nedeni ile döküm yolu ile biçimlendirilmesi önem kazanmakta ve bu yolla değişik biçimler üretilmektedir.

2.4.5.1. Kum döküm yöntemi

Kumdan yapılmış kalıplar en düşük maliyete ve geniş bir tasarım esnekliğine olanak verir. İşçilik maliyeti, diğer döküm yöntemlerinden daha yüksektir. Kum dökümlerin görünüşü pürüzlü ve niteliği de değişkendir. Bu dökümle boyutsal açıdan küçük toleranslı ürün elde etmek zordur. Bu döküm yöntemi, panel alınlıklar, dış duvar panelleri, pencere söve ve denizlikleri, beton kalıpları v.b. uygulamalarda kullanılır.

2.4.5.2. Sürekli kalıp döküm

Bu yöntemde, kalıp ve maçası metaldir. Eğer maçada kum kullanılırsa, döküme yarı sürekli kalıp döküm denir. Erimiş metal, kalıp içine dökülür ve kendi ağırlığı ile şekil alır.

2.4.5.3. Pres döküm yöntemi

Bu yöntemde erimiş metal kalıbın içine özel bir presle basınç ile kuvvetle itilir. Kum döküme karşılık pres ve sürekli dökümün başlıca üstünlükleri, daha yüksek mukavemet, daha iyi bir yüzey görüntüsü yanı sıra, boyutsal yönden detaylarda tam bir uyum sağlamasıdır. Pres döküm, sürekli döküm ile karşılaştırılabilecek şekilde çok düzgün yüzey verir.

Bu iki döküm yöntemi, çok düzgün yüzey ve detaya tam uygunluk isteyen süsleme elemanları üretiminde kullanılır. Pres döküm, özellikle hassas uygulama gerektiren seri üretim parçaları yapımında, kapı ve pencere bitirme malzemelerinde ve diğer hırdavat malzemesi yapımında kullanılır.

2.5. Alüminyum parçaların birleştirilmesi [1]

2.5.1. Perçin

Yapıştırma tekniklerinin son zamanlarda gelişmesine, özel kaynak metotlarının bulunmasına rağmen, alüminyum parçalarının birleştirilmesinde perçin, önemli yerini hala korumaktadır. Perçinler yüksek mukavemetli alaşımlardan yapılır. Çelik perçinlerin aksine, alüminyum soğuk perçinlenir.

2.5.2. Yapıştırma

Çeşitli polimerlere dayalı yapıştırıcılar kullanılır. Yüzey kirlerden ve oksitten temizlenir. Sıcak ve soğuk uygulanan türleri vardır. Yapıştırıcı yüzeye püskürtülebilir, sürülebilir veya parça yapıştırıcıya daldırılabilir. Yapıştırma konstrüksiyonlarda eğilme gerilmelerinden sakınılmalıdır. Çekmeye dayanıklıdır.

2.5.3. Lehimleme

Sert lehimler 450 – 600 °C arasında yapılır.

2.5.4. Kaynaklama

Alüminyumun yüzeyi daima bir oksit tabakası ile kaplıdır ve bu tabakanın erimesi çok yüksek sıcaklıklarda olduğu için, alüminyum kaynağı çok özel şartlarda ve inert gaz ortamında yapılır. Alüminyum kaynaklı birleştirmelerde şu noktalara dikkat edilmelidir.

1- Alüminyumun yüzeyinde bulunan oksit tabakası çok sert ve metale çok sıkı bağlı ince bir tabakadır. Temizlenmek sureti ile açılan alüminyum üzerinde yeniden oluşur. Sıcaklığın artması oksidasyonu kuvvetlendirir. Al_2O_3 tabakasının erime noktası $2060^{\circ}C$ dir. Alüminyumun erimesi ise $660^{\circ}C$ olduğundan, özel bir kaynak cihazı ve bir örtü malzemesi ile oksit tabakası kaynak yerinden uzaklaştırılır.

2- Alüminyumun ısı iletkenlik yeteneği demire göre 3 kat daha fazladır. Onun için kaynak sırasında sıcaklık yükselmesinin çok hızlı yapılması ve sonra hızlı soğumaya imkan vermeyecek önlemlerin alınması ve bundan başka kaynak yerinde yeterli erime temin edilmesi ve parçanın önceden ısıtılması sağlanmalıdır.

3- Sıcak iken alüminyumun mukavemeti çok azdır, onun için kaynaktan hemen evvel ve sonra eklenen parçalar hareket ettirilmemeli, kımıldatılmamalıdır.

2.6. Alüminyumun mimarlıkta kullanımı ve mimari tasarıma etkisi

XX. yüzyılın son yarısı, mimarlıkta olduğu kadar, mimarlık alanında kullanılan yapı malzemelerinin de büyük gelişim ve değişim gösterdiği bir zaman aralığı olarak tanımlanabilir. Bu noktaya gelinmesinde bilimsel araştırmalar, temel itici gücü sağlamakla birlikte teknolojik gelişmelerin de payı büyüktür. Nüfus artışı, şehirselleşmenin azalması sonucu arsa fiyatlarının artışı, yapı üretiminde ve kullanılan yapı malzemelerinde önemli niteliksel ve niceliksel değişimleri zorunlu hale getirmiş, giderek yapıda kullanılan metaller içerisinde alüminyum, teknolojinin de getirdiği üretim, nitelik ve biçimlendirme olanakları sayesinde ön sırayı almıştır. Alüminyum günümüzde yapılarda çok değişik alanlarda, çok farklı biçimlerde kolaylıkla kullanılabilir. Bu malzemenin yapılarda en geniş olarak kullanıldığı alanlar, sırası ile verilmektedir [1].

2.6.1. Çatı örtüleri ve duvar kaplama malzemeleri

Alüminyum çatı örtüsü olarak düz ve profillendirilmiş levhalar halinde kullanılır. Düz alüminyum levhaların çatı örtüsü olarak kullanılmasında ve değişik yerlerin çözümünde, bakır, çinko gibi diğer yapı metallerinden, genel olarak, bir farklılık göstermez. Ek yerleri, su akıntısına dik doğrultusunda su akıntısı yönünde gibi birleşmeler yapılarak kaplama esaslı bir örtü oluşturulur.

Profillendirilmiş levhalar değişik profillerde üretilmektedir. Bir kısmı dalganın tepe noktasından özel tirfonu ile aşağıdaki taşıyıcı, metal veya ahşap, sık aşıklık sistemine tespit edilir. Levhaların büyüklüğüne ve eğime bağlı olarak su akıntısı ve ona dik doğrultudaki bini miktarları belirlenir.

Diğer bir profillendirilmiş alüminyum çatı örtüsü ise, özel tespit parçalarına geçirme yolu ile, başkaca bir bağlantı parçası elemanı kullanmaksızın tespit edilirler. (İsviçre kökenli Fural çatı örtüsü sisteminde olduğu gibi) Bu tür kaplamaların tercihen dik açılı çatı yüzeylerinde uygulanması daha uygundur. Aynı sistemler, düşey yüzeylerde de bazı farklılıklarla kolayca uygulanabilir [1].

2.6.2. Pencere ve kapı doğramaları

Alüminyumun yapı malzemesi olarak yaygınlaşması ve gelişmesinde, biçimlendirilmesinde teknolojik gelişmenin çok büyük rolü olmuştur. Nitekim ekstrüzyon pres yöntemi ile her açık veya kapalı profilin üretilmesi sağlanmıştır. Burada sorun istenilen profilde bir kalıbın presin ağzına takılması ile çözümlenebilmektedir. Tüm pencere ve kapı profilleri, stor, kepenk, iç ve dış denizlikler, alüminyumdan bu yöntemle üretilmektedirler. Pencere ve kapı doğramaları, sürekli göz önünde bulunan yapı elemanları olmaları nedeni ile doğal rengi ile ya da tercihen eloksal olarak renklendirilmiş olarak üretilmektedir. Bütün metal doğramaların en önemli sorunu olan ısı köprüsü oluşturma sakıncası, alüminyumda birkaç farklı şekilde çözümlenmiştir. Bu sorun ısı iletkenliği düşük olan sert bir plastik doğramanın iç ve dış parçalarını bir birine bağlayarak, ya da, iki ayrı parçadan oluşan doğrama profilini sert bir köpük birleştirerek çözümlenmektedir. Önceleri ahşap doğrama profillerinin az çok benzeri kapalı profiller olarak üretilen alüminyum doğramalar, daha sonraları malzemeden ekonomi sağlamak amacı ile, atalet momenti arttırılmış açık profil olarak üretilmeye başlanmıştır [1].

2.6.3. Asma tavan malzemeleri

Yapılarda akustik, havalandırma, ısı yalıtımı, dekorasyon gibi önemli sorunların belirli bir estetik kaygı ile iyi bir şekilde çözümü, genel olarak asma tavanlarla sağlanmaktadır. Alüminyum malzeme olarak, asma tavan yapımında hafifliği, kolay uygulanabilir oluşu, belirli bir modülün tekrarı ile yapılabilmesi, bu modül veya katları ile bağdaşır aydınlatma armatürleri ile kombine edilerek değişik estetik etkiler sağlanabilmektedir.

Asma tavan ile taşıyıcı döşemesi arasında boşluk, tesisat, havalandırma, ısı yalıtımı ve ses düzenlemesi gibi amaçlarla kullanılabilir. Alüminyum asma tavan kaplaması dışında kalan askı sistemine ilişkin elemanlar da alüminyum olabileceği gibi preslenerek şekillendirilmiş panolar halinde de olabilmektedir. Ses emicilik özelliklerini arttırmak için yüzey pürüzlülükleri ve delik sayıları farklı türleri vardır.

2.6.4. Giydirme cepheler (Perde duvarlar)

Türk yapı dilinde giydirme cepheler olarak adlandırılan konstrüksiyon sistemi, yabancı dillerde perde duvar anlamına gelen (İngilizce: Curtain wall, Fransızca: Les Murs Rideaux) terimlerle ifade edilmektedir. Bu sistem betonarme ve çelik iskelet yapılara yepyeni bir görünüş ve nitelik kazandıran bir cephe konstrüksiyonu sistemidir. İskelet sistem tarafından oluşturulan boşlukların geleneksel malzeme ve yöntemlerle doldurulması kavramı, yerini hafif, endüstriyel olarak üretilen ve iskelet sistemi adeta bir perde gibi saran ve onun önüne yerleştirilen bir konstrüksiyon sistemine bırakmıştır. Kavram olarak giydirme cephe yerine kullanılan perde duvar deyimi, inşaat sektöründe betonarme duvarlar için kullanılmaktadır. Ancak burada bir kavram kargaşası olduğu da açıktır.

Endüstriyel bir ürün olan giydirme cepheler, değişik endüstri ürünlerinin bir sentezidir. Bu bağlamda endüstri, taşıyıcı olmayan hafif dış cephe kavramı ve konstrüksiyonunda köklü değişimler getiren yeni ve hafif ısı yalıtım malzemeleri, su geçirimsizlik malzemeleri ile yüzey özelliklerini geliştirici yöntemler ortaya koymuştur.

Değişik bileşenlerden oluşan bu heterojen nitelikli giydirme cephe konstrüksiyonu, yepyeni yapı fiziği ve yapısal problemler ortaya çıkarmıştır. Diğer yandan geleneksel konstrüksiyon kuralları ile bu cephelerdeki derz problemlerinin çözülmeyeceği de açıktır.

Bir cephenin perde duvar olması için;

- 1- Cephenin binanın taşıyıcı iskeletine dışardan tesbit edilmiş olması,
 - 2- Kendi ağırlığı ve rüzgar yükünün iskelet üzerine ara bağlantı parçaları ile iletilmesi,
 - 3- Cephe yüzeyleri, aralarında derz bulunan elemanların birleşiminden oluşmalıdır. Böylelikle istenilen büyüklükte duvar yüzeyleri gerçekleştirilebilir.
- Alüminyumun giydirme cephelerde kullanılan, hemen hemen, rakipsiz bir malzeme olması, hafifliği, dış etkilere dayanıklılığı, mukavemetinin bu sistem için yeterli olması, işlenebilme ve montaj kolaylıklarından kaynaklanmaktadır.

2.6.5. Diğer alüminyum yapı malzeme ve elemanları

Alüminyumun sahip olduğu özellikler, çok geniş bir spektrum içinde, yapıda kullanılmasına olanak vermektedir. Bu kapsamda, alüminyumdan üretilen değişik yapı malzemeleri ve yapı elemanları aşağıdaki gibi sıralanabilir [1].

Güneş kontrol elemanları

Sökülüp takılabilir bölme elemanları ve sergi sistemleri

İç duvar kaplamaları ve lambriler

Hırdavat malzemeleri: Kapı kolları, ispanyoletler, menteşeler, vasistas mekanizması,

Radyatörler ve ısı eşanjörleri

Uzay kafes sistemlerinde kullanılan çubuk, düğüm ve kaplamalar

Sandviç kompozit yapı malzemeleri. (Çatı örtüleri ve duvar kaplamaları, kompozit giydirme cephe panoları.

Yapıda ve endüstride kullanılan özel profiller ve levhalar.

Damlalık, Çatı Parapet Profilleri, Harpuştalar, Düz dam kenar profilleri

Alüminyum aydınlatma armatürleri ve ışık yayma elemanları.

2.7. Alüminyum ürünlerin korunması ve bakımı

Alüminyum ve alaşımlarının yüzeylerinde bir oksit tabakası oluşturduğu ve bu sayede kendini koruduğu, daha önce belirtilmişti. Oksit tabakasının yapay yollarla kalınlaştırılması, alüminyumun dayanıklılığını arttırmaktadır. Oksit tabakasının kalınlığının artırılması başlıca iki yolla olur [1]:

2.7.1. Kimyasal oksidasyon

Yüzeyde oksidasyon sağlayacak banyolarda şekillendirilmiş alüminyum, işlem görür. Çeşitli usullerde yapılabilir:

2.7.1.1. M.B.V. yöntemi

Cu içermeyen alaşımlar, alkali sodyum kromat banyosuna tabi tutulurlar. Sürtünmeye az dayanıklı bir yüzey oluşturursa da boya için iyi bir altlık yapar.

2.7.1.2. E.V yöntemi

Sodyum kromat banyosuna sodyum silikat ilavesi ile hazırlanır. Bakır içeren alaşımlara da uygulanabilir. Boya tutması iyi değildir.

2.7.1.3. Alodin yöntemi

Alüminyum oksit ve alüminyum kromat kaplamadır. Boya için iyi bir altlık oluşturur.

2.7.1.4. Bonderit yöntemi

Alüminyum yüzeyinde çinko fosfat tabakası oluşturulur. Boya tutma yeteneğini artırır.

2.7.2. Elektrikle oksidasyon

Bu yönteme anodik oksidasyon da denir. Kısaca “eloksal” adıyla da anılır. Bu usulle aşınmaya dayanıklı, sert ve kalıcı bir oksidasyon tabakası elde edilir. Kimyasal yöntemlerle oluşturulan oksit tabakası 1 mikron kalınlıkta olmasına rağmen, bu yöntemle oluşturulan kalınlıklar, yüzlerce mikrona ulaşabilmektedir. Burada oluşturulan oksit tabakasının gözenekli olması nedeniyle, doğal gümüş parlaklığı yanında renklendirilebilme yeteneği de vardır. Pratik olarak renklendirme yöntemleri, daldırma, entegral ve elektrolitik renklendirme olarak gruplandırılabilir [1].

2.7.2.1. Daldırma yöntemi ile renklendirme

Anodik olarak oksitlenmiş alüminyum parçalar, içinde organik boya maddeleri çözünmüş çözeltilere batırılarak renklendirilebilir. Renk tonu, banyo konsantrasyonu,

sıcaklığı ve süresine bağlı olarak değişir. Renkler, genel olarak ışığa dayanıklı değilse de, dayanıklı renkler veren boyalar geliştirilmiştir.

2.7.2.2. Entegral renklendirme (Renkli eloksal)

Eloksal işlemi ve renklendirme aynı anda ve aynı banyoda gerçekleştirilen yöntemdir. Ülkemizde henüz uygulanmayan bu yöntemle belirli renkler elde edilmesine rağmen, ışığa ve diğer etkenlere dayanıklı kaplamalar elde edilmektedir.

2.7.2.3. Elektrolitik renklendirme

Anodik oksit tabakası oluşturulmuş parçaların, kobalt, mangan, nikel, kalay gibi metallerin tuzlarını içeren elektrolit içine daldırılarak alternatif akım uygulamasıyla gerçekleştirilen bir yöntemdir. Metal iyonları, porların dibine toplanarak renklendirmeyi sağlar. Bu yöntemin zayıf kısmı, renk skalasının darlığıdır. Üstün kısmı ise renklerin dayanımının fazla olmasıdır.

2.7.3. Vernikle kaplamalar

Alüminyumun korunması ve renklendirilmesinde, plastik reçineler, klor-kauçuk reçineleri ve yağlı vernikler de kullanılabilir. Vernik yapılacak yüzey oksit ve yağ lekelerinden temizlenmeli ve verniği tutacak duruma getirilmelidir [1].

2.7.4. Bitüm sürmek

Alüminyumla beraber diğer metallerin kullanıldığı durumlarda, nemli ortamlarda galvanik pil oluşumu sonunda ortaya çıkan korozyonu önlemek için, bitüm ile kaplanır veya boşluklar bitüm ile doldurulur. Bitüm uygulanan yerler, genellikle göz önünde olmayan, görülmeyen, açıkta olmayan yapı kısımlarıdır [1].

2.8. Alüminyum ve alaşımlarının korunması

Hafif metaller, diğer yapı elemanları ile temas ediyorsa bu kısımların korunmasına özen gösterilmelidir. Duvar sıvası veya betonla temas eden alüminyum parçalar çok iyi yalıtılmalıdır. Böylece betonun prizi veya rutubetlenmesi sırasında oluşan alkalilerden korunmuş olur. Bu amaçla “kurşun içermeyen” bir bitüm tabakası sürülmesi ya da bitüm emdirilmiş karton veya dokumalarla yalıtılması yeterli olur.

Diğer madenlere bağlanmasında, çinko ve kadmiyum kaplanmış çelik veya paslanmaz çelik, fosfatlı çelik elemanlar düşünülmelidir. Korumak için basit bir boya işlemi kafidir. Çelik veya bakır içeren madeni parçalara temasına engel olmak için iyi bir elektrik yalıtımı gereklidir. Taze veya rutubetli ahşap ile temasa gelen yüzeyler boyanmalıdır. Ahşabı koruyucu maddelerle işlem görmüş ahşap elemanlarda özellikle dikkatli olunmalıdır [1].

2.9. Alüminyum ve alaşımlarının bakımı

Anodik oksidasyon yapılarak hava tesirlerine dayanıklı hale getirilen alüminyum yüzeyler, kazınma, aşınma ve darbe etkilerinden korunmalıdır. Bakım ve temizlik için oksit çözen veya aşındıran temizlik gereçleri kullanılmamalıdır. İç mekanlarda görülen alüminyum yüzeyler, rutubetli yumuşak bir bezle silinip kurulanmalıdır. Ara sıra eloksal yüzeyler, vazelin, parafin gibi yağlarla silinip tekrar kuru bezle temizlenip parlatılmalıdır. Yapının dışında açık havaya maruz alüminyum parçalar 3 veya 4 ayda bir sıcak veya soğuk su ile yumuşak fırça veya bezle yıkayıp kurulanmalıdır. İçte yapıldığı gibi doğal yağlar sürülebilir. Cilalanmış yüzeylerin parlaklığının korunması için, bu amaçla yapılmış ticari parlatma tozu veya sıvılarından yararlanılabilir [1].

3. ALÜMİNYUM GIYDIRME CEPHE SİSTEMLERİNİN TANIMI, GELİŞİMİ VE TÜRLERİ

Giydirme cephe, yüksek binalarla ortaya çıkmıştır. Bu gün de, özellikle hafif giydirme, en fazla bu tür binalarda kullanılmaktadır. Yüksek binalarda proje ölçeğinin büyük olması, iç çevre konforu bakımından üstün düzeylerin istenmesi, başta meteorolojik etkenler olmak üzere yapının aşırı zorlayıcı etkilere açık bulunması, psikolojik ve sosyal özel şartlar, prestij arzusu, ve günümüze doğru önem kazanan güvenlik problemleri, kabukların detaylandırılmasında rol oynarlar. Bu amaç ve etkenlere bağlı olarak, yüksek binaların kabuk tasarımında tüm dengelim yaklaşımının izlenmesi ve alternatifler arasında pahalı da olsa sağlam, görünüşü beğenilecek, zamanla bozulmayacak detayların seçilmesi doğrudur [8].

3.1. Alüminyum giydirme cephe kavramı, tanımı ve gelişimi

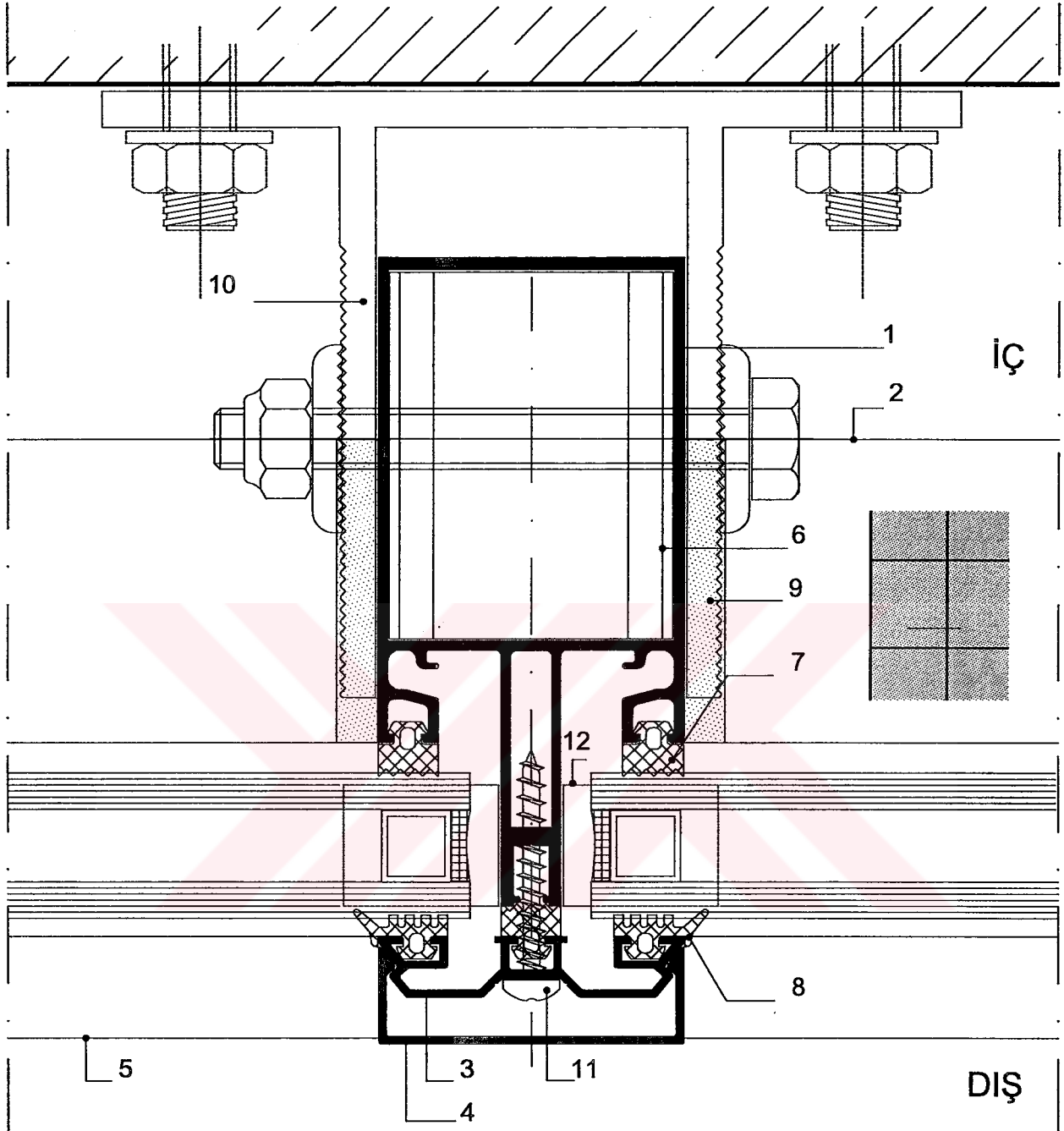
Giydirme cephe kavramına karşılık olarak, İngilizce’de en yaygın deyim, “Curtain Wall” dur ve Türkçe’ye de “Perde Duvar” olarak çevrilmiştir. Ancak bugün dilimizde “Perde Duvar” en fazla, betonarme taşıyıcı duvarları anlatmak üzere kullanılmaktadır. “Curtain Wall” sadece metal ve cam gibi hafif sistemleri değil, yapay, doğal taş yada beton elemanlarla oluşmakla birlikte taşıyıcı görev yüklenmeyen ve iskelete montajla tutturulan cepheleri de anlatmaktadır. İngilizce’de, bu konuda daha köklü ve bilimsel deyim olarak “Cladding” kullanılmaktadır. Bu kelime Germanik bir kökten “Clad” ve günümüz İngilizce’sindeki “Cloth” ve “Clothing” çağdaş Almanca’daki “Kleid” ve “Keiden” ilişkisi bulunmaktadır. Bu bakımdan şimdi kullandığımız “Giydirme” isabetli bir deyimdir. “Cladding” en genel anlamda, binanın taşıyıcı sistemine giydirilen ve dışardan görülen bütün elemanları anlatır [8].

Giydirme cepheler; önceleri bina cephesine yapay taş, doğal taş (mermer, granit vb.) malzemelerin asılması ile, daha sonra teknolojinin gelişmesi ile birlikte ise prekast cephe panellerinin kullanılmasıyla uygulanmıştır. Ancak yapıların giderek yükselmesi, cephelerde kullanılan malzemelerin daha hafif olması zorunluluğunu

getirdiğinden, prekast sistemlerin bina cephelerinde uygulanması yetersiz kalmış ve sistemin gelişme sürecinde metal çerçeveli giydirme cepheler, cam ve metal elemanların hafifliğinden dolayı yüksek bina cephelerinde tercih edilmiştir. Günümüzde de özellikle metal çerçeveli alüminyum giydirme cepheler, en fazla yüksek binalarda kullanılmaktadır [9].

Geleneksel mimaride kullanılan dış duvar malzemeleri (beton, taş, tuğla vb.) binaya 200 kg/m^2 'nin üzerinde yük getirmektedir. Ölü yük olarak tanımlanan duvar, kolon vb.nin ağırlıkların artması bina taşıyıcısının kesitlerini artırmakta ve bina temelini daha karmaşık sistemlerle çözülmesini gerekli kılabilmektedir. Günümüzde konstrüksiyon ve malzeme alanındaki gelişmeler, taşıyıcı sistem ve temelin aşırı yüklenmesini önleyen ve iç konfor koşullarında da daha yüksek standartlaşmaya gidilmeyi amaçlayan bir sistemin gelişmesine yol açmıştır. Bu sistem giydirme cephe olarak isimlendirilmektedir. Giydirme cephe sistemi, genellikle döşemeden döşemeye olmak üzere bina strüktürüne asılan, metal çerçevelerin içine veya üstüne yerleştirilen hafif cephe kaplamalarından oluşur. Sistem çok değişik dış görünümler sağlamakla beraber aslında, cam ve metali saran düşey ve yatay kayıtlardan oluşan bir sistemdir. Bu sistem bitmiş bir dış görünüm sağladığı gibi, yarı bitmiş bir iç yüzey de sağlar. Sistem, bina strüktüründeki deformasyonlar ile uyum sağlayacak şekilde tasarlanır. Ayrıca sistemin hava sızdırmaz şekilde olması, yağmur suyunu mekan içine sızdırmaz olması, güneş radyasyonunun etkilerini minimize etmesi ve uzun süre performansını sürdürmesi gereklidir. Günümüzde metal çerçeveli giydirme cephelerin metal çerçevesi çoğunlukla alüminyumdan yapılmaktadır. Fakat çelikten yapılan örnekler de vardır. Metal çerçeveli giydirme cephe sisteminin konstrüksiyona getirdiği yük 100 kg/m^2 'nin altına inmiştir [10].

Giydirme cepheler, bina taşıyıcı sisteminden bağımsız olup bina dış yüzeylerine giydirilen, yük taşımayan ama yük ileten elemanlardan oluşan, binanın dış ortamla ilişkisini iki yönlü bir filtre görevi görerek sağlayan, cephe kaplama sistemleridir. Çoğunlukla taşıyıcı sistemin önüne asılırlar [11]. Tipik bir kesit şekil 3.1'de gösterilmiştir [12].



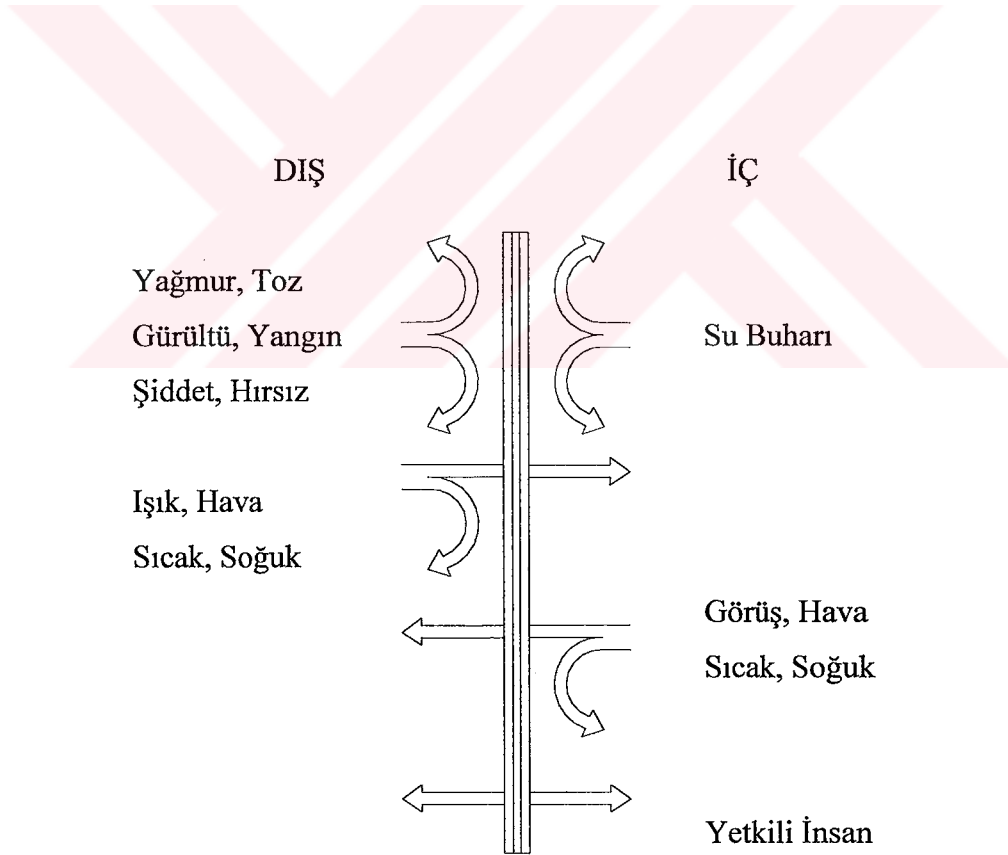
- | | |
|-----------------------------------|-----------------------------------|
| 1. Düşey Taşıyıcı Profil | 7. Fitol |
| 2. Yatay Taşıyıcı Profil | 8. E.P.D.M Fitol |
| 3. Baskı profili | 9. Yatay Kayıt Contası |
| 4. Düşey Profil Dış Kapak Profili | 10. Ankraj |
| 5. Yatay Kayıt Dış Kapak Profili | 11. Vida 3.2 x 38 YSB (Paslanmaz) |
| 6. Ek Yeri Profili | 12. Sert PVC Parça |

Şekil 3.1 Giydirmce cephelerde düşey elemanlar

Özetlemek gerekirse; Giydirme cephe sistemleri,

- 1- Yalnız kendini taşıyan,
- 2- Kendi ağırlığını ve rüzgar yükünü taşıyıcı sisteme yalnız, ayarlanabilir bağlantılar (ankraj) aracılığıyla ileten,
- 3- Yalıtım ve koruma görevlerini dış kabuk boyunca kesintisiz olarak sürdüren,
- 4- Modüler koordinasyon ilkelerine uyum içinde tasarlanan ve hazırlanan,
- 5- İnce ve hafif,
- 6- Saydam, yarı saydam veya opak yüzeylerin değişik oranlarda birleşmesinden meydana gelen, bir yapı ögesidir [10].

Giydirme cephelerin, bazı etkenleri geçirmemesi, bazı etkenleri kısmen, bazılarını da tamamen geçirmesi istenir. Dizayn ve detaydaki amaç bu filtrenin istenen özelliklerde oluşturulmasıdır [12]. Şekil 3.2



Şekil 3.2 Giydirme cephelerde iç mekan – dış mekan ilişkisi [12].

3.2. Alüminyum giydirmce cephe türleri

Günümüzde yüksek binalarda genellikle metal çerçevcli giydirmce cephe sistemi uygulanmaktadır. Metal çerçevcli giydirmce cephe sistemi üç şekilde oluşturulabilmektedir. Bu sistemlerin özellikleri aşağıda kısaca anlatılmıştır.

3.2.1. Stick veya çubuk sistem

Bu sistemde bina cephesine aks aralarında çubuklar asılmaktadır. Bunların aralarına yatay kayıtlar monte edilir, daha sonra cam panel içten veya dıştan takılır. Bu sistem ülkemizde yaygın olarak uygulanmakla birlikte diğerlerine oranla daha ekonomiktir. Ancak yatay ve düşey hareketlere karşı uyumu zayıftır ve uygulanmasının uzman ekipler tarafından yapılması gerekmektedir. Bundan dolayı yüksek yapılar için üretici firmalar tarafından önerilmemektedir [13]. Çubuk sistemler de üç şekilde oluşturulabilmektedir.

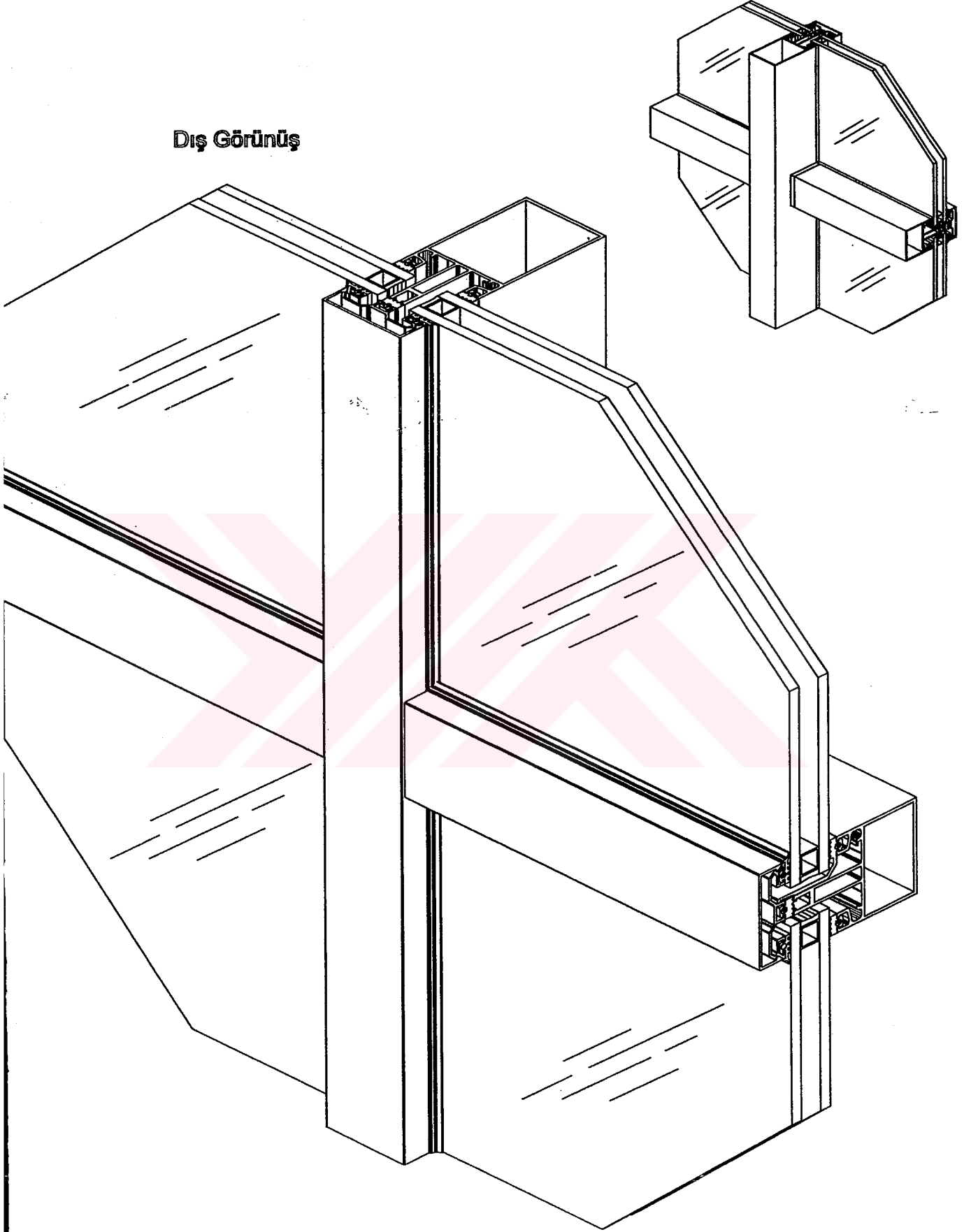
3.2.1.1. Klasik (kapaklı) giydirmce cepheler

Bu sistemler bina cephelerinde en çok kullanılan sistemlerdir. Bir düşey taşıyıcı profil ve bunları birbirine bağlayan yatay profillerden oluşur. Karşıdan görünüşü itibari ile içten ve dıştan 50 ve 60 mm. genişliği olanlar en çok kullanılanlardır. Başlıca avantajları aşağıdaki gibi sıralanabilir:

- 1- Değişik derinlikteki taşıyıcı profiller ile yüksek konstruktif yüklere ve rüzgar yüklerine dayanıklıdır.
- 2- Yatay ve düşey profiller arasında basamaklandırma yapılarak olası sızan suların ve kondens sularının emniyetli bir biçimde dışarı akması ve çift camların kenarlarının havalandırılıp ömürlerinin uzatılması sağlanır.
- 3- Dış kapaklarda paslanmaz çelik dahil çok çeşitli formlar kullanılır.
- 4- Düşey taşıyıcılarda genleşme dilatasyonu yapılır (15 mm).
- 5- Gökdelenlerde kullanılabilir.
- 6- İçine 4-52 mm. arası cam ve pano yerleştirebilir.
- 7- En uzun zamandır kullanılan sistem olduğundan yaygındır, üretimi kolaydır ve ekonomiktir.
- 8- Dik açı dışındaki formlar için her ara açıda cephe formu yapacak profiller bulunmaktadır [14].

İç Görünüş

Dış Görünüş



Şekil 3.3. Kapaklı giydirme cephelerde iç ve dış görünüşler



Şekil 3.4. Kapaklı Giydirme Cephe sistemiyle yapılmış olan Deva Holding,4 Levent, İstanbul. [Fotoğraf: Nejdett ZİYAETTİN].

3.2.1.2. Silikon fugalı silikon cepheler

Bu sistemler çubuk sistemler ile üretilmiş ilk silikon cephe sistemleridir ve kapaklı sistemlere ilaveten aşağıdaki özelliklere sahiptir:

- 1- Dışta kapak bulunmaz.
- 2- Sadece düşeyde veya sadece yatayda kapak bulunmayacak şekilde de yapılabilir.
- 3- Almanya'da 8 m.'ye kadar, diğer ülkelerde ise yükseklik sınırlandırması bulunmadan kullanılabilir.

- 4- Fugaların dıştan görünüş genişliği 20 mm.' dir.
- 5- Spandrel bölgelerinde, sabit vizyon bölgelerde ve açılır gizli kanat olan bölgelerde dış görüntüde dıştan bakıldığında konstrüksüyondan yansıyan bir farklılık görülmez,
- 6- Özel cam çıtası ve kenet sistemi ile camlar görünmez olarak ana taşıyıcı konstruksiyona bağlanırlar.
- 7- Isı yalıtımı, extruze Polythermid İzolatörleri ile sağlanır.
- 8- Taşıyıcı profillerdeki genleşmelerin karşılanması için düşey eklerde kayar ek (dilatasyon) yapma imkanı vardır.
- 9- Dıştaki cam arası fugalarda hava şartlarına ve UV ışınlarına dayanıklı silikon kullanılır.



Şekil 3.5. Silikon Fugalı Silikon Cephe (Düşey Kapaklı Silikon Cephe) sistemiyle yapılmış olan Çebi Kilit Fabrikası, Sarıgazi, İstanbul [Fotoğraf:Nejdet ZİYAETTİN].

3.2.1.3. Strüktürel silikonlu cepheler

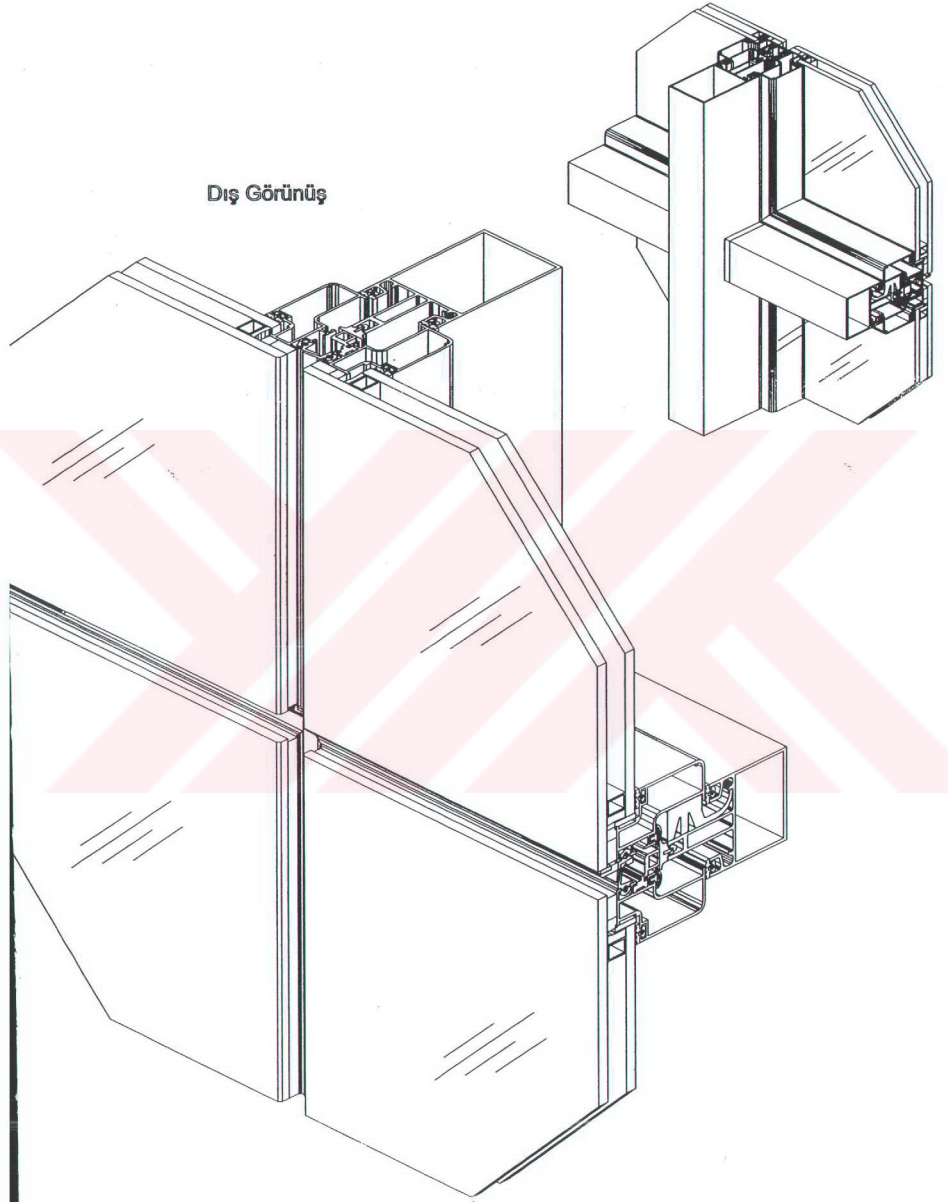
Ana taşıyıcılar yine çubuk sistem prensibindedir. Başlıca özellikleri aşağıdaki gibidir. Tipik iç ve dış görünüşleri Şekil 3.6 'da gösterilmiştir.

- 1- Sıcak ve soğuk cephe olarak uygulanabilirler.
- 2- Almanya'da cam çerçeve profili (cam tutucu) olmadan 8 m. bina yüksekliğine kadar, cam tutucu ile tüm yüksek binalarda kullanılabilir. Almanya dışında herhangi bir ülkede bilinen bir sınırlama yoktur.

- 3- Camlar ve çerçeveler fabrika ortamında imal edilir ve birbirlerine yapıştırılırlar, montaja hazır halde şantiyeye sevk edilirler.
- 4- Camlı çerçeve elemanlar görünmez basit kancalar ile şantiyede yerine çok kolay sürede monte edilir ve şantiyede silikon işçiliği yapılmaz,
- 5- Büyük panolar (max. 4.4 m² 'ye kadar) yapılabilir.
- 6- Profillerin (çubukların) içten görünüş genişlikleri 50 mm.' dir.
- 7- Montajdan sonra cam arasındaki fuganın genişliği 15-18 mm. olarak kalır.
- 8- Tüm cephe bölgelerinde dıştan konstrüktif görüntü aynıdır.
- 9- Açılır kanat elemanları dışa açılır olup çerçeve profilleri de ısı yalıtımlıdır.
- 10- Spandrel panel uygulamaları da sorunsuz yapılabilir.
- 11- Her eleman, köşeleri vulkanize edilerek mütemadiliği sağlanan çerçeve fitiller ile ana taşıyıcı kontrüksiyona bağlanır, böylece max.su sızdırmazlığı sağlanır.
- 12- Dahili kondens suyu drenaj ve çift cam kenarları havalandırma prensibi bu sistemlerde de kurulabilir.
- 13- Tüm camlar çıkıntısız olduğundan camların kendini temizleme kabiliyeti (yağmur ile) çok yüksektir.
- 14- Çok beğenilen cephe mimarileri tasarımına imkan verir.
- 15- Soğuk cephe uygulamaları da mümkündür.
- 16- Açılı cephe formları yapılabilir [14].

İç Görünüş

Dış Görünüş



Şekil 3.6. Strüktürel silikon cephe iç ve dış görünüşleri



Şekil 3.7. Strüktürel Silikonlu Cephe sistemiyle yapılmış olan Belin Triko İş Merkezi, Ümraniye, İstanbul. [Fotoğraf: Nejdet ZİYAETTİN].

3.2.2. Panel sistem

Bu sistemde doğrama elemanları taşınabilir ölçüde bir iki aks ve bir kat yüksekliğinde elemanlar halinde hazırlanmaktadır. Bu doğrama elemanları camları takılı olarak çerçevevi paneller halinde uygulama yerine getirilir ve özel ekipmanlarla yerine monte edilir [13].

Yatay ve düşey bina hareketlerine tam uyum sağlayabilen bu sistem aynı zamanda kısa sürede monte edilebilmektedir. Bu avantajı sebebiyle çabuk bitirilmesi gereken

inşaatlar için uygundur. Ancak fiyatı çubuk sistemlere göre yaklaşık 3 kat pahalıdır [12]. Panel sistemin en belirgin özelliği ise parapet panelleriyle pencereleri yatay bir düzende belirgin hale getirmesidir.



Şekil 3.8. Panel sistemiyle yapılmış olan Türkiye İş Bankası Genel Müdürlük Binası, 4. Levent, İstanbul. [Fotoğraf: Nejdet ZİYAETTİN].

3.2.3. Yarı panel sistem

Bu sistemde doğrama panelleri kat ölçeğinde yatay şeritler halinde hazırlanmıştır. Aynı ayrı parçalar halinde getirilerek şantiyede monte edilir ve camlar içten veya dıştan takılır. Yarı panel sistem çubuk sistemin ekonomik olma özelliği ile panel sistemin yüksek yapılar için yatay ve düşey hareketlere uyum özelliğinin bir araya getirilmiş şeklidir.

Metal çerçeveli giydirme cephe sistemleri ankraj noktalarından yapının taşıyıcı sistemine asılırlar; böylece cephe sisteminin ölü ağırlığını ve rüzgar yüklerini binanın taşıyıcı sistemine aktarırlar.

Bileşenlerinin birleşim tasarımı ve yapım hızı istenen boyutta sürekli bir duvar oluşturulmasına olanak sağlamaktadır. Ayrıca yapı dışında bir iskeleye gerek duyulmadan hızlı bir şekilde tespit edilebilirler. 150 mph'a kadar rüzgar yüküne dayanıklıdır ve çift cam kullanımı sayesinde 30 dB kadar ses yalıtımı özelliğine sahiptirler [13].

Türkiye'de ilk uygulama alanı Sabancı Center'dir (Şekil 3.9.).

3.2.4. Diğer cephe sistemleri

- 1- Planar Sistemler
- 2- Şeffaf çatı örtüleri (Skylight)



Şekil 3.9. Yarı Panel sistemiyle yapılmış olan Sabancı Center, 4. Levent, İstanbul
[Fotoğraf: Nejdet ZİYAETTİN].

4. ALÜMİNYUM GİYDİRME CEPHELERDE KULLANILAN ANA MALZEMELER VE ELEMANLAR

4.1 Cam

Camın ilk kez M.Ö. 3000 yıllarında Mezopotamya ve Mısır'da üretildiği biliniyor. Denizci bir kavim olan Fenikelilerin ilk camı ürettikleri de bu bilgiler arasındadır. Bugünkü anlamda cam üretimi ve yapıda kullanılması çok eskilere dayanmamaktadır. Evlerde pencerelere cam koyma düşüncesinin Romalılardan geldiği sanılıyor. Nitekim, Pompei antik kentinde bulunan bronz pencerelere yerleştirilmiş 30/60 cm boyutundaki camlar bunu kanıtlamaktadırlar [15].

Cam ilk keşfinden bu güne kadar insanların hep ilgisini çekmiş ve onları yaratıcılığa zorlamıştır. Su gibi saydam olabilen bu katı maddeyi ev ve süs eşyası yapımında kullanan uygarlıklarla dışarı ve içeriye ışık ve görüntü unsurlarıyla birleştirmeye çalışan mimarların elinde cam önemli bir tasarım ve anlatım unsuru olmuştur [16].

Günümüz yaşantısında, özellikle binalarda çok değişik gereksinmelerin karşılanmasında cam yapı malzemelerinin yeri ve önemi büyüktür. Cam ve camdan türetilen malzemeler mimari ve yapısal birçok temel gereksinmenin karşılanmasında olduğu kadar, çağdaş yaşamın ortaya çıkardığı birçok sorunun çözümünde de başlıca malzemelerden birini oluşturmaktadır. Cam malzemeler yapılarda ışık geçirme, ses yalıtımı, iç ve dış duvar kaplamaları, çatı örtüsü oluşturmak gibi temel bazı işlevlerin karşılanmasında olduğu kadar;

- Işık geçirme + Isı yalıtımı,
- Işık geçirme + Görüntü gösterme,
- Işık geçirme + Görüntü gösterme + Isı yalıtımı,
- Işık geçirme + Görüntü gösterme + Güvenlik sağlama,
- İstenilen ışınları geçirme + Görüntü gösterme,

ve benzeri birçok basit ve birden fazla işlevin aynı zamanda karşılanması gibi karmaşık işlevlerin çözümlenmesinde kullanılan malzemelerden birisidir [15].

4.1.1 Cam ürünleri

Cam, içinde soda (Na_2CO_3), potas (K_2CO_3) ve kalker (CaCO_3) katılmış silisli kumun (SiO_2) yüksek sıcaklıkta eritilmesi, şekillendirilmesi ve soğutulması sonucu elde edilen amorf iç yapılı ve atmosfer etkilerine yüksek dayanımlı, ışığı düzgün kırma özelliğine sahip, belli yüzdelere güneş radyasyonunu geçirirli bir malzemedir [17]. Mimaride ve giydirmeye cephe sistemlerinde genellikle kullanılan cam yapı malzemeleri şunlardır;

1- Hava tabakalı camlar (ısıcam)

2- Güneş kontrol camları

3- Güvenlik camları

a) Temperli camlar

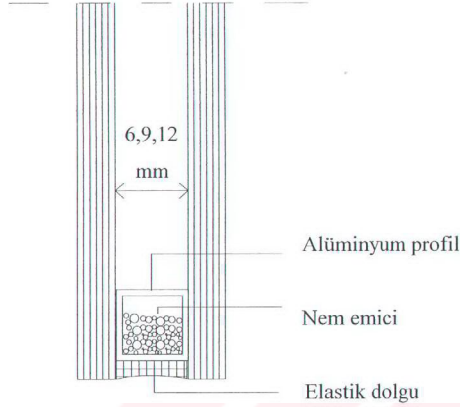
b) Tabakalı camlar (Lamine camlar)

4- Parapet cam panelleri

4.1.1.1 Hava tabakalı camlar (Isıcam)

Hava tabakalı camlar bir cam plağın alüminyum ara boşluk çitası, plastik ve elastik dolgu maddeleri yardımıyla bir diğerine hava ve su sızdırmaz bir şekilde çevresel olarak bağlanması ile üretilir (Şekil 4.1). Üretim sırasında ara boşluk çitası içine yerleştirilen nem emici madde iki cam arasındaki havanın rutubetini emerek sürekli kuru kalmasını sağlar. Camlar arasındaki mesafe ise 10 mm civarında tutularak havanın boşluk içerisinde hareketi önlenmeye çalışılır.

Hava tabakalı camlar, cam yüzeylerinden ısı kaybını önlemek amacıyla üretilmektedir. Isı kaybını önlemenin gerektirdiği konstrüksiyon biçimi aynı zamanda sesin geçmesini de önemli ölçüde engellediği için bu camlar ses geçmesi istenmeyen hallerde de kullanılmaktadır.



Şekil 4.1. Hava tabakalı cam kesiti

Isıcam üretiminde çeşitli dolgu maddeleri kullanılmaktadır. Buhar kesici olarak polisobütilen (thikol), yapıştırıcı olarak çift komponentli polisulfat (butyl) en çok uygulanan malzemelerdir. Çift cam üniteleri kuru hava dolgulu üretilebileceği daha iyi bir ısı yalıtımı için Argon, Kripton vb. gazlarla, daha iyi bir ses yalıtımı için ise sülfürheksaflorid gazıyla doldurulabilmektedir. Çeşitli cam türlerine göre ses yalıtım değerleri Tablo 4.1 de verilmiştir.

Tablo 4.1. Çeşitli cam türlerinin ses yalıtım değerleri [18].

6 mm düz cam	27 dB
6 mm (3+3) lamine cam	29 dB
12 mm düz cam	31 dB
12 mm (6+6) lamine cam	34 dB
6+12+6 çift cam ünite (kuru hava dolgulu)	29 dB
6+12+6 (3+3) çift cam ünite (kuru hava dolgulu)	30 dB

4.1.1.2 Güneş kontrol camları

Güneş kontrolü, özellikle sıcak ve ılıman iklimlerde yaşam ve çalışma açısından en uygun koşulları sağlamanın önemli bir ögesidir. Amaç, güneş ısısı kazançlarını, bazen de aynı anda güneşin aşırı parlaklığını sınırlamaktır. Güneş ısının iç mekana kontrollü olarak girmesine izin verildiğinde bina içi rahatlık düzeyi sağlanmış, soğutma giderleri de azaltılmış olur.

Belirli bir yapı için güneş kontrol camı seçilirken, "gün ışığı yansıtma" katsayısı da dikkate alınmalıdır. Çok etkili bir güneş kontrol özelliği genelde düşük ışık geçirgenlik ve yüksek yansıtma ile mümkün olabilmektedir.

Bu çerçevede reflektif (yüksek yansıtmalı) camlar giydirme cepheli ticari yapıların cephe gerisini gündüz saatlerinde gizlemesi ve böylece homojen bir cephe elde edilmesi açılarından idealdir. Ancak gece manzarasının önemli olduğu yapılar ile konutlar ve mağaza vitrinlerinde aydınlık taraftaki "ayna etkisini" kontrol için yüksek değil, tam tersine düşük yansıtmalı çözümler tercih edilmelidir [18].

4.1.1.3 Güvenlik camları

Camın kırılmalığının giderilmesi veya önlenmesi cam yapımında büyük bir aşamadır. Güvenlik camları genelde görüntü istenen hallerde kullanılan, çok zor kırılan ya da kırıldığında kesici parça oluşturmeyen camlardır [15]. Böylece camın kırılması halinde insana zarar vermesinin önlenmesi giydirme cephe sistemlerinde öncelikli düşünülmesi gereken bir fonksiyon olmuştur. Giydirme cephede kullanılan güvenlik camlarının ortak özellikleri zor kırılmak, dağılmamak ve parçaların kesici ve öldürücü etkisi olmamak olarak özetlenebilir. Giydirme cephelerde sıkça kullanılan güvenlik camları aşağıda anlatılmıştır.

- 1- Temperli camlar
- 2- Lamine camlar

Temperli camlar

Tam temperleme, aynı zamanda camın gücünü ve ısıl gerilimlere karşı direncini artırır. Şişecam temperleme işlemi yatay hat üzerinde camın dış yüzeylerine basınç gerilimi, cam ortasına ise dolaylı bir çekme gerilimi kazandırmak için ısıtma ve soğutma aşamalarını içerir. Isıl işlemsiz cama göre yaklaşık 5 kat daha dayanıklı olan temperli cam kırıldığı zaman zar büyüklüğünde parçalara ayrılarak yaralanma riskini azalttığından güvenlik camı olarak kullanıma uygundur (Şekil 4.2.). Isıl işlemler ürünlerin hacmini, kimyasal yapısını, renk ve berraklığını değiştirmez. Renksiz float, laminasyonlu camlar (laminasyon öncesi) ve kaplamalı camlar ısıl işlemleri olabilir. Isıl işlemten sonra cam panolara herhangi bir kesim, delik delme, kenar ve yüzey işlemi yapılamaz.

Yalnızca bazı bakış açıları ve ışık koşullarında fark edilebilen "temperleme izleri" ile "kamburluk" ve "dönüklük" toleransları içinde kalmak kaydıyla ortaya çıkan distorsiyonlar ısıl işlemin kaçınılmaz ve önlenemeyen sonucudur. Temperleme işlemi sırasındaki hassas bir ısı rejimi uygulaması ile minimuma indirilmiş izler başlı başına bir kusur olarak nitelendirilmemektedir.

Ender de olsa, cam hamurunda bazı üretim yöntemleri sonucunda ortaya çıkabilecek mikroskopik partiküllerden kaynaklanan spontan kırılma olasılığına karşı tam temperli camlar istendiğinde ısı banyosu (heat soaking) testinden geçirilerek bir ön elemeye tabi tutulabilirler [18].



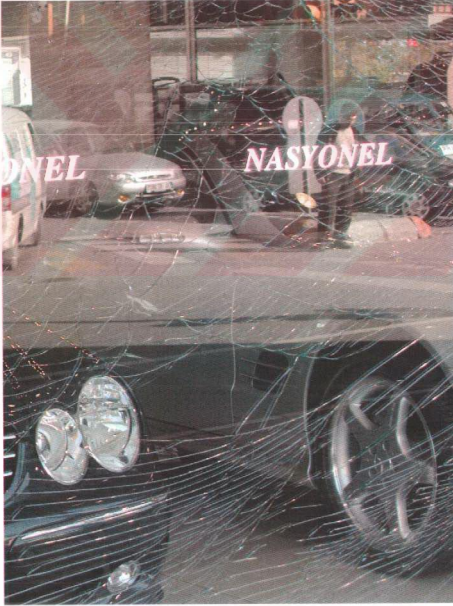
Şekil 4.2. Kırılmış temperli bir cam.

Lamine camlar

Laminasyonlu camlar renkli veya renksiz özel bağlayıcı polivinil butiral (PVB) tabakalar yardımıyla iki veya daha fazla cam plakanın ısı ve basınç altında birleştirilmesi ile üretilir. Kırılma halinde parçaları yerinde tutarak yaralanma risklerini azaltır. Bu özelliği nedeniyle lamine camlar güvenlik camı olarak kabul edilir. Lamine camlar, bir taraftan diğer tarafa istenmeyen geçişleri önlemesi veya geciktirmesi açısından da doğru bir seçimdir. Laminasyon eğimli veya baş üstü camlamaların iç camları için standart ve tipik bir çözümdür.

Lamine camlar, düşük UV geçirgenliği ile eşyaların doğal renklerinin daha uzun süre korunması ve gürültü kontrolü açısından da yararlıdır.

Standart Lamine cam üretimi 0,38 mm kalınlıklı renksiz PVB ile yapılmaktadır. Yönetmelikler ve proje şartnamelerinin gereklerine uygun olarak 0,76, 1,05, veya 1,52 mm kalınlıklı yapılabilir [18].



Şekil 4.3. Kırılmış 5+5 lamine cam, Nasyonel Otomotiv, Etiler, İstanbul.
[Fotoğraf: Nejdet ZİYAETTİN].

4.1.1.4 Parapet cam panelleri

Giydirme cephelerde pencere camlarını tamamlayan parapet camları, yapının strüktürel ve mekanik elemanlarını gizlemek amacı ile kullanılır. Parapet camları pencere camlarına uyum sağlayacak veya kontrast oluşturacak şekilde seçilebilir. Pencere ve parapet camlarının birbirine uygunluğu sipariş öncesinde oluşturulacak bir "mock-up" düzeneği ile irdelenmelidir.

Özel dikkat gerektiren parapet camları, tasarım ölçütleri ve hedefleri doğrultusunda bir kaç şekilde yapılabilir. Bütün parapet ve cephe kaplama camları ısıl kırılma risklerine karşı ısıl işlemli (kısmi veya tam temperli) olmalıdır [18].

Polyesterle Opaklaştırılmış Parapet Panelleri

Yansıtıcı (reflektif) güneş kontrol kaplamalı, ısıl işlemli yalınkat camlar, kaplamalı 2.ci yüzeyleri üzerine fabrikada kaplanan özel siyah polyester filmle opaklaştırılarak parapet panosu haline getirilmektedir.

Yüksek ışık yansıtıcılık ve düşük ışık geçirgenlik pencere ile parapet camları arasındaki görüntü beraberliğini artırıcı bir özelliktir.

Strüktürel silikonlu camlamalarda taşıyıcı elemanlara yapıştirilabilmesi için parapet camlarının kenarlarından opaklaştırıcının belirli bir genişlikte sıyrılması gereklidir. Bu husus siparişlerde belirtilmelidir.

Emaye Cam Parapet Panelleri

Renksiz veya harmandan renkli float cam üzerine Ral renklerinde emayeleme ve temperleme işlemi uygulanarak üretilen Emaye cam panelleri, pencere ve parapet camları arasında görüntü beraberliği aranmadığında veya kontrast renkler istendiğinde iyi bir çözümdür.

Emaye cam, zengin renk çeşitleriyle cephelerde kaplama camı olarak da baskı 2. yüzeye gelecek şekilde başarıyla kullanılabilir [18].

4.2 Alüminyum Kompozit Panel

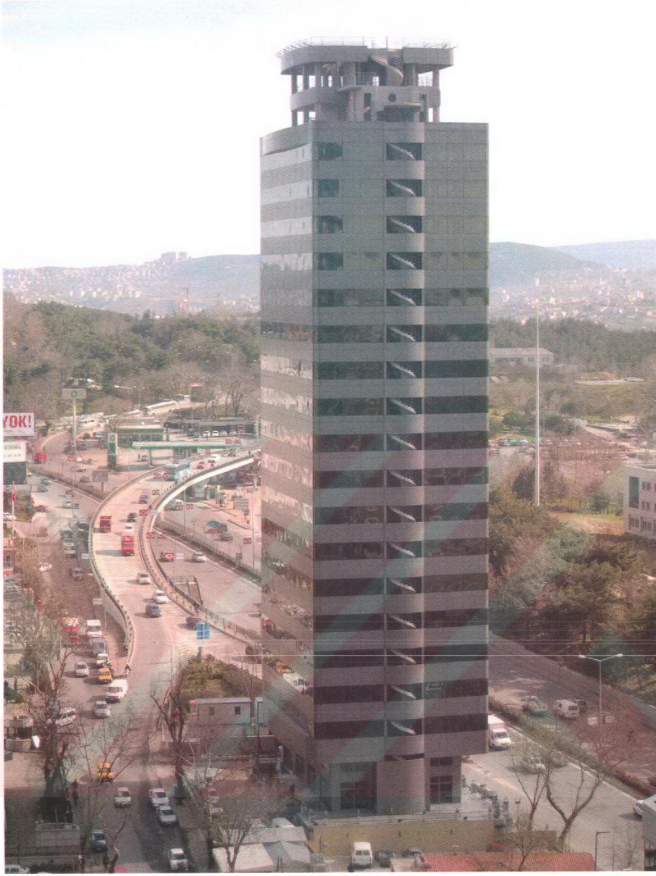
Giydirme cephelerin sağır bölümlerinde sıkça kullanılan cephe kaplamaları alüminyum kompozit panellerdir (Şekil 4.4.). Kompozit paneller iki tarafı alüminyum, ortası yapışma özelliği yüksek plastik esash kompozit cephe

kaplamasıdır. Kompozit panelin orta kısmındaki bu malzemeye örnek olarak poliester veya polietilen verilebilir.

Kompozit paneller üst yüzeyde lumiflon esaslı fluorocarbon kaplama, duvar tarafında kalan alt yüzey ise işlem tabakası diye adlandırılan alt tabakadan oluşur. Alt işlem tabakası, duvar ile panel arasında oluşabilecek korozyona karşı polyester esaslı kaplama ile kaplanmıştır [19].

Giydirme cephelerde kullanılan alüminyum kompozit panellerin avantajları aşağıdaki gibidir [20].

- 1- Düzgün bir yüzey kalitesi sağlar.
- 2- Birçok renk seçeneği vardır.
- 3- İstenilen formda kesilip bükülebilir.
- 4- Güzel ve dekoratif görünüm sağlar.
- 5- Yangına karşı dayanıklıdır.
- 6- Nakliyesi, montajı ve bakımı kolaydır.
- 7- Isı yalıtım ve ses yalıtım değeri yüksektir.



Şekil 4.4. Alüminyum giydirme cephelerde kompozit panel kullanılması, Dim Plaza, Maslak, İstanbul. [Fotoğraf: Nejdett ZİYAETTİN].

Kompozit elemanlar, 3 mm ile 8 mm arasındaki kalınlıklarda, 900 mm ile 1600 mm arasındaki genişliklerde ve 2400 mm ile 8000 mm arasındaki uzunluklarda üretilabilmektedir. Bir firmanın ürettiği kompozit panellere ait bazı bilgiler Tablo 4.2. de verilmiştir.

Tablo 4.2 Kompozit panel değerleri [20].

Özellik	Birim	3 mm	4 mm	6 mm
Özgül ağırlık	-	1,52	1,38	1,23
Ağırlık	Kg/m ²	4,5	5,5	7,3
Isısal genleşme	$\times 10^{-6}/^{\circ}\text{C}$	24	24	24
Isı iletkenliği	W/m ⁰ C	0,43	0,39	0,35
Isı geçirgenliği	W/m ² ⁰ C	0,19	0,20	0,20
Deformasyona uğramadan dayanabildiği sıcaklık	⁰ C	115	115	115

4.3 Ankraj ve tespit elemanları

Alüminyum giydirme cephelerde dikmeleri, taşıyıcı bölüme tutturmak amacıyla kullanılan çelik kenetlere ankraj laması adı verilir (Şekil 4.5.).

Tespit elemanları, giydirme cephelerde kaba yapıya tespit edilen ankraj ile düşey taşıyıcı dikme bağlantısında kullanılır (Şekil 4.5.).



Şekil 4.5. Giydirme cephe düşey taşıyıcı elemanının ankraja tespit elemanlarıyla tutturulması ve bu sistemin yapıya çelik ankraj lamaları ile bağlanması. Güney Plaza, Maslak, İstanbul. [Fotoğraf: Nejdet ZİYAETTİN].

Ankraj laması, giydirme cephe sisteminin detayına göre imal edilerek, en uygun tespit elemanları ile çok sağlam olarak monte edilmek zorundadır. Sistemin ana taşıyıcısının yapı ile birleşimini sağlayan bu elemanlar bazen hiç kullanılmayıp, sistem direkt olarak yapının taşıyıcı sistemine bağlanabilmektedir. Hangi sistem için ne tür tespit elemanının kullanılacağına karar verilebilmesi için ise söz konusu elemanlara ait çekme gerilmelerinin çok iyi bilinmesi gerekmektedir. Piyasada çekme gerilmeleri test edilmiş çok çeşitli tespit elemanları bulunmakta, ancak bunlar içinden özellikle çelik dübeller giydirme cephe sistemi ankraj montajında kullanılmaktadır [21].

Dübel çeşitleri;

- 1- Ağır yük dübeli
- 2- Kimyasal dübel
- 3- Cıvatalı dübel
- 4- Saplamalı dübel

Tespit edilen ankrajlar ile giydirme cephe sisteminin ana taşıyıcı sistemine birleştiren tespit elemanları ise vidalar, cıvata, pul ve somunlardır [21].

4.4 Silikon ve mastikler

Silikon ve mastikler alüminyum giydirme cephelerde suya karşı dolgu malzemesi olarak kullanılır. Ana ham maddesi polisiloksan olan silikon ile akrilik bazlı mastiklerin yapıştıkları yüzeyden kolaylıkla ayrılmayacak mukavemette ve dış etkenlere karşı fonksiyonlarını devam ettirebilecek dirençte olmaları gerekmektedir [22].

Mastik daha çok pütürlü, düzgün olmayan yüzeylerle doğrama arasına uygulanmaktadır. Standart beyaz, gri, siyah ve kahverengi renklerde olup, siparişe göre toz boyalarla karıştırılarak istenilen renklerde hazırlanabilmektedir.

Silikon ise düzgün, pürüzsüz yüzeylere uygulanan, şeffaf ve çeşitli renklerde hazırlanabilen bir yalıtım malzemesidir [23].

5. ALÜMİNYUM GİYDİRME CEPHE SİSTEMLERİNİN UYGULANMASI, ŞANTIYE ŞARTLARINDA İNCELENMESİ VE DEĞERLENDİRİLMESİ

Bu bölümde alüminyum giydirme cephe sistemlerinin uygulanması, şantiye şartlarında incelenmesi ve değerlendirilmesi resimlerle ve ilgili yapıya ait detaylarla desteklenerek aktarılmıştır.

5.1. Giydirme cephe uygulamasında dikkat edilmesi gereken unsurlar

1. İlk yapılması gereken işlem projeye göre statik hesapların yapılmasıdır. Bu hesaplar bize , taşıyıcı sistemdeki yatay ve düşey profiller için gerekli olan (JX) değerinin bulunmasını sağlayacaktır.

2. Bulunan (JX) değeri kataloglardaki profillerden hangisini seçmemiz gerektiğini saptamamıza yarayacaktır. Bu seçimde dikkat edilmesi gereken, statik hesap neticesinde çıkan (JX) değerinin, profilin (JX) değerinden küçük veya eşit olmasıdır.

3. Statik hesap yapılabilmesi için gerekli olan değerler:

a-) Yapılacak cephenin en üst kodu

b-) Kat yüksekliği (döşeme üstünden, döşeme üstüne)

c-) Döşeme kalınlığı

d-) Parapet varsa yüksekliği (Ankraj ve dübeli bağlanacak şekilde sağlam bir yüzey olması gerekir.)

e-) Düşey taşıyıcı dikmelerin ara ölçüsü. (Projeye göre kaç santimde bir dikme atıldığı)

4. Büyük açıklıkların geçilmesinde, alüminyum profillerin (JX) değerleri kurtarmayabilir. Yeterli atalet momentini sağlamak için çelik takviye konması gerekir. Çeliğin elastisite modülü alüminyumun 3 katıdır. Bu nedenle alüminyumun geçemediği açıklıklar çelik takviye ile geçilir. Alüminyum çeliğe bağlanarak sistem çözülür [24].

5.2. Profil siparişi

1. İnşaattan alınan ölçülere göre düşey veya yatay taşıyıcılar fireyi azaltmak için özel boy verilebilir.
2. Profil siparişinde profiller: toz boyalı ise, sipariş boyu $+(10\text{ cm})$,eloksallı ise , sipariş boyu $+(20\text{ cm})$ olmalıdır.
3. Bara payı (Profilin iki ucundan tutma mesafesi) verilmelidir. Bu siparişlerle birlikte gerekli aksesuar siparişleri de verilmelidir [24].

5.3. İmalat ve montajın yapılması

1. İnşaattan alınan ölçüye göre yatay ve düşey profiller kesilir. Eğer açısı yoksa iki başı düz olarak. Düşey profiller, düşey alt kapak ve düşey üst kapak profilleri dilatasyon boşluğu için kat yüksekliğinden 10 mm kısa, yatay profiller, dikmeler arasındaki içten içe boşluktan (14 mm) kısa kesilir. Yatay alt kapak ve yatay üst kapaklar dikmeler arasındaki içten içe boşluktan (2mm) kısa kesilir.
2. Yatay alt kapak ve yatay üst kapak üzerinde tahliye delikleri açılır.
3. Proje doğrultusunda düşey taşıyıcıların üzerine yatay kayıt yerleri işaretlenir. Yatay kayıt “U” bağlantı kırılma geçme karşılıkları vidalanır.
4. Yatay, düşey taşıyıcılar ve alt kapak profilinin iki yanındaki fitil yuvalarına profilin boyu kadar EPDM fitiller takılır. Yatay kayıt fitilleri kayıt boyundan 14 mm uzun kesilmelidir.
5. Düşey taşıyıcıların üst tarafına dilatasyon profili, yarısı dışarda olacak şekilde bağlanır.
6. Şantiyede düşeylerin bağlanacağı yerlere terazisine dikkat ederek ankrajlar bağlanır.
7. Düşey taşıyıcıların , dilatasyon kutusu bağlanan ucundan , dilatasyon kutusu ile birlikte, M10 civata ile ankraja bağlantısı yapılır. Sonra üzerine diğer dikme dilatasyon kutusuna geçirildikten sonra üst ucundan yine ankraja bağlanır. Dikmeler, inşaatın durumuna göre aşağıdan veya yukardan başlayarak dizilebilir.
8. Tüm düşey taşıyıcıların tümü terazisinde cepheye bağlanır. Ankrajlar üç yönlü ayarlanabilir (aşağı, yukarı, sağa, sola, ileri, geri) olduğundan dikmeler bağlandıktan

sonra tekrar ince ayar yapılabilir. Yatay kayıtlar iki başına U bağlantıları geçirilerek, kırılma geçmelerine sürülerek oturtulur.

9. Yatay kayıtlar yerlerine bağlandıktan sonra, iki başına yatay kayıt contası takılır. Contanın yerine geçirilebilmesi için, cam tarafından kesilmesi gerekir.

10. Camlar alttan takozlanarak, küçük parça halindeki alt kapak profilleri ile geçici olarak tutturulur.

11. Alt kapak profilleri, 30 cm de bir (3.2 x 38 YSB) vida ile vidalanır. Üst kapak profilleri takılır [24].

5.3.1. Montaj akış süreci

Alüminyum giydirme cephelerde montaj akış süreci iki aşamadan oluşur. Bu iki aşama aşağıdaki adımlardan oluşur.

Birinci aşama, uygulama projesinin hazırlanması, röleve, rölevenin değerlendirilmesi ve üretim resimlerinin hazırlanması aşamalarından oluşur.

İkinci aşama ise aplikasyon, ana imalatların tespiti, ankraj montajı, dikme ve yatay kayıt montajı, yangın kesici montajı, körkasa montajı, doğrama montajı, harpuşta kaplamalarının montajı, fitil montajı, cam montajı, dikey dış kapak ve yatay kapak montajı, izolasyonlar olarak ayrılırlar [25].

5.3.2. Aplikasyon

Röleve çalışmaları sırasında belirlenen hattın doğru ve eksiksiz olarak cepheye işlenmesi aşaması aşağıdaki adımlardan oluşur.

1. Asma cephe aks ölçüleri, tel çekilmek suretiyle cepheye işaretlenir.

2. Röleve sırasında tespit edilmiş ve yere işaretlenmiş olan aks cepheye taşınır ve her dikme aksına teodolit kurulur.

4. Demir çubuklar sağa ya da sola küçük çekiç darbeleriyle vurulmak suretiyle teodolit hattına getirilmelidir ve hatta giren çubuklara demir testere ile çentikler açılarak, her aks için ayrı ayrı bu işlem yapılmalıdır.

5. Tel araları katlarda ölçülmeli ve herhangi bir hatanın olup olmadığı kontrol edilmelidir.

6. İlk dikmeyi yerleştirebilmek amacıyla nivo ile duvara kot verilir. Bu kot nivo yardımıyla ustalar tarafından giydirme cepheyi monte ederken kullanılır [25].

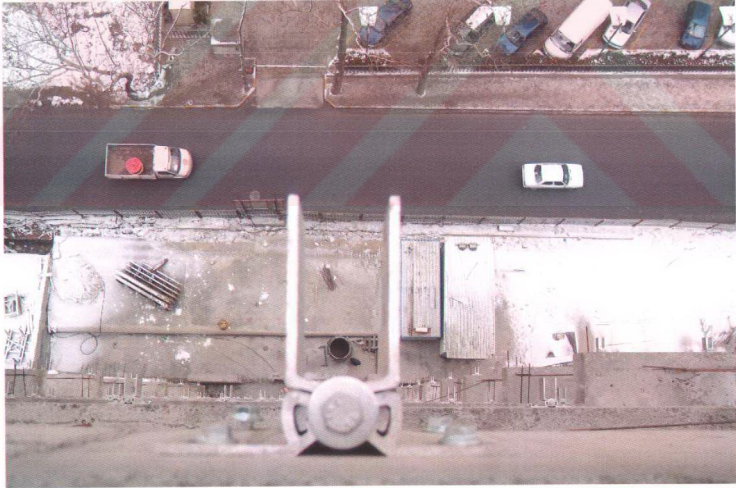
5.3.3. Ankraj montajı

Ankraj, giydirme cephe sisteminin komple yükünü taşıyan alüminyum demir malzemeden imal edilen, taşıyacağı yükün ağırlığına ve fiziki durumuna göre ebatları değişen bina cephesine çelik dübellerle sabitlenen taşıyıcı elemandır. Giydirme cephe sistemlerinin bağlantı elemanı olan ankraj ile montaja başlanır. Ankraj montaj evreleri aşağıdaki gibidir.

1. Bina cephesine verilen yatay düzlemde 0.00 başlangıç koduna göre tüm katlara projeye göre ankraj üst kodları çizilir. Bu kodlar birbirlerine çırpı ipi ile bağlanır.
2. Bina cephesine verilen yatay düzlemdeki teodolit başlangıç çizgisine göre tüm katlarda ankrajlar arası aks mesafeleri işaretlenir.
3. Bir adet ankrajla düşey ve yatay düzlemde belirlenen ankraj montaj yerleri ankraj üst koduna ve yatay aksına dikkat edilerek dübel çakılacak baklalar ve orta yerleri işaretlenir.
4. Ankraj dübel yerleri hilti ile kullanılacak dübel çapına göre delinir.
5. Dübeller çakıldıktan sonra üzerlerine ankraj montajı yapılır. Dübellerin çakma esnasında dışı yüzeyin bozulmamasına dikkat edilmelidir.
6. Ankraj montajı yapılacak yerlerin tesbitinden sonra tüm cephe ve katlar dikkate alınarak malzemeler bu sayılarda katlara çıkarılmalı böylelikle malzeme dağınıklığı ve israfı önlenmiş olur [26].



Şekil 5.1. Güney Plaza giydirme cephesinde ankraj montajı, Maslak, İstanbul.



Şekil 5.2. Güney Plaza giydirme cephesinde monte edilmiş ankrajın üstten görünüşü, Maslak, İstanbul.

5.3.4. Dikme ve yatay kayıt montajı

Giydirmce cephelerin düşey ve yatay elemanlarının montajı ankraj montajından sonra yapılan ikinci temel montajdır [25].

Dikme: Giydirmce cephe sistemi içinde yer alan bina yüzeyindeki ankrajlara saplamalarla bağlanan sistemin yükünü taşıyan dikey alüminyum profildir.

Yatay Kayıt: Giydirmce cephe sistemi içerisinde bulunan sistemin yükünü taşıyan yatay alüminyum profildir. Dikmelere U yaka profili ile bağlanır [26].

Bu bölümde bu iki elemanın montajında dikkat edilmesi gereken hususlar anlatılmıştır.

1. Gelen malzemelerin projede verilen miktarda ve ebatlarda olup olmadığı kontrol edilir.
2. Mevcut malzeme projede belirtilen kodlara uygun olarak montajı yapılacak cephe ve katlara dağıtılır.
3. Dikme üzerindeki saplama deliklerine çelik boru ve plastik yüksüklerin montajı yapılır.
4. Ankraj montajı tamamlanmış ise dikme ve yatay kayıtların montajına başlanır.
5. Dikme montajı esnasında parapet tijleri ile yatay kayıt üzerine takılan kısa tij ve taşıyıcı köşebentlerin montajı yapılır.
6. En alt kattaki dikme ve yatay kayıtlar 0.00 koduna bağlı kalınarak konulduktan sonra her katta iki dikme arasına dilatasyon boşluğu kadar mesafe bırakılarak montaja devam edilir.
7. Dikme ve yatay kayıt montajı biten cephede ayarlara geçilir. Sağ-sol ayarı yapılır. Öncelikle başlangıç için teodolit çizgilerinden en yakınındaki dikmeye olan mesafe metre ile alınıp bu ölçüdeki dikme teodolit ile tüm cephe boyunca taranır. Büyük cephelerde bu işlem farklı dikmelerde tekrarlanıp aradaki dikmeler metre ile projede belirtilen aks mesafelerine getirilir.
8. İleri geri ayarı için cephenin durumuna göre iki baştaki dikmenin teodolit yardımıyla paralelliği sağlanır. Bu işlem her iki dikme üzerinde tüm cephe boyunca yapılır. Cephenin bina ile olan mesafesinde projedeki ölçüler baz alınır. Fakat yüzeydeki girinti ve çıkıntılar bu mesafeyi değiştirebilir. Bundada en dış nokta ile

montaj esnasında kolaylık açısından kullanabilecek en küçük değer alınır. Ayarı yapılan bu iki dikmenin arasına her katta tel çekilerek diğer dikme ve yatay kayıtlar bu tele göre ileri geri ayarına getirilir.

9. Aşağı yukarı ayarında ise binaya verilen 0.00 kotuna göre en yakın kattaki dikme ve yatay kayıtlar metre ile projedeki istenilen kota getirilir. Bu kot nivo ile tüm katta uygulanır. Diğer katlar da projedeki düşey aks mesafelerinden gidilerek nivo ile istenilen kota getirilir.

10. Ayarı biten dikme ve yatay kayıtlar üzerindeki fitiller düzeltilir.

11. Fitil birleşim noktalarına bütül çekilir.

12. Dikme ve yatay kayıt montajında şantiyeye gelen dikmeler üzerindeki U yakaların projeye göre doğru yere monte edildiği, parapet tijlerinin projeye göre uygunluğunun kontrolü daha sonra çıkacak problemleri önler. Malzemenin doğru yere istiflenip montaj öncesi hazırlıkların önceden yapılması (çelik boru, plastik yüksük, kısa tij, taşıyıcı köşebent) montajı hızlandırır. Dikme ve yatay kayıt montajında en alt kattakilerin 0.00 kotuna göre konulup diğer katlarda iki dikme arasına 10 mm dilatasyon payını verecek bir malzeme ile devam edilmesi aşağı yukarı ayarını kolaylaştırır. Cephe üzerinde tüm katlarda önceden yapılacak bir yüzey taraması doğru ankraj ve ileri geri ayarında kolaylık sağlar. Dikme ve yatay kayıt üzerindeki fitillerin iyi montajı ve kurallara uygun yapılan butil izolasyonu su girme problemlerini ortadan kaldırır [26].



Şekil 5.3. Güney plaza giydirme cephesinde ankraj, dikme ve dilatasyon profili montaj detayı, Maslak, İstanbul



Şekil 5.4 Güney plaza giydirme cephesinde yatay kayıt uygulaması, Maslak, İstanbul



Şekil 5.5. Güney Plaza giydirme cephesinde dikme ve yatay kayıt montajı, Maslak, İstanbul. [Fotoğraf: Nejdet ZİYAETTİN].

5.3.5. Cam montajı

Cam teknolojisindeki gelişmelerin sağladığı olanaklar sayesinde daha önceden montajı yapılan alüminyum taşıyıcı sistemin üstüne monte edilerek cam montajı tamamlanır. Camın metal taşıyıcı sisteme temas etmemesi için epdm fitillerin kullanılması gerekmektedir.

5.3.5.1 Ön hazırlık süreci

Aşağıdaki aşamalar cam montajından önce yapılan ön hazırlık aşamalarıdır.

1. İmalata montaj öncelikli cam akış programı verilir.
2. Gelen camlar şantiyede tek tek kontrol edilip cam montaj paftasına işaretlenir.
3. Cam montaj stratejisi belirlenir. (iskele, elektrikli vantuz vs.)
4. Cam montajı için gerekli ekipman, alet vs. talebinde bulunulur.
5. Montajın yapılacağı bölgede en yakın ve en güvenli alan seçilir ve gereksiz cam aktarımına sebebiyet verilmez.

6.Camlar kodlarına göre ayrı ayrı istiflenir ve gereksiz karışıklığa sebebiyet verilmez.

7. Şantiyeye gelen camların projeye göre ölçü kontrolü yapılır.

8. Cam istifleri yere değil kalas üzerine konulur. Kalasın temiz ve çivisiz olmasına dikkat edilmelidir. İstif, fitillerin üstüne değil, panel köşebentlerinin üzerine gelecek şekilde yapılır. İstifte iki camın arasına patpat naylon koyulur, camlar arasında boşluk bırakılmaz ve istif bitince camlar bir ip yardımıyla bağlanır [27].

9. Camlar yatay vaziyette kesinlikle istiflenmez.

10.Cam montajından sonra montaja engel olabilecek veya zorlaştıracak iş kalemi kaldı mı? Diye son kontroller yapılır.

11. Cephenin son ayarlarının yapılıp yapılmadığı kontrol edilip gerekli ekipmanların gelmesi üzerine cam montajı başlar.

5.3.5.2 Cam montaj türleri

Cam montajı, montaj kolaylığı açısından yukarıdan aşağıya doğru gerçekleştirilmelidir. Camlar öncelikle katlara ve cephedeki yerlerine göre dağıtılır [25]. Cephe camlarının montajı iki yoldan yapılır. 1. Elektrikli Vantuz ile Montaj, 2. Dıştan Vidalı Montaj

Elektrikli vantuz ile montaj

Panelin elektrikli vantuz ile montaj yerine kaldırılmadan ve kaldırılırken yapılması gereken işlemler aşağıdaki gibidir.

1. Bomun kurallara uygun olarak kurulduğu kontrol edilir ve panel ağırlığı ile doğru orantılı ağırlıkları arttırılır. Ayrıca bomun çelik halatlarının sağlamlığı kontrol edilir.

2. Vantuzun sağlamlığı kontrol edilir. İlave kanca aparatı var mı?

3. Camlar montaj alanına tek tek getirilir. Birden fazla cam montaj alanında olmamalıdır.

4. Vantuz çalıştırılmadan önce cam yüzeyinin iyice temiz olduğundan emin olunur. Eğer toz, nem, yağ, buz vs varsa temizlenir.

5. Vantuz cama vurulduktan sonra hava kontrolü yapılır. Sayaca bakılarak max. Emiş sağlamlığından emin olunur ve kaldırmadan önce vantuz elle test edilir.

6. Bom motorunu kullanan, halatı çeken ve paneli monte eden kişiler arasında iletişimin sürekli olması gerekmektedir. Bu iletişim telsizle sağlanabilir.

7. Panel yukarı çekilirken ve montajı esnasında panel altında kimse olmamasına dikkat edilmelidir.

8. Rüzgar var ise panel salınmalarını minimuma indirmek için panel ip kılavuz halat arasında çekilebilir.

9. Panel çekimi aşamasında panelin cepheye çarpmasına dikkat edilmelidir [26].

Panel montajında yapılması gereken işlemler:

1. Dikme ve yatay kayıttaki panel köşebent ve işpanyolet tijleri ayarlanır.

2. Panel alttan çekilerek köşebent üzerine oturtulur.

3. Üst tijler kilitlenir.

4. İşpanyolet tijlerinin kitlemesi yapılır. Tij kafalarına vururken uygun aparat seçilir. Sıra ile her kafadan dengeli vurulur. Tek kafaya yüklenilmez.

5. Kitlemeler kontrol edilir. Fitile doğru bastı mı? Panel boşlukları eşit mi?

6. Panel üzerindeki barkot sökülür ve montaj paftasına barkot numarası işlenir [26].



Şekil 5.6. Elektrikli vantuzun cam yüzeyine takılması, Güney Plaza, Maslak, İstanbul



Şekil 5.7. Güney Plaza giydirme cephesinde elektrikli vantuz ile camın montaj yerine çekilmesi, Maslak, İstanbul [Fotoğraf: Nejdettin ZİYAETTİN].



Şekil 5.8. Elektrikli vantuz ile cam montajı, Güney Plaza, Maslak, İstanbul



Şekil 5.9. Güney Plaza giydirme cephesinde elektrikli vantuz ile camın cepheye montajı, Maslak, İstanbul. [Fotoğraf: Nejdett ZİYAETTİN].

Dıştan vidalı montaj

Bu montaj yönteminde panel cepheye bina içinden değil, dışından monte edilir. Panel montaj yerine iskele üzerinden çekilerek veya elektrikli vantuz ile kaldırılarak götürülür. Dıştan vidalı montaj yönteminde ön hazırlık süreci eksiksiz tamamlandıktan sonra aşağıdaki adımlar izlenir.

1. Paneller risk oluşturmada en uygun yerden montaj bölgesine getirilir.
2. Panel kesinlikle iskele kalasına koyulmaz.
3. Panel düzgün olarak dikme ve yatay kayıt üzerine oturtulur.
4. Panel uygun sayıda bağlantı parçası ile dikme ve yatay kayıta vidalanır.
5. Vida kafalarını sıkarken panele zarar vermemeye dikkat edilmelidir.
6. Eğer yanda veya yukarıda cam takılı ise delik açarken matkabın ucuna ahşap takoz konulur.
7. Su alma riski olan yerlerde panel ile fitil arasına butil çekilir [26].

Paneller yerine takıldıktan sonra kanat montajına başlanır. Kanat montajı yapılırken aşağıdaki adımlar izlenir.

1. Cephe ayarları kontrol edilir.
2. Butil kontrolü yapılır.
3. Kanat adaptörleri bağlanır.
4. Kanat lamaları bağlanır.
5. Kanat mastarı ile makas delikleri işaretlenir.
6. Makas üst vida delikleri delinir ve vidalar atılır.
7. Kanat kaldırılır ve üst vida deliklerini karşılayacak şekilde takılır.
8. Panelin dikme ve yatay kayıt ile ara boşlukları kontrol edilir, ayarlanır ve sabitlenir.
9. Ayar takozları muntazam bir şekilde bağlanır.
10. Kanadın çalışır vaziyette olduğu kontrol edilir.

5.3.5.3 Cam montaj verimliliği

Cam montaj verimliliği camı kamyondan indirme, taşıma ve montajını kapsar. İdeal montaj ekibi 4 kişidir. Fakat vantuzlu cam montajında ekip sayısı 6 kişidir.

Tablo 5.1 Cam montaj verimlilik tablosu

Cam montaj şekli	Ekip sayısı	Min dk/m2	Zorluk Katsayısı	Max dk/m2	Açıklama
SSC 50 Dışardan vidalı	4	45	0,15	52	Taşıma ve butil izo.dahil
SSC 50 İçerden kilitlemeli	4	40	0,12	45	Taşıma ve butil izo.dahil
Kapaklı Cephe Cam Montajı	4	35	0,90	38	Taşıma, butil ve parça dahil
SCF Cam Montajı	6	32	0,22	39	Montaj ve butil dahil

Zorluk katsayısı; inşaat şartlarında muhtelif zorluklar, kat artışlarındaki taşıma zamanı, iskeledeki çalışma şartları ve alt konstrüksiyondaki problemlerden dolayı cam montajındaki verimi etkileyen faktörleri kapsar. Bunun sonucunda tablodaki verimlilik değerleri ortaya çıkmıştır. SCF Cam montajındaki zorluk katsayısının %22 olmasındaki etken camı çeken bom hızıyla ilgilidir [26].

5.3.6. Alüminyum kompozit panel montajı

Alüminyum kompozit paneller, alüminyum giydirme cephelerin sağır bölümlerinde sıkça kullanılan cephe kaplamalarıdır. Alüminyum kompozit paneller askılı sistem ve konstrüksiyon üzerine olmak üzere iki yöntemle cephelere uygulanmaktadır.

5.3.6.1. Askılı Sistem Kompozit Panel Montajı

Askılı sistem kaplama, duvar üzerine ısı izolasyonu uygulandıktan sonra kendine has konstrüksiyonu ile sağır cephelerin kaplanmasıdır. Dış hava kaplamaların arasından da geçebildiği için soğuk cephe şeklinde tarif edilir. Askılı sistem olarak isimlendirilen sistemde H profili, askı pimi, ara bağlayıcı U profil ve fabrikada hazırlanan ankraj parçası kullanılmaktadır (Şekil 5.10.).



Şekil 5.10. Askılı sistem kompozit panel montajı, Güney Plaza, Maslak, İstanbul

Uygulanma şekli aşağıdaki aşamaları içermektedir:

1. Montajın ilk aşamasında teodolit ile şakül taramaları yapılır ve çelik teller ile düzlemler oluşturulur.
2. Montaj paftasında belirtilen teodolit akslarına ve nivo kodlarına göre ankrajlar dübelle tespit edilir.
3. H profilleri dilatasyon ve derz kodlarına uyularak ara bağlayıcı H profilleri ile bağlanır ve saplamalar kullanılarak tespit tamamlanır.
4. Duvar yüzeyine izopimler ile ısı yalıtımında kullanılan cam yünleri (taş yünleri v.b.) monte edilir.
5. Montaj paftasındaki kompozit panel kodlarına göre montaja başlanır. Öncelikle montajı yapılacak kompozit panelin H profili içerisinde kalacak kulağının koruyucu folyosu sökülür.
6. Kompozit paneller askı pimi yardımıyla H profili üzerine asılır ve askı pimindeki setsrew sabitlenir.

7. Montajı takip eden kompozit panellerde ayar takozları ile derz boşlukları ayarlanarak montaja devam edilir [26].

5.3.6.2. Konstrüksiyon üzerine kompozit panel montajı

1. Fabrikada hazırlanmış demir veya alüminyum konstrüksiyon, montaj paftası üzerinde belirtilen kod ve ölçülere göre köşebent ankraj ve çelik dübel yardımı ile terazisinde monte edilir.

2. Konstrüksiyon üzerine başlangıç ve bitiş kompozit panelleri monte edilir. Kompozit panellerin köşelerinden montaja yardımcı olarak çırpı ipi boydan boya bağlanır.

3. Kompozitlerin derz içerisinde kalacak kulaklarının koruyucu folyoları sökülür.

4. Derz kalınlıkları ayar takozu ile ayarlanır, çırpı iplerinin yardımı ile kompozit paneller kodlarına göre sırayla monte edilir. Paslanmaz inox vidalar ile sabitlenerek montaj bitirilir.

5. Eğer alt konstrüksiyon demirden yapılmış ise, kompozit panel montajı yapılmadan önce çelik konstrüksiyon boyası kontrol edilmeli, gerekli düzenlemeler yapılmalıdır [26].

5.3.7 İzolasyonlar

Alüminyum giydirme cephelerde kullanılan izolasyonlar ;

1. Su izolasyonları

2. Isı izolasyonları

3. Yangın önleme amaçlı izolasyonlar diye sınıflandırılabilir [25].

1. Su yalıtım izolasyonları

Silikon, mastik, yalıtım bantları ve btm astarı kullanılarak yapılan izolasyonlardır. Cephenin derz aralarından su almasını önlemek için mastik ve silikon uygulaması yapılmaktadır. Yalıtım bandı olarak genellikle kullanılan p.v.c esaslı bantlar cephenin yağmur suyundan etkilenmesini önlemek amacıyla kullanılır. Btm yapılacak yer tozdan kirden arındırılır. Sonra solüsyon astar sürülerek bir süre beklenir ve sonra btm monte edilir. Btm özellikle harpušta yalıtımında kullanılır.

2. Isı izolasyonları

Alüminyum giydirme cephelerde ısı kaybını azaltmak için ısı geçişi olabilecek alanlara koyulur. Genellikle mineral yün esash malzemeler kullanılır. Cam yünü, taş yünü gibi yalıtım malzemeleri kullanılarak ısı geçişi ve yoğuşma olması engellenmektedir [25]. Cephe içinde spandrel panellerin kendisinde imalat sırasında cam yünü yer alır (Şekil 5.11.). Ayrıca cepheden uzaklaşan kısımlarda yangın kesici ve şap altı sacı arası cam yünleriyle yalıtılır. Askılı sistem kompozit panel montajından önce arka kısımları iç mekansa cam yünü döşenir. Montajı genellikle plastik dübelle yapılır. Cam yünlerinin tek tarafının alüminyum folyolu olması iyi olur. Rutubete ve suya karşı koruyucu olur [26].



Şekil 5.11. Cephe içinde spandrel panellerin görünüşü, Güney Plaza, Maslak, İstanbul. [Fotoğraf: Nejdet ZİYAETTİN].

3. Yangın önleme amaçlı izolasyonlar

Yangın önleme amaçlı izolasyonlar giydirme cephelerde pencere kuşağı ile parapet kuşağının arasında kalan boşluğun bir baca gibi çalışarak yangın ve dumanın diğer katlara yayılmasını önlemek amacı ile kullanılır. Bu bölümlerde genellikle galvaniz

sac kullanılmaktadır [25]. Galvaniz saclar duvara beton çivisiyle, alüminyuma ise vidayla bağlanmaktadır. Yan yana veya üst üste konulan galvanizli çeliklerin aralarında derz boşluğu bırakılmakta ve buralar da akrilikle kapatılmaktadır.

6. ALÜMİNYUM GİYDİRME CEPHE DERZLERİNDE SIZDIRMAZLIK

Alüminyum giydirme cephe sistemlerinin kullanım aşamasında yeterli performansı gösterebilmesi öncelikle derzlerin yeterince sızdırmaz olmasına bağlıdır. Sızıntı nedenleri tasarım veya malzeme seçim hatası, üretim veya montaj hatası gibi doğrudan veya herhangi bir şekilde cephe sistemindeki deformasyonlar gibi dolaylı olabilir [28].

6.1. Alüminyum giydirme cephe derzlerinin performans kriterleri

Alüminyum giydirme cephelerde derzler iki konumda bulunmaktadır:

1. Panel ile ızgara bileşeni arasında (Tek veya çift cam ünitesinin veya opak panelin dört kenarındaki alüminyum kayıt ve dikmeler ile birleşimi).
2. Alüminyum bileşen ile başka bir alüminyum bileşen arasında (Dikme ve kayıtların kesişme noktaları ve dikme genişleme derzleri).

Alüminyum giydirme cephelerde uyulması beklenen performans kriterleri kısaca şunlardır:

1. Derzler karşılaşılabilecekleri her türlü fiziksel ve kimyasal şartta konumlarının gerektirdiği işleve göre hava, su, ısı, ses, alev, duman ve diğer etkenlere karşı yeterli geçirimsizliğe sahip olmalıdır.
2. Rüzgar yükleri ile birlikte cam ve opak panel ağırlıkları karşısında oluşabilecek farklı gerilme durumlarında ızgara bileşenleri yeterli rijitlikte olmalı, yükler bileşenlere dengeli bir şekilde aktarılmalı ve böylece fazla deformasyon ve titreşimden dolayı derzlerin performansı olumsuz yönde etkilenmemelidir.
3. Yapısal hareketlere ve ısıl genişlemelere karşı önlem olarak ızgara elemanları ile panellerin derzlerin etkinliğini azaltmadan birbirinden bağımsız hareket etmesine olanak tanınmalıdır.

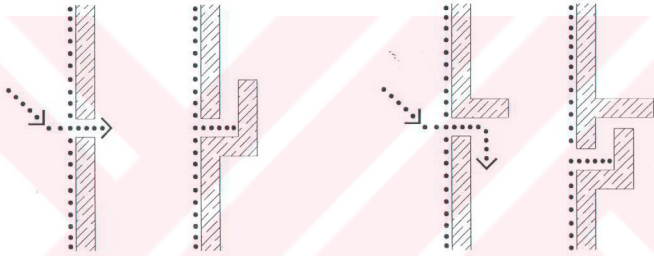
4. Derz performansı cephe sisteminin üretim ve montaj tolerans sınırları içindeki boyut ve şekil sapmalarından etkilenmemelidir.
5. Derzler cephe sisteminin bakım ve onarımını kolaylaştıracak şekilde oluşturulmalı ve sökülüp takılması kısa sürede ve güvenlik yönünden sakıncasızca gerçekleştirilmelidir.
6. Derzler belirtilen hizmet ömrü süresince niteliklerini koruyabilmelidir.
7. Metal yüzeylerin kaplaması bozulmamalı ve derz estetik yönden diğer cephe bileşenleri ile uyum sağlayarak bina görünümü ile bütünleşebilmelidir [28].

6.2. Sızıntı mekanizmaları

Alüminyum giydirme cephelerdeki sızıntı kriterlerinden su ve hava geçirimsizliği ele alınmıştır. Cephe yüzeyindeki su sızıntı mekanizmaları da şunlardır.

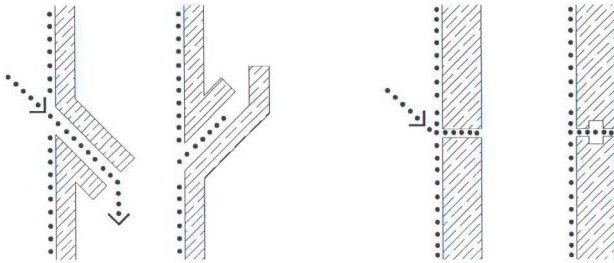
1. Kinetik Enerji: Yağmur damlalarının rüzgarın sağladığı momentum yardımıyla açık derzlerden içeri girmesi mümkündür. Derzlerin dar olması düşen damlaların çoğunun derzin iki yanındaki yüzeylere çarpmasına ve şiddetli yağmurda bile yalnızca az sayıda damlanın içeri girmesine neden olur. Sızıntı suyunun miktarı damla sayı ve büyüklüğü ile derz genişliği ile doğru orantılıdır. Ancak derz genişliğinin küçük olması ve aynı noktaya damla düşme olasılığının az olması nedeniyle bu mekanizma yoluyla az miktarda su derzi geçer. Engellenmesi derze rüzgar kesici konulması ile sağlanabilir.
2. Yüzey Gerilmesi: Yağmur suyu derzdeki yatay veya az eğimli yüzeylerin altına yüzey gerilmesi etkisiyle ince bir tabaka halinde yapışarak ilerleyebilir. Çoğunlukla yatay doğrultudaki geniş derzlerde bu tür sızıntı söz konusudur. Derz üst kenarında damlalık oluşturarak engellenebilir.
3. Yerçekimi: Rüzgar etkisi olmadan yağmur damlaları düşey doğrultuda veya eğimli bir yüzey üzerinde aşağıya akar. Yüzeye ters eğim verilerek su akımı engellenebilir.
4. Kapilarite (Kılcallık): Yağmur suyu açık derz genişliğinin az olması durumunda kapilarite etkisiyle derz içine ilerler. Derz ara kesitinde bir boşluk oluşturulması bu etkiyi ortadan kaldırır.

5. Rüzgar Basıncı: Daha önce belirtilen sızıntı mekanizmaları belli bazı basit önlemlerin alınmasıyla önlenemediğinden çoğunlukla üretim ve montaj hatası bulunan derzlerde sorun olmakta, buna karşın rüzgar basıncından kaynaklanan sızıntı bütün derzler için geçerli olabilmektedir. Derzin iç ve dış yüzlerine farklı basınçların etkimesi derz tasarımında çözümlenmesi gereken en önemli sorunlardan biridir. Rüzgar almadığı durumda dış ve iç ortam yaklaşık atmosfer basıncında iken, rüzgar olduğunda dış ortam basıncı artmakta ve dengeyi sağlamak üzere dış hava cephe yüzeyi üzerinde bulabileceği tüm geçitleri zorlayacaktır. Aynı zamanda hava ile birlikte yağmur damlaları da derz içine doğru yönlenecektir [28].



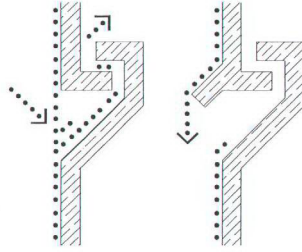
1. Kinetik Enerji

2. Yüzey Gerilmesi



3. Yerçekimi

4. Kapilarite



5. Rüzgar Basıncı

Şekil 6.1. Su sızıntı mekanizmaları [28].

6.3. Cephe yüzeyinde su akışı

Yağmur suyunun giydirme cephe yüzeyindeki hareketi yağmur miktarının yanında, rüzgarın yön ve şiddeti, yüzeyin eğilimi, malzemenin nem emiciliği ve pürüzlülük gibi sebeplere bağlıdır. Giydirme cepheler cam ve metal gibi pürüzsüz malzemelerden yapıldığı için düzgün ve geçirimsizdir.

Düzlemsel bir cephede su yüzeyinden ayrılmadan ince bir tabaka halinde aşağıya doğru süzülür. Fakat rüzgar etkisi altında su akışı yana ve yukarıya doğru yön değiştirebilir. Bina yüksekliği ve cephe alanı, yağmur suyu akışı oranını etkiler. Rüzgar basıncı altında en fazla yana akış binanın rüzgara dönük köşelerinden ve üst kısımlara doğru olacaktır. Yanal akış düşey konumdaki girinti ve çıkıntıları, cephenin düşey derzlerinde yoğunluk kazanacaklardır. Yatay derzler ise cephe yüzeyinde aşağı akan sulardan etkilenecektir. Suyun düzgün akışının bozulduğu yatay derzlerden su sızıntısı açısından kritik noktalar. Su sızıntısındaki en önemli etken derzlerin çevresindeki su ve hava çıkışlarıdır [4].

6.4. Sızdırmazlık sistemleri

Giydirme cephe sistemlerinin kullanım aşamasında yeterli performansı gösterebilmesi öncelikle derzlerin yeterince sızdırmaz olmasına bağlıdır. Derzlerde geçirimsizliği sağlayan üç farklı sistem vardır.

1. Kapalı Sistem
2. Su boşaltmalı ve havalandırılmalı sistem
3. Basınç dengeli sistem

6.4.1. Kapalı Sistem

Bu tip sistemlerde ana prensip dış ortam suyunun derz üzerinden akarak yapı bünyesine girmesini engellemektir. Giydirme cephelerde suyun yapıya girişinin engellenmesinde derzlerin sızdırmaz olmasının önemi çok büyüktür, dolayısıyla tolerans sınırları çok dardır ve montaj sırasında çok iyi denetim gerekir. Bu sistemde iki farklı sızdırmazlık malzemesi uygulanır. Elastik macun ve conta uygulaması.

6.4.1.1. Elastik macun uygulaması

Giydirme cephe profilleri ve cam arasındaki derzin sızdırmazlığı elastik macun ile sağlanır. Ayrıca sistemdeki genleşme hareketlerini kontrol eden titreşim takozları yerleştirilir. Macunun çekilme şekli derz performansı yönünden önemlidir. Ayrıca macunda kullanılan malzemenin uzun süreli mor ötesi ışıını ve nem karşısında dayanıklı olması, elastikliğini kaybetmemesi gerekir [4].

Macun uygulamasında minimum derz genişliği şu bağlantı ile belirlenir:

$$W_{\min} = (M/F) \times 100, \text{ burada}$$

$W_{\min}$: Minimum derz genişliği

M : Hareket genişliği (mm)

F : Macun hareket tolerans faktörü (%). Malzeme türü ile birlikte basınç, çekme ve kesme gibi derzin girilme durumuna bağlıdır.

$W_{\min}$ binanın kullanım aşamasındaki minimum derz genişliğidir. Ancak projede belirtilen derz genişliği yapım aşamasında projeye uygun olarak üretilse bile ısı genleşme gibi nedenlerle yine de sapmalar olacağından yapım aşamasında istenilen derz genişliği şöyle saptanabilir.

$W_c = M + W_{min}$, burada

W_c : Derzin yapım aşamasında olması gereken genişlik (mm)

Genellikle ülkemizde pencereler ile bina arasındaki derzlerden su almamak için düşey yağın yağmurun doğal yollarla dışarıya atılmasını temin eden detaylar uygulanmaktadır. Ancak bu şekilde rüzgar ile hava kaçağına engel olmak mümkün değildir. Ayrıca 8m.'den yüksek binalarda yağmur, cephe yüzeyine açılı geldiğinden türbülans ile su almasına da engel olmaktadır. Pencere bina derzlerindeki hava kaçağının önlenmesi ve bu derzlerin sürekli olarak elastikiyetinin muhafazası için bir macun ile yahtılması gerekir. Burada macun, teknolojisi bakımından dört hususa dikkat edilmelidir.

1. Derz en az 5 mm. Veya daha büyük olmalıdır.
2. 1 cm.'ye kadar olan derzlerde doldurma derinliği, derzin genişliğine eşit ve 1 cm.'den büyük derzlerde yaklaşık genişliğin yarısı derinlikte olmalıdır.
3. Yalıtım macunu ayrı düzlemdeki üç yüzeye aynı anda yapışmalıdır.
4. Yalıtım macununun uygulanmış kesiti dörtgen olmalıdır, üçgen olmamalıdır.

Hava kaçağı kanalı bir de cam ile camı sıkıştıran pencere elemanı (contalar, elastik macunlar) arasındaki derzlerdir. Ülkemizde genellikle camlar, cam macunu denilen bezir, üstübeç, sülyen karışımı bir macunla takılmaktadır. Ancak, bu macun iklimsel koşullara yeterince dayanıklı olmadığından birkaç yıl içinde camdan ayrılmaktadır ve cam ile çerçevesi arasında bir derz oluşmaktadır.

Büyük yüzeyli camlarda basınç ve emme ile meydana gelen cam plağın hareketleri nedeni ile macunun camdan ayrılması çok daha süratli olmaktadır. Esasen ülkemiz dışında klasik cam macununu dolgu olarak kullanıp, dış yüzeyden sadece 3x3 mm.'lik bir silikon macun uygulaması ile bütün sorunlar çözülmüştür. Bu uygulama pencerenin bu kanaldan su almasına ve camların vibrasyon nedeni ile kırılmasına da engel olmaktadır.

Son yıllarda dünyada uygulanmaya başlanan Strüktürel Silikon , giydirme cepheler, camların panel veya yarı panel giydirme cephelere silikon mastiklerle yapıştırılması yöntemiyle yapılmaktadır. Burada iki uygulama söz konusudur.

1. Dört kenarı silikon,
2. İki kenarı silikon

Dört kenarı silikon yönteminde cam plağın dört kenarı da silikon mastiklerle tespit edilmektedir. İki kenar silikon uygulamasında ise, yatay ve düşey iki kenar normal çitalarla, diğer iki kenar ise silikon mastikle tespit edilmektedir. Dört kenar uygulamasında çift cam uygulaması söz konusu ise iki cam arasına görünmeyen mekanik tespitler uygulanmaktadır.

6.4.1.2. Conta uygulaması

Elastik macun uygulamasında olduğu gibi bu sistemde de ana prensip suyun sistemin dışında tutulmasıdır. Bu amaçla derzlerde neopren, silikon veya E.P.D.M. gibi malzemelerden yapılmış contalar kullanılır. Bu contalar cam ve baskı çitası arasında uygulanan basınç sayesinde sızdırmaz hale gelirler. Contalar derzin iki yanındaki yüzeylerle tam temas edecek şekilde oturtulmalı ve köşelerde aralık bırakmadan dönmelidir. Oturtulacağı yüzeylerle birbirine paralel olmalı ve tolerans sınırları içinde üretilip montajı yapılmalıdır. Montaj esnasında baskı profili tarafından yalnızca gerektiği kadar basınç uygulanmalıdır. Fazla basınç contada plastik deformasyona, az basınç ise sızıntıya sebep olacaktır. Taşıyıcı sistemde bırakılan cam yuvalarına elastik fitiller aracılığıyla yerleştirilen çift cam ünitelerin, metal taşıyıcı ile temas etmemesi gerekmektedir. Böylece gerek yapı strüktürünün deformasyonlarından cephe taşıyıcı sistemine iletilen deformasyonların, gerekse giydirme cephe taşıyıcı sisteminin kendisinde oluşan deformasyonların cama aktarılmadan elastik fitiller aracılığı ile önlenmesi sağlanabilir [4].

Bazı durumlarda cam ve ızgara birleşimlerinde derzler, sızdırmazlık işlevi ile birlikte rüzgar yüklerinin ızgaraya aktarımını da üstlenmektedir. Bundan dolayı conta ve profil seçimi çok önem kazanmaktadır. Farklı profil ve contalar farklı hava ve su geçirimsizlik değerleri vermektedir. Bundan dolayı seçim derzin konumuna ve içinde bulunduğu şartlara göre yapılmalıdır [28].



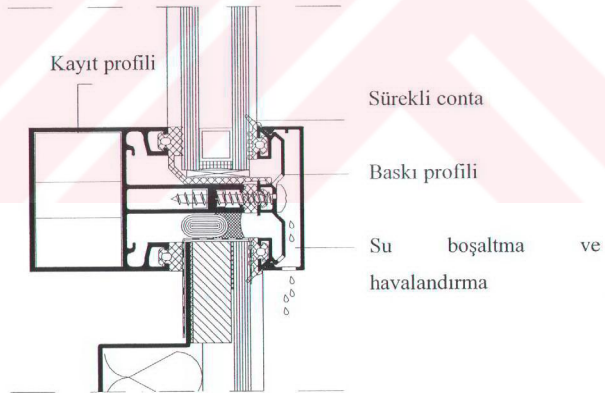
Şekil 6.2. Yatay kayıt conta uygulaması, Güney Plaza, Maslak, İstanbul



Şekil 6.3. Dikme ve yatay kayıt E.P.D.M fitil uygulaması, Güney Plaza, İstanbul

6.4.2. Su boşaltmalı ve havalandırmalı sistem

Bu sistemde ana prensip, derzin dış yüzünden bir sızıntının olabileceği varsayılarak bunu en kısa zamanda cephenin bünyesinden atılmasıdır. Su kayıtlarda cam ünitelerin yerleştirildiği bölümde toplanır ve yatay baskı profillerinin korunmuş delikler yardımıyla dışarıya atılır veya dikmelere iletilir. Delik genişlikleri yüzey gerilmeleri yoluyla içeriye su almasını önleyecek şekilde ve yeterince geniş yapılır. Ayrıca kanallarda toplanan su dikmelere aktarıldıktan sonra bu dikmelerden istenilen yere yönlendirilir. Toplanan suyun dikme ve kayıtların kesişme yerlerinden sızması yerleştirilen contalarla önlenabilir. Conta genişliği kayıtlardaki ısı genleşmeler dikkate alınarak yapılmalıdır. Ayrıca titreşim takozları da kanallarda toplanan suyun akışını engellemeyecek şekilde yerleştirilmelidir. Kayıtın profil kesitinde su eğimi verilmesi etkin bir boşaltma sağlar. Ancak titreşim takozu üst yüzeyi daima yatay düzlemde olmalıdır (Şekil 6.4.).



Şekil 6.4. Su boşaltmalı ve havalandırmalı sistem detayı

6.4.3. Basınç dengeli sistem

Bu tür sistemlerin ana prensibi sızıntının en önemli nedeni olan rüzgar basıncının dengelenerek kontrol altında tutulmaya çalışılmasıdır. Derz sistemi içindeki hava boşluklarının dış ortam basıncına uyum sağlanmasına çalışılır. Bundaki amaç suyu derz içerisine zorlayan hava basıncının ortadan kalkmasıdır. Sistem temel olarak su boşaltmalı sisteme benzese de korunmuş deliklerin ve derzin dış ve iç sızdırmaz noktalarının konumları ve işlevleri yönünden önemli farklar bulunur. Su boşaltmalı sistemle arasındaki ilk fark derz gerisinde hava geçirimsizlik sağlanmasıdır. Basınç dengesinin oluşması derz boşluğundaki iç ortamın kaybolmamasına bağlıdır. Su kaybı özellikle birleşim noktalarında daha önem kazanır.

İkinci fark ise, derz içindeki boşlukların bölmelere ayrılmasıdır. Rüzgar basıncı cephenin bütün yüzeyini aynı anda aynı oranda etkilemez. Bundan dolayı yüksek basınç olan cephedeki su daha alçak basınç alan bölgeye doğru ilerleyecektir. Bunun önüne geçilmesi için derz boşluklarının belirli aralıklarla birbirinden ayrılması gerekmektedir. Cephe sistemi ızgaralar yardımıyla doğal olarak yeterli büyüklükteki modüllere ayrıldığında ek bir önlem alınmasına gerek yoktur.

Üçüncü fark ise korunmuş deliklerin düzenlemesindedir. Dış basıncın bir ızgara içine yalnızca bir noktadan verilmesi derzin dört kenarındaki basınçların aynı anda ve aynı oranda yükseltilmesi için yeterli olmaz. Bu nedenle kayıtların alt kenarından yeterli aralıklarla delikler açılmalıdır [28].

6.5. Sızdırmazlığı sağlayan malzemeler

6.5.1. Mastikler

6.5.1.1. Silikon Mastik

Isı değişikliği gibi etkenler nedeni ile esneyebilir çalışan dolgu aralarında dolgu, izolasyon ve yapıştırma amacı ile kullanılır. % 25 elastiki özelliğini devamlı korur ve nem ile sertleşir. Yaşlanmaya ve UV ışınlarına dayanıklıdır. Uygulamadan sonra 10 dakika içinde kabuk bağlar. Azami 2-3 gün içinde tam sertliğe ulaşır. Isı yalıtım niteliği vardır. -55 C⁰ ile +200 C⁰ arasındaki sıcaklıklara mukavemetlidir. Suya ve neme karşı dayanıklı kimyasal bir maddedir.

Alüminyum giydirme cephe sistemlerinde kullanıldığı yerler;

- 1- Cephe bitişlerindeki derz boşluklarının doldurulmasında
- 2- Doğramalar arası derz boşluklarının doldurulmasında
- 3- Isı cam montajında
- 4- Cam vitrin montajında
- 5- Cephe bitişlerinin sıva, beton ve mermer ile birleştiği noktalarda

Uygulama şekli;

- 1- Silikon çekilecek yerin durumuna göre silikon rengi tespit edilir.
- 2- Dolgu aralıkları temiz, kuru, yağ ve tozdan arındırılmış olmalıdır. Varsa, derzde daha önce kullanılmış dolgu malzemeleri artıkları, tutunmayı engelleyen yabancı maddeler temizlenmeli, kabarmış boyalar temizlenmelidir.
- 3- Silikon çekilecek yerin dolgu aralığına uygun dolgu hortumu yerleştirilir.
- 4- Dolgunun düzgün olması isteniyorsa derz boşluğunun her iki kenarına boyacı bandı (yapışkanlı kağıt bant) çekilir.
- 5- Kartuşun ağız kısmı ucundan kesilir.
- 6- Kartuşa plastik uç takılır. Uç silikon çekilecek yere dikey ve açılı olarak tutulur.
- 7- Kartuş silikon tabancasına yerleştirilir. Silikon çekilecek yere dikey ve açılı olarak tutulur.
- 8- Silikon çekilirken yatayda yön fark etmez. Ancak düşey istikamette silikon çekilirken yukarıdan aşağı doğru çekilir.
- 9- Silikon çekme işi bir defada boşluk, aralık ve hava kabarcığı oluşmadan yavaşça çekilir.
- 10- Çekme işi bitince silikon tabancasındaki üst tetiğe basarak itme pedalının gevşemesi sağlanıp silikonun dışarı çıkması önlenir.
- 11- Silikon çekildikten sonra, silikonlu yüzey suya batırılmış parmak ile bastırarak hafif elipsi şeklinde düzeltilir.
- 12- Tüpün içinde hala silikon kalmışsa ve 10 dakikalık zaman dilimi içinde kullanılmayacaksa plastik ucun ağzı hava almayacak şekilde kapatılır.
- 13- Çalışma yerinde istenmeyen yerlere bulaşan kurumamış silikon alkol ile temizlenir. Kurumuş ise ancak mekanik olarak temizlenir [26].

Giydirme cephe ve alüminyum doğrama sistemlerinde çoğunlukla şeffaf, beyaz, siyah ve gri renkte olan silikonlar kullanılır.

Derz boşluğuna yerleştirilen dolgu hortumunun yararları:

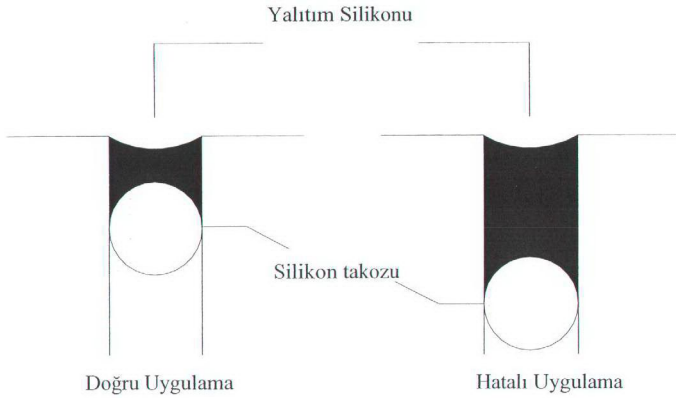
- 1- Silikonun istenilen ideal derinlik ölçülerinde olmasını sağlayıp aynı zamanda fazla silikon harcanmasını önler.
- 2- Çalışır derz boşluklarındaki silikon dolgunun alt yüzeyinin elipsi olarak kurumasını sağlayıp dolgunun elastik hareketine katkı sağlamış olur.

Tablo 6.1. Silikon kullanım miktarı

Boyut (En*Derinlik) mm.	1 Metredeki Sarfiyat	1 Kartuş (310 ml) Elde Edilen Uzunluk
5*5	25 ml	12,5 m
10*10	100 ml	3,1 m
15*10	150 ml	2,1 m
25 *12	300 ml	1,0 m

Derz tasarımları ve boyutları:

Yalıtımın doğru yapılması için derz genişliğinin min. 6 mm. olması gerekir. Yalıtım yapılacak derz derinliği 15 mm'den fazla olmamalıdır. İdeal derz genişlik – derinlik oranı 2:1 olmalıdır (Şekil 6.5.). Herhangi bir durumda, min. derz genişliği beklenen derz hareketlerinden dört kat fazla olmalıdır. Derin derzler için en iyi çözüm silikon altına polietilen veya poliüretan esaslı silikon takozu kullanılmalıdır (Şekil 6.5.). Silikon uygulaması esnasında üç yüzlü yapışma oluşması, kesinlikle engellenmelidir [29].



Şekil 6.5. İdeal silikon uygulaması [29].

6.5.1.2. Akrilik mastik

İnşaatlarda ahşap demir ve alüminyum doğramaların montajında, her türlü doğramanın siva, denizlik ve diğer yapı malzemeleri ile birleşimlerinde dolgu izolasyon ve yapıştırma amacı ile kullanılır. %10 elastiki özelliğe sahiptir. UV ışınlarına dayanıksız olduğu için binanın güneş görmeyen iç bölümlerinde kullanılır. -5 C^0 ile $+40\text{ C}^0$ arasındaki sıcaklıklara mukavemetlidir. 20 dakika içinde kabuk bağlar. Azami 10 gün içinde tam sertliğe ulaşır. Yanıcı değildir [26].

Uygulama şekli;

Silikon mastik uygulama şartları ile aynıdır.

- 1- Akrilik çekilecek yerin dolgu aralığının eni maksimum 30 mm yi geçmemelidir.
- 2- Uygulamadan hemen sonra mastik yüzey kabuk bağlayana kadar su etkisinden ve yağmurdan korunmalıdır.
- 3- İstenmeyen yerlere bulaştığında kurumadan su ile temizlenmelidir. Kurumuş ise mekanik olarak temizlenmelidir.
- 4- Giydirme cephe ve doğrama sistemlerinde çoğunlukla beyaz, kahverengi ve gri renkler kullanılmaktadır.

6.5.2. Köpük bantlar

Köpük bantlar, plastik türü köpüklerden veya sentetik kauçuktan yapılmaktadır. Bu bantların enine kesitleri genel olarak kare, dikdörtgen veya yuvarlaktır. Bunlar piyasaya rulolar veya levhalar halinde verilir.

Bulunduğu yere göre basınca maruz kalan bant, kompresyonun derecesine göre rüzgar, ses ve su izolasyonu sağlar. Köpük bantlar aşağıdaki tiplere göre sınıflandırılır.

6.5.2.1 Köpük bant türleri

1.Kapalı hücre yapısı: Bu bantlar genel olarak polietilenden, sentetik kauçuktan dolayısıyla CR'den (Neopren) ve EPDM'den veya özel kaliteli PVC'den yapılmaktadır. Hücreler birbirlerine göre kapalı olup, birbirleriyle veya dışındaki hava ile temas halinde değildirler. Dolayısıyla daha sert olan bu tip köpük bantlar, az bir basınç ile su yalıtıcı hale gelmektedir.

2.Yarı kapalı hücre yapısı: Bu bantlar genel olarak yumuşatılmış polivinilklorid (PVC) köpüklerinden yapılmaktadır. Hücrelerin bir bölümü dış hava ile bağlantılı olduğundan, bu tip köpük bantlar, daha narin ve esnekler. Bunların elastikiyet özellikleri yüksek olup, son derece iyi su izolasyonu sağlarlar.

3. Bütıl kaplı köpük bantlar: Bu bant, önceden şekillendirilmiş plastik türü köpüklerin bütıl kaplanmasıyla oluşturulmuştur. Böylelikle bütile esneklik kazandırılmıştır.

4. Açık hücre yapısı: Bu bantlar poliüretan köpüğünden yapılmaktadır. Bu tip köpük bant, çok yumuşak ve esnekler. Emprenye edilmiş olması şartıyla bu malzeme su yalıtımı için elverişlidir. Hücre çeperleri emprenye edilen malzeme ile örtülmüş olduğundan, belirtildiği şekilde basınç uygulandığında, bant su almamaktadır ve bunun yanında dış hava koşullarına son derece dayanıklıdır. Yıpranma ve yaşlanma söz konusu değildir.

Açık hücre yapısına sahip olan bantlar, genel olarak önceden kompres yapılmış rulolar şeklinde piyasaya verilmektedir. Bu tipteki köpük bant, gayri muntazam yüzeye sahip derz boşlukları için özellikle elverişlidir [23].

6.5.2.2. Köpük bantların kalınlık ve genişlikleri

Köpük bantların kalınlıkları

Derz yalıtımının iyi yapılabilmesi için, köpük bant tipinin doğru olarak seçilmesi önemli bir noktadır. Ayrıca boyutları da doğru olarak seçilmesi gerekir.

Köpük bandın kalınlığının seçilmesinde önemli nokta, muhtelif tiplerdeki köpük bantların ne ölçüde birlikte sıkıştırılabileceği ve sıkıştırılmasıdır. Köpük bandın değişik şartlar altında derz hareketlerini takip edebilme yeteneği temel olarak alınmıştır. Köpük bandın hangi ölçülerde komprime edilebileceği çizelgede belirtilmiştir.

Kompresyon faktörünün hesaplanması;

Köpük bantın hangi kalınlıkta olacağının hesaplanması için kompresyon faktörü olarak adlandırılan faktör kullanılmaktadır. Bu faktörün hesaplanması, aşağıdaki örnekte gösterilmektedir.

Örnek: Köpük bant 4 faktöründe yağmura karşı yalıtıcıdır ve hesaplanacak olan maksimum derz genişliği 10 mm'dir. Buna göre doğru olan kalınlık; $4 \times 10 \text{ mm} = 40 \text{ mm}$ 'dir. Köpük bant kalınlığının tespitinde daima en geniş olan derz boyutu geçerlidir.

Tablo 6.2 Köpük bantların kalınlıkları [23].

KÖPÜK GRUBU	A	B	C
HÜCRE YAPISI	Kapalı veya yarı kapalı	Yarı Kapalı	Açık
KOMPRESYON	%5-25	%10-35	%80
BAKİYE KALINLIK	%95-75	%90-65	%20
KOMPRESYON FAKTÖRÜ	1,1-1,3	1,1-1,5	2-5

Köpük bantların genişliği

Derzlerin iyi bir şekilde yalıtılması için genişlik de önemlidir. Bant ne kadar geniş olursa, derz o kadar derin doldurulmaktadır. Köpük bantın genişliği hakkında hesaplar yapılmamıştır. Uygulayıcılar bu konuda kendi normlarını kullanmaktadırlar. Kaba taslak olarak emprenye edilmiş olan köpük bantlar için ise, yani 10mm genişliğindeki bir derz için kullanılacak bantın genişliği asgari 20 mm olmalıdır.

Hacimsel ağırlık;

Köpük bantların hacimsel ağırlığı gruplar olarak değişmektedir. Bunun yanında, köpük bantların yapılmış oldukları malzemelerin yapılarının değişik olması da köpük bantın hacimsel ağırlığını etkilemektedir.

Köpük bantın tipinin doğru olarak seçilmesinde yüzeylerin düz veya gayri muntazam olduğunun bilinmesi önemli bir noktadır. Düz yüzeyler aşağıda belirtilmektedir [23].

- 1- Cam, pleksiglas, polikarbonat, alüminyum, çelik gibi bitmiş yüzeyler,
- 2- Ahşap kaplamalar,
- 3- Düzgün kalıptan çıkmış beton,
- 4- Ekstrüzyon malzemesi olan plastik ürünler (ör: kapı, pencere, levha vb.),
- 5- Taş türünden duvar malzemeleri

6.5.2.3. Köpük bant tipleri

Norton norseal [23]

Norseal N 1020

Norseal N 1020 açık hücreli tek tarafı yapışkanlı PVC köpüğüdür. Yoğunluğu az olup, yumuşak bir malzemedir. Ana görevi iç mekanlarda toz izolasyonudur. Gayri muntazam ve köşeli yüzeylerde yumuşaklığı sayesinde etkin bir yalıtım sağlar.

Norseal N 2520

Norseal N 2520 agresif ve yüksek dayanıklı yapıştırıcıya sahip PVC köpük contadır. Tipik uygulama alanları arasında soğutucu üretimi, deniz ve arazi araçları üretimi, sayılabilir. Metal çatı ve cephe kaplamalarının üretim ve montaj aşamalarında da yaygın olarak kullanılmaktadır. Ayrıca bölme duvar altlarında mükemmel ses ve titreşim izolasyonu sağlar.

Norseal N 3520

Norseal N 3520 kapalı hücreli, tek tarafı yapışkanlı ve yumuşak bir banttır. %30 sıkıştırıldığında su yalıtımı yapar. Dış hava şartlarına çok uzun yıllar dayanıklıdır. Gayri muntazam ve köşeli yüzeylerde yumuşaklığı sayesinde etkin bir yalıtım sağlar.

Norseal N 4030

Norseal N 4030 özel olarak vida veya matkap delinmesi gerekli yerler için üretilmiş PVC yalıtım bantıdır. Bant, herhangi bir parçalanma veya yerinden oynama olmadan delinmeye müsaittir. Metal çatılarda su ve toz yalıtımı için boyuna binilerde ve mahyalarda kullanılabilir. Ayrıca otomotiv sektöründe de geniş kullanım alanları mevcuttur.

Norseal N 5040

Norseal N 5040 kapalı PVC contadır. Çok hafif bir basınçla bile yapıştırılabilir. Montaj esnasında zarar görmeden sökülüp yerinin değiştirilmesi mümkündür. Tipik uygulama alanları arasında iki farklı metalin birbirinden ayrılması ve giydirme cephelerde titreşim yutucu olarak kullanılması sayılabilir.

Norseal N 5550

Norseal N 5550 kapalı hücreli, tek tarafı yapışkanlı ve sert bir banttır. %30 sıkıştırıldığında su yalıtımı yapar. Vibrasyona maruz kalan yerlerde titreşim alıcı olup, dış hava şartlarına ve oksitlenmeye karşı dayanıklıdır. Mantar ve yosun oluşumundan etkilenmez.

Norseal N 6050

Norseal N 6050 bir tarafında akrilik yapıştırıcı bulunan kapalı hücreli bir conta malzemesidir. Ağır yük taşıyan uygulamalar için tasarlanmıştır. Conta işlevinin elde edilmesi için %30 oranında minimum bir sıkıştırma gereklidir. Vibrasyona maruz kalan yerlerde titreşim alıcı olup, dış hava şartlarına ve oksitlenmeye karşı dayanıklıdır.

Norseal V 990

Norseal V 990 her iki tarafında yapıştırıcı bulunan, kapalı hücreli vinil köpük contadır. Titreşim aktarımını denetlemesi açısından yüksek hareket düzeyinin beklendiği yerlerde uygulanmak üzere formüle edilmiştir. Dış hava şartlarına karşı

son derece dayanıklı olup, bina cephelerinde, değişik genleşme katsayılarına ve yüzey özelliklerine sahip farklı malzemeler arasında kullanılan ideal bir dolgu malzemesidir. Örnek olarak cam ile alüminyum arasında, PVC ile sac arasında ve benzeri detaylarda kullanılıyor.

Normount

Normount V 2800

Normount V 2800: iki yüzü çok kuvvetli, akrilik yapışkanlı, kapalı hücreli siyah poliüretan köpük banttır. Dış hava koşullarında uygulama sorunlarına çözüm getirmek amacıyla özel olarak geliştirilmiştir. Bu nedenle yapıştıktan hemen sonra en üst tutucu gücüne varır. Atmosfer şartlarına ve UV ışınlarına karşı direnci çok yüksektir. Başlıca uygulama alanları şunlardır: Özellikle otomotiv sektöründe çeşitli amaçlarla dış cephelerde kullanılabilir [23].

Thermalbond

Thermalbond V 2100

Thermalbond V 2100: dünya çapında bilinen ve özel cam giydirme cephelerde iki tarafı yapışkanlı bir aralayıcıdır. Yüksek köpük yoğunluğu ve yapışma dayanımı, camın düşey olarak yerleştirildiğinde bile silikon polimerasyonu (donması) sırasında sabitleşmesini sağlayan özelliklerdir. V-2100 ayrıca giydirme cephelerde ya da metal çerçeveler arasında bir ısı bariyeri olarak kullanılmaya uygun olup, titreşim alıcı olarak da ideal bir malzemedir.

Norfix

Norfix V 1600

Her iki tarafında kaliteli akrilik yapıştırıcı bulunan kapalı hücreli polietilen köpük banttır. Tipik uygulama alanları, orta ve orta üzeri ağırlıkta malzemelerin çeşitli yüzeylere tutturulmasıdır. Aynı cam ve ahşap plakalar ile bu malzemelerden oluşan amblemler çeşitli yüzeylere bu bant ile monte edilebilir. Köpük rengi siyah olup UV dayanıklılığı iyidir.

Norfix V 1500

Her iki tarafında kaliteli kauçuk yapıştırıcı bulunan kapalı hücreli polietilen banttır. Direkt güneş ile teması olmayan dış mekanlar ile iç mekanlarda orta ağırlıkta reklam

panolarının, levhaların montajı veya birbirine yapıştırılması için kullanılır. Köpük rengi beyaz olup UV dayanıklılığı ortadır.

Norfix V 1400

Her iki tarafında kaliteli akrilik yapıştırıcı bulunan kapalı hücreli polietilen banttır. Tipik uygulama alanları, hafif ve orta ağırlıkta malzemelerin çeşitli yüzeylere tutturulmasıdır. Örnek olarak dış ve iç mekanlarda reklam panolarının montajı, levhaların, cam ile PVC malzemelerin birbirlerine veya çeşitli yüzeylere yapıştırılması verilebilir. Köpük rengi beyaz olup UV dayanıklılığı iyidir.

Poliüretan esaslı şişen köpük bantlar

Poliüretan esaslı köpük bantlar, yalıtım problemlerine uzun vadede sağlıklı çözümler getiren malzemelerdir. Farklı ebatları bulunan köpük bantlar, doğrama ve duvar arasında yalıtım sağlayabilecek ideal özellikler içerirler. Bantın kendiliğinden şişme özelliği, boşlukların uygun şekilde doldurulabilmesi ve özellikle de farklı basınçlar altında farklı yalıtım özellikleri göstermesini sağlar.

Poliüretan esaslı köpük bantlar, kör kasalı veya kör kasasız doğramalarda, çeşitli uygulama alternatifleriyle ısı geçirgenliği ve buhar difüzyonu problemlerini çözümler. Bu bantların kullanımı, hem etkin bir yalıtım sağlar, hem de doğramanın nefes almasına olanak vererek birleşim noktalarında buhar difüzyon oluşumunu engeller.

Poliüretan esaslı şişen köpük bantlar, sürekli olarak esnek kalan contalardır. Esneklik ve şişme özelliği, yıllar sonra dahi kendini korur. Bantlar derzlerdeki genleşmelere ve daralmalara karşı çok iyi bir uyum gösterirler. Basınç altındaki conta, etkin bir sızdırmazlık sağlarken, kendini ısı değişkenlikleri, yağmur, donma ve UV radyasyonu ile tüm iklim koşullarına uydurur [23].

Poliüretan esaslı şişen köpük bantların özellikleri aşağıda sınıflandırılmıştır:

- 1- Şişme özelliği: Montaj sonrası bant, kalınlığının 5 katı şişerek izolasyon sağlar.
- 2- Komprime edilmiş rulolar halindedir.
- 3- Montaj kolaylığı sağlamak için bir tarafı kendinden yapışkanlıdır.
- 4- İç ve dış mekanlarda ısı, ses ve su yalıtımı sağlar.
- 5- % 33 basınç altında sızdırmazlık sağlar.
- 6- % 16 seviyesinde sıkıştırıldığında 2 metre derinliğinde su basıncı altında bile sızdırmazlık sağlar.

7- 120 C⁰'ye kadar dayanıklıdır.

8- Nötr bir maddedir

9- UV'ye dayanıklıdır.

Poliüretan esaslı şişen köpük bantlar, farklı basınçlar altında farklı yalıtım özellikleri gösterir.

1- % 50 basınç altında hava, toz, ses ve ısı kaybına karşı sızdırmazdır.

2- % 33 basınç altında kuvvetli yağmura karşı sızdırmazdır.

3- % 25 basınç altında su sızdırmazlığı sağlar [23].

Tablo 6.3. Poliüretan esaslı köpük bantların sıkışmış ve şişmiş haldeki kalınlıkları ve su yalıtımı yaptığı derz kalınlığı [23].

Sıkışmış Kalınlığı	Şişmiş Halde Ulaştığı Kalınlık	Su Yalıtımı Yaptığı Derz Aralıkları
2 mm	10 mm	2,3,4 mm
4 mm	20 mm	4,5,6,7 mm
5 mm	25 mm	5,6,7,8 mm
6 mm	30 mm	6,...,10 mm
8 mm	40 mm	8,...,13 mm
10 mm	50 mm	10,...,16 mm
12 mm	60 mm	12,...,20 mm
16 mm	80 mm	16,...,26 mm
20 mm	100 mm	20,...,33 mm
25 mm	125 mm	33,...,45 mm

Bütıl bantlar

Giydirme cephe sistemlerinde taşıyıcı fitil birleşimlerinde su sızdırmazlığı sağlamak amacıyla kullanılır.[26].

Novalistik

Kapalı hücre yapısındadır. PVC köpük üzeri bütıl tabaka ile kaplanmıştır. 7-9 metrelik rulolar halindedir. Dikdörtgen profiller halinde de temin edilebilir.

Metal cephe konstrüksiyonlarında (cam çıtalar, seralar v.b gibi) suya ve rutubete karşı en iyi çözümü getiren mükemmel bir yalıtım malzemesidir.

Çap	: 4-5-6-8-10-12-15 mm
Renk	: Siyah
Yoğunluk	: 130 kg/m ³
Bütıl kalınlığı	: 0,5 mm
Kullanım sıcaklığı	: -30 / +80 C ⁰
Uygulama sıcaklığı	: +10 / +30 C ⁰
Kompresyon faktörü	
Ses yalıtımı	: 1.05
Rüzgar yalıtımı	: 1.10
Su yalıtımı	: 1.20

A30 (Alüminyum folyolu bütıl bant)

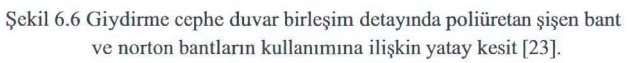
“Hot Melt” bütıl ile kaplanmış alüminyum folyolarıdır. 15-20 metrelik rulolar halinde. Profilli metal çatılarda ve cephelerde bağlantıların suya ve rutubete karşı yalıtılması için kullanılır. Havalandırma işlerinde esnek profillerin duvara tespit edilmesi için kullanılır.

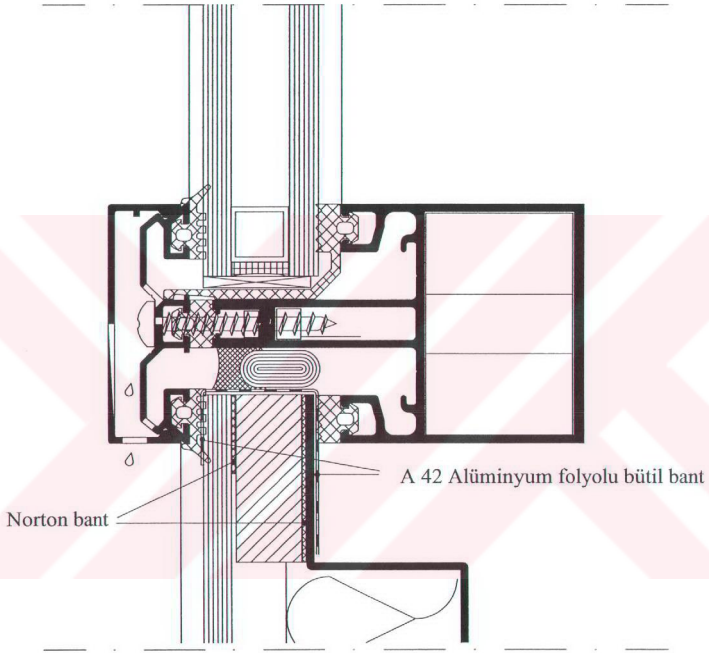
Kalınlık	: 1-1,5-2 mm.
Genişlik	: 35-40-45-50-60-75-100 mm.
Renk	: Siyah
Özgöl ağırlık	: 100 kg/m ³
Kullanım sıcaklığı	: -40 / +90 C ⁰

A42 (Alüminyum folyolu bütıl bant)

“Hot Melt” bütıl ile kaplanmış saf alüminyum folyolarıdır. 20-30 metrelik rulolar halinde. Alüminyum çerçeve bağlantılarının, metal cephe konstrüksiyonlarının ve cam çatıların suya ve rutubete karşı yalıtılması için kullanılır. Alüminyum folyo bütıla, gerilmeye karşı direnç kazandırır. Dolayısıyla bant vida ile delinebilir.

Kalınlık	: 1,5 mm.
Genişlik	: 40-50-60-75-100 mm.
Alüminyum folyo	: 0,04 mm
Renk	: Siyah
Özgöl ağırlık	: 1450 kg/m ³
Kullanım sıcaklığı	: -30 / +80 C ⁰





Şekil 6.7 Giydirme cephelerde köpük bantların kullanımına ilişkin düşey keşit

7. DENEYLER

Giydirme cephe sistemlerinin hava koşullarına dayanımı açısından hava geçirimsizliği, su geçirimsizliği ve rüzgar direncinin belirlenmesi için yapılan deneyler Aralık 2003, Ocak 2004 tarihleri arasında Metal ve Yapı Sistemleri Tic. A.Ş Deney Laboratuarında uygulandı. Sözü edilen deneyler, aşağıda belirtilen standartlar temel alınarak uygulandı.

EN 42	Methods of testing windows; Air permeability
EN 86	Methods of testing windows; watertightness under static pressure
EN 1026	Windows and doors; Air permeability, test procedure
EN 1027	Windows and doors; Watertightness; test procedure
EN 77	Methods of testing windows, wind resistance tests
DIN 18055	Windows, air permeability, watertightness and mechanical strain; requirements and testing
DIN 18056	Window walls
CEN/TC/33 WG 6	Curtain walling air permeability test method (N 139)
CEN/TC/33 WG 6	Curtain walling air permeability – performance requirements and classification (N 140)
CEN/TC/33 WG 6	Curtain walling air permeability – performance requirements and classification (N 140a)
CEN/TC/33 WG 6	Curtain walling watertightness under static pressure – laboratory test method (N 141)
CEN/TC/33 WG 6	Curtain walling watertightness under static pressure performance requirements and classification (N 142)
CEN/TC/33 WG 6	Curtain walling structural wind resistance test method (N 118)
CEN/TC/33 WG 6	Curtain walling structural performance (wind resistance) requirements.

7.1. Deney numunesinin tanımı

Numune;

Dört adet sabit panelden oluşan panel cephe sisteminin bir bölümüdür.

Dış ölçüler;

3428 mm x 2468 mm

Detaylı açıklamalar;

Deney yapılan numune incelendi ve panel cephe sistemi (PCS) olarak tanımlandı. Numunenin ölçüleri yaklaşık 3.4 metre yükseklikte, 2.5 metre genişlikte ve toplam alanı 8.5 m² dir (Şekil 7.1.).

Panel sisteminin montajı, deney düzeneğinde yapıldı. Alt ve üst mesnetleme yerlerinden yatay taşıyıcılar deney düzeneğine mesnetlendi. Bu numune üzerinde 2 adet taşıyıcı panel ve bu panellerin üzerlerinde de 2 şer adet olmak üzere toplam 4 adet çift camlı sabit panel bulunmaktadır.

Bu sabit panellere ait alan : $4 \times (1134 \times 1660) = 7,5 \text{ m}^2$ dir.

Toplam derz uzunluğu : $4 \times ((1134 - 17) \times 2) + ((1160 - 17) \times 2)) = 22,1 \text{ m}$

Deney sırasında m² ve m başına hava geçirgenlik değerleri bu büyüklüklerin oranlanmasıyla elde edilecektir.

Deney numunesinde kullanılan camlar;

Camın cinsi : 6 / 16 / 4 + 0,38 + 4 Lamine cam.

Dış cam : 6 mm Ford mavi Reflekte, Temperli, 4 kenarı Rodajlı

Hava boşluğu : 16 mm

İç cam : 4 + 0,38 + 4 mm Clear Float Lamine Cam.

7.2. Deneyin düzenlenmesi

7.2.1. Deney takımı

Deney numunesi, şantiye ve proje şartlarını sağlanması amacıyla tasarlanmış çelik ile düzeyseel deney takımının üzerine oturtuldu (Şekil 7.2.). Deney takımı, çelikten ve plexiglasstan yapılmış, iyi yalıtılmış özel odadan oluşuyor. Numune deney düzeneğine montaj ekibi tarafından yerleştirildi ve özel oda ve numunenin çevresel yalıtımı su geçirmez yapıldı.



Şekil 7.1. Dört adet sabit panelden oluşan numune.



Şekil 7.2. Deney numunesinin şantiye ve proje şartlarını sağlaması amacıyla tasarlanmış çelik ile düzeysel deney takımının üzerine oturtulması

7.2.2. Fan

Hava kaynak sistemi, merkezkaç fandan oluşmaktadır. Pozitif ve negatif basınç farklarını oluşturmak için kanallama ve kontrol valfleri düşünülmüştür. Bu fan deneyin uygulanmasında gerekli olan süre için sabit basınçta değişmeyen hava

basıncı sağlar ve 1 saniyede yaklaşık 600 Pascal seviyesine arttırabilen özelliğe sahiptir (Şekil 7.3.).



Şekil 7.3. Sabit hava basıncı sağlayan fan.

7.2.3. Su püskürtmesi

Su püskürtme sistemin kapsadığı hortumun ağızlıkları, 250 mm den uzak olmamak kaydıyla numunenin ön yüz kısmından 250 mm mesafede yerleştirilmiş olan uniform ızgara üzerine yerleştirilir. Hortum ağzı, 80^0 yayımdan az olmayan tamamen koni kare modelidir (Şekil 7.4.). Püskürtme sistemi uniform olarak 2 litre/m²/dak oranında numunenin dış yüzeyine suyu göndermektedir. (Şekil 7.5.).



Şekil 7.4. Koni kare modelli hortum ağızlarının su püskürtmesi.



Şekil 7.5. Püskürtme sisteminin numuneye su püskürtmesi.

7.2.4. Aletler takımı

7.2.4.1. Basınç

Basıncıdaki değişimi %1 hassasiyetle ölçebilen doğrusal değişken basınç farkı transformatörler (LVDT) basınç iletme sistemi, numune üzerinde basınç farkı ölçümü için kullanılmaktadır.

7.2.4.2. Hava akımı

% 5 hassasiyetle numune üzerindeki hava akımını ölçer.

7.2.4.3. Su akımı

% 5 hassasiyetle numune üzerine püskürtülen suyun debisini ölçer.

7.2.4.4. Sehim

LVDİT iletme sistemi, 0.1 mm hassasiyetle çerçeve elemanlarının sehimini ölçer. Açıklıklar, yerdeğişimi çerçeve numunesinin orta genişliğine ve destekleyici elemanlara mümkün olduğu kadar yakın olarak tayin edildi ve kurulumu ise numuneye yapılacak basınç uygulamalarının ve diğer yüklemelerin ölçmelerini etkilemeyecek şekilde yapıldı.

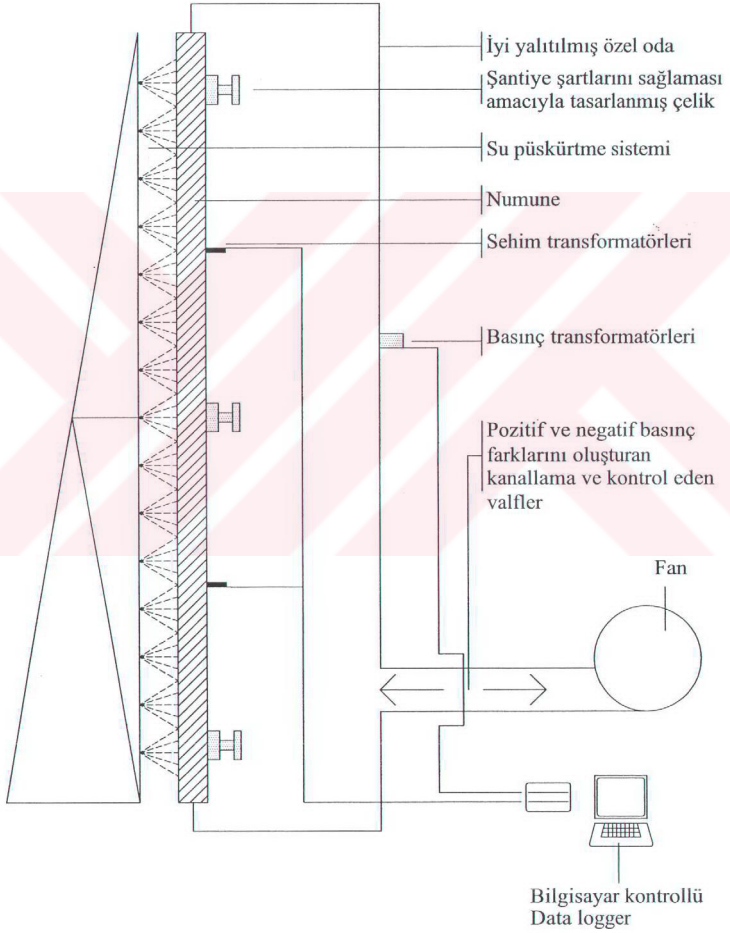
7.2.4.5. Genel

Elektronik alet ölçümleri, sonuçları değerlendiren ve depolayan bilgisayar kontrollü logger ile taranır (Şekil 7.6.). Tüm ölçme aletleri ve kullanılan deney gereçleri deney öncesinde kontrol edildi.



Şekil 7.6. Sonuçları değerlendiren ve depolayan bilgisayar odası.

Deney Donanımının Genel Yerleşimi



Şekil 7.7 Deney donanımının genel yerleşimi

7.3. Deneyin yöntemi

Bu deneyler için 1320 Pascal rüzgar basıncı tasarlandı.

Not: Pozitif basınç farkı, dış basıncın iç basınçtan büyük olması halidir.

Deneyin sırası aşağıdaki gibidir.

Deney 1. Hava Geçirimsizliği
Tarih: 25 Aralık 2003

Deney 2. Statik hava basıncı su geçirmezliği
Tarih: 8 Ocak 2004

Deney 3. Tasarlanan hava basıncına göre (1320 Pa) rüzgar direnci
Tarih: 10 Ocak 2004

Deney 4. Tekrar edilen hava geçirimsizliği
Tarih: 15 Ocak 2004

Deney 5. Tekrar edilen statik hava basıncı su geçirmezliği
Tarih: 15 Ocak 2004

Deney 6. Tasarlanan basıncın 1.5 katına göre strüktürel güvenlik
Tarih: 20 Ocak 2004

Deneyler boyunca deney ortamı ve kabin sıcaklığı 15 ile 23 °C arasında gözlendi.

7.3.1. Hava geçirimsizliği

Statik basınç farkları altında ortalama hava sızıntısı, odanın içindeki hava akış oranının ölçümü ile belirlenir. Bu işlem numuneye aşağıdaki gibi 50, 100, 150, 200, 300, 400, 500, 600, 500, 400, 300, 200, 150, 100, 50 Pascal artan pozitif basınç farkları uygulanırken yapıldı. Deney özel odasına doğru, odanın bağlantı noktalarında ve deney numunesindeki dıştan gelen sızıntı, numunenin polietilen kaplama ve yapışkan tapa ile yalıtımı ve yukarıda verilen basınçlardaki hava akımının ölçülmesiyle belirlendi.

Daha sonra deney, sabitlenmiş panel kısımları için yalıtımsız iken tekrar edildi. Okumalar arasındaki fark; numunenin hava akım oranıdır.

7.3.2. Statik hava basıncı su geçirmezliği

Numune üzerine, bölüm 7.2.3 de belirtilen metot kullanılarak su püskürtmesi yapıldı. Pozitif basınç farkları aşağıda görülen programla numuneye uygulandı.

<u>Basınç farkları (Pa)</u>	<u>Süre (dak.)</u>
0	15
50	5
100	5
150	5
200	5
300	5
400	5
500	5
600	5

Deney boyunca numunenin iç kısmı su sızıntısı için incelendi.

7.3.3. Tasarlanan hava basıncına göre (1320 Pa) rüzgar direnci

500 Pascal'lık 3 pozitif basınç farkı sistemdeki yer değişim sensörlerinin sıfırlanması için uygulandı.

0 dan 1320 ye ve tekrar 0 a 5 pozitif basınç farkı numuneye uygulandı. Basınç mümkün olduğunca hızlı uygulandı bir saniyeden az olmamak kaydıyla ve 3 saniye sürdürüldü. Yer değiştirme okumaları uygulama boyunca ve sonunda şekil 6.2 de gösterilen bölgelerde alındı.

-500 Pascal lık 3 negatif basınç farkı sistemdeki yer değişim sensörlerinin sıfırlanması için uygulandı.

0 dan -1320 ye ve tekrar 0 a 5 negatif basınç farkı numuneye uygulandı. Basınç mümkün olduğunca hızlı uygulandı fakat bir saniyeden az olmamak kaydıyla ve 3 saniye sürdürüldü. Yer değiştirme okumaları uygulama boyunca ve sonunda şekil 6.2 de gösterilen bölgelerde alındı.

7.3.4. Tasarlanan basıncın 1.5 katına göre strüktürel güvenlik

Numuneye 3 saniye boyunca aşağıda gösterilen basınç farkları uygulandı. Ama 0 ın dışındakiler, artan sehim okumaları alınmadan önce 1 ile 5 dakika arasında tutuldu.

+660	Pa	Boşlukların alınması
0	Pa	Sehim ölçüm aletlerinin sıfırlanması
Tdsg x 1,5	Pa	Tasarlanan basıncın 1,5 katı sehim kaydedilir.
0	Pa	Kalıcı deformasyon ve zararın incelenmesi

7.4. Sonuçlar

Deney numaraları ve yöntemleri için bölüm 7.3 e bakınız.

7.4.1. Hava geçirimsizliği

7.4.1.1. Numunenin müsaade edilebilir hava geçirimsizliğinin hesabı

Sabit panellerin toplam alanı	=> 7,5 m ²
Müsaade edilen hava geçirimsizliği oranı	=> 1,5 m ³ /hr/m ² (600 Pa da)
Böylece toplam müsaade edilen hava geçirimsizliği	=> 11,3 m ³ /hr (600 Pa da)
Spta x Mehgo = Tmehg	
Sabit panellerin toplam derz uzunluğu	=> 22,1 m
Müsaade edilen hava geçirimsizliği oranı	=> 0,5 m ³ /hr/m (600 Pa da)
Böylece toplam müsaade edilen hava geçirimsizliği	=> 11,1 m ³ /hr (600 Pa da)
Sptdu x Mehgo = Tmehg	

7.4.1.2. Numunede ölçülen hava geçirimsizliği

Tablo 7.1 Numunede ölçülen hava geçirimsizliği

Basınç Farkı (Pascal)	Numune boyunca toplam hava geçirimsizliği (m ³ / hr)	
	Deney 1 Tarih : 25 Aralık 2003	Deney 4 Tarih : 15 Ocak 2004
50	0,74	0,24
100	0,45	0,03
150	0,61	0,14
200	0,45	0,21
300	0,89	0,31
400	0,98	0,26
500	1,26	0,09
600	0,99	0,17

Yukarıda sonuçları verilen hava geçirimsizliği deneylerinde 600 Pa daki geçirgenlik değerlerinin, belirlenmiş üst sınırın oldukça altında olduğu görülmektedir.

7.4.2. Su geçirmezliği

7.4.2.1. Deneyi geçip / kalma kriteri

Deney boyunca numunenin iç yüzüne hiç su sızıntısı olmamıştır.

7.4.2.2. Gözlemler

Deney 2: Tarih: 8 Ocak 2004

Deney boyunca hiç su sızıntısı görülmemiştir.

Deney 5: Tarih: 15 Ocak 2004

Deney boyunca hiç su sızıntısı görülmemiştir.

7.4.3. Rüzgar direnci

7.4.3.1. Müsaade edilen sehmin hesabı

Ölçüm noktası	Parça	Açıklık (L) (mm)	Müsaade edilen sehim L/300 ve 8 mm	Müsaade edilen kalıcı deformasyon L/1000
2	Dikme	3450	8,0	3,4

7.4.3.2. Ölçülen sehim

Deney 3 Tarih: 10 Ocak 2004

Tablo 7.2 de Şekil 7.8. de gösterilen pozisyonlarda sehimler rüzgar direnci deney boyunca görülmüştür.

Özet;

Parça	Basınç farkı (Pascal)	Ölçülen sehim (mm)	Kalıcı deformasyon (mm)
Mulyon	+1320	15,7	0,8
	- 1320	-15,6	-0,9

Deney numunesinde hiçbir hasar gözlenmemiştir.

Burada deney sonucunda elde edilen sehim değerlerinin kabul edilebilirlik sınırının üstünde olduğu görülmektedir. Deney numunesine ait statik hesaplamalarda da sehim değeri 1320 Pa basınç için 15,8 mm hesaplanmıştır. Çünkü numune test rigine alt ve üst noktalardan mesnetlenmiştir. Projede kullanılan mesnetleme yöntemi Gerber Kirişi şeklinde olmuştur. Aynı hesap, projede kullanılan Gerber Kirişi metoduna göre hesaplandığında oluşan sehmin en büyük değerinin 6,8 mm olduğu görülmüştür. Hesap ve deney yöntemlerinin doğru orantılı sonuç vermesinden dolayı Gerber Kirişi metoduna göre deney numunesinin deney, sonucunda ölçülecek sehim değerinin 0,1 mm oynama ile 6,8 mm olduğu görülür.

Tablo 7.2 Rüzgar direnci deney sonuçları

Basınç Farkı (Pascal)	Sehim (mm)			
	1. Nokta	2. Nokta	3. Nokta	Net Sehim
1320	7,0	20,1	2,0	15,6
0	0,5	1,0	0,1	0,7
1320	7,1	20,2	2,0	15,7
0	0,5	1,1	0,1	0,8
1320	7,2	20,3	2,0	15,7
0	0,5	1,1	0,1	0,8
1320	7,2	20,3	2,0	15,7
0	0,5	1,1	0,1	0,8
-1320	-6,7	-19,9	-1,8	-15,6
0	-0,5	-1,1	-0,1	-0,8
-1320	-6,8	-19,6	-1,8	-15,3
0	-0,6	-1,2	-0,1	-0,8
-1320	-6,7	-19,6	-1,8	-15,3
0	-0,6	-1,2	-0,1	-0,9
-1320	-6,8	-19,7	-1,8	-15,4
0	-0,6	-1,2	-0,2	-0,8

Deney 6 (Strüktürel güvenlik) Tarih: 20 Ocak 2004

Tablo 7.3 de Şekil 7.8.' de gösterilen pozisyonlarda sehimler strüktürel güvenlik deneyi boyunca ölçülmüştür. Deney numunesi hiçbir zarar görmemiştir.

Tablo 7.3 Strüktürel güvenlik deney sonuçları

Basınç Farkı (Pascal)	Sehim (mm)			
	1. Nokta	2. Nokta	3. Nokta	Net Sehim
1980	10,3	26,3	2,7	19,8
0	0,3	0,8	0,1	0,5

Tablo incelendiğinde kalıcı deformasyon olmadığı görülmüştür.

7.5 Deney sonuçlarının özeti

7.5.1. Hava geçirimsizliği deneyleri

Numune, tasarlanan şartlara uygundur.

7.5.2. Su geçirimsizliği deneyleri

Numune, tasarlanan şartlara uygundur.

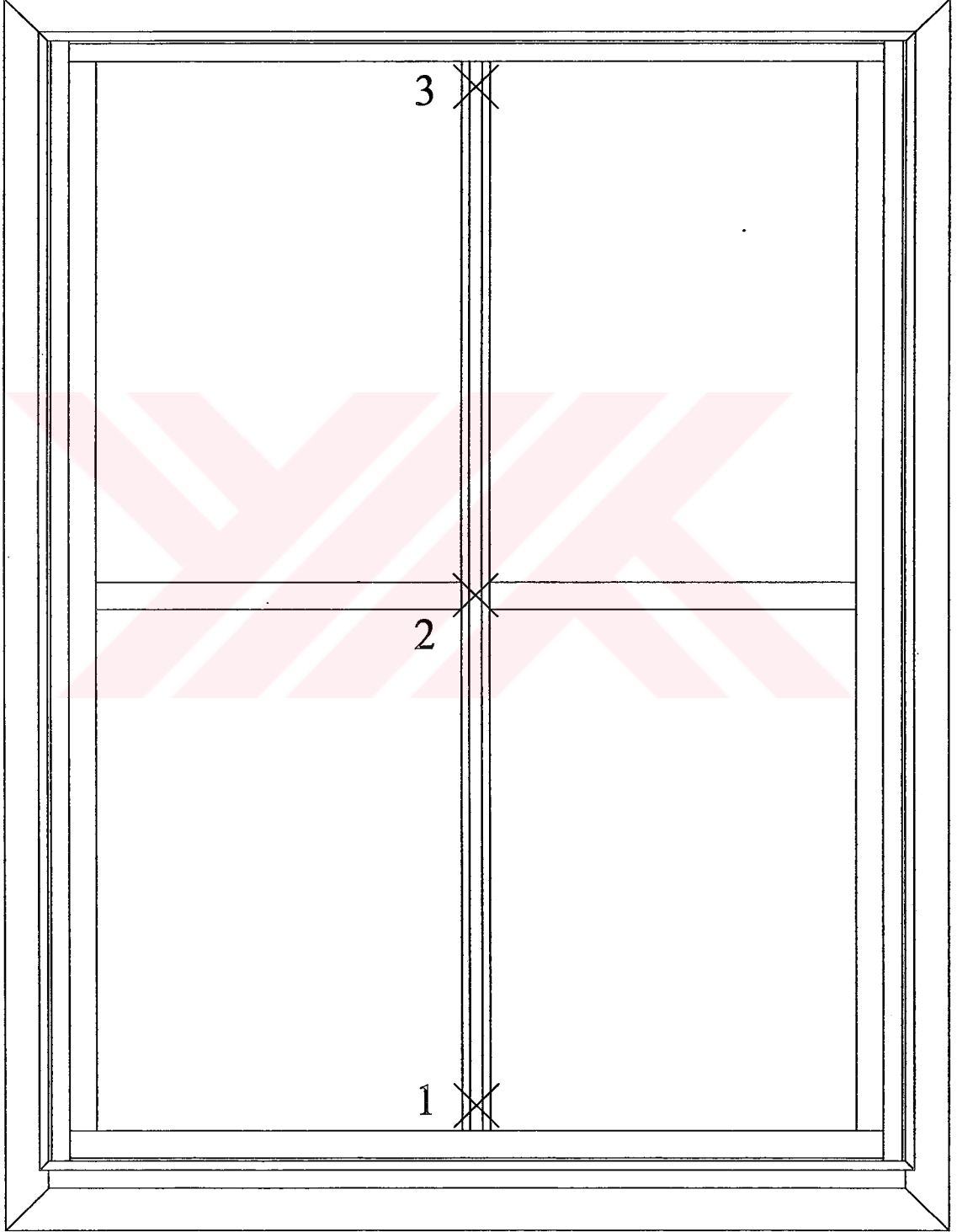
7.5.3. Rüzgar direnci deneyleri

Numune, tasarlanan şartlara uygundur

Yukarıdaki sonuçlar sadece deneylerin yürütüldüğü şartlar altında geçerlidir.



Açıklık Noktalarındaki Sehim



Şekil 7.8 İçten Görünüş ve sehim sensörlerinin yerleşim noktaları

8. SONUÇLAR VE ÖNERİLER

Türkiye’de yüksek bina yapımındaki artışla birlikte, yüksek yapıların ayrılmaz bir parçası sayılabilecek alüminyum giydirme cephele de giderek önem kazanmaktadır. Bu bölüme kadar alüminyum giydirme cephe sistemleri ile bu sistemlerdeki sızdırmazlık sorunları ve çözüm yolları ele alınmıştır.

Alüminyum giydirme cephe sistemlerinin kullanım aşamasında yeterli performansı gösterebilmesi öncelikle sistemin yeterince sızdırmaz olmasına bağlıdır. Sızıntı nedenleri, tasarım veya malzeme seçim hatası, üretim veya montaj hatası gibi doğrudan veya herhangi bir şekilde cephe sistemindeki deformasyonlar gibi dolaylı olabilir.

Su ve buhar halindeki nemin, özellikle bulunduğumuz iklim şartları dikkate alındığında, önemli bir rolü vardır. Özellikle de yıkıcı bir rolü vardır: Nem, yapı malzemesinin dayanıklılığını azaltır. Sağlıklı bir mekan yaratmak için yapı sudan uzak tutulmaya çalışılmalıdır.

İnsanların temel korunma ihtiyacı, yağışlardan korunmasıdır. Geçmişte olsun bugün olsun bir yapı, oturanlarını yağmur, kar ve tipiden korumalı ve onlara kuru bir mekan sunmalıdır. Binalarda sürekli neme maruz kalabilecek bir bölgenin oluşmasını önlemek gerekir. Nemi yapılarda zemine yakın bölgelerde yosunlaşma, mantar ve bakteri oluşur. Bu nedenle de sağlığa zararlı bir ortam oluşur. Hava, iki farklı ısıda olan maddelerin birbirine ısı geçirmelerini önleyen bir etkidir. Hava, ıslanmış bir yapı malzemesinde yerini, iyi bir ısı iletkeni olan suya bırakır. Sonuçta, yalıtım etkisi tamamen ortadan kalkar. Isı yalıtımı bu nedenle, beraberinde nem yalıtımını da şart koşturmaktadır.

Strüktürden bağımsız olarak yapı fiziği sorunlarına çözüm getirmek amacıyla gerçekleştirilen alüminyum giydirme cephe sistemlerinde su ve hava sızdırmazlığı cam yüzeyler ile taşıyıcı elemanlar arasındaki derzlerin geçirimsizliği ile sağlanmaktadır. Bu derzlerde geçirimsizliği sağlayan kapalı sistem, su boşaltmalı ve havalandırılmalı sistem ve basınç dengeli sistem olmak üzere 3 sistem vardır.

Özet olarak, yüksek yapı giydirme cephe sistemleri her yapı için ayrı ayrı özel olarak ele alınmalı, deneyimli uzman mimar ve mühendislerce o binaya özel projelendirilmeli, testlerden geçirilmeli ve uzman bir ekip tarafından uygulanmalıdır.

Bu çalışmada alüminyum giydirme cephe sistemlerinin montajı , sızdırmazlık sorunları ve sızdırmazlığı sağlayan malzemelere geniş yer verilmiştir. Alüminyum giydirme cephe sistemlerinin statik hesapları ve mimaride alüminyum kullanımı konularında daha detaylı çalışmalar yapılabilir.



KAYNAKLAR

- [1] **Gürdal, E.**, Yayınlanmış ders notları, İ.T.Ü Mimarlık Fakültesi, Mimarlık Bölümü, İstanbul.
- [2] **Arduç, F.**, 1996. Mimaride Alüminyum, Yüksek Lisans Tezi, İ.T.Ü Fen Bilimleri Enstitüsü, İstanbul.
- [3] **Everett, A.**, 1994. Materials, Fifth Edition.
- [4] **Ademci, T.**, 2000. Alüminyum giydirme cephelerde su ve nem problemleri, Yüksek Lisans Tezi, İ.T.Ü Fen Bilimleri Enstitüsü, İstanbul.
- [5] **Woolley, T., Kimmins, S., Harrison, P., Harrison, R.**, 1998. Green Building Handbook Volume 1, E & FN Spon, Great Britain.
- [6] **Simpson J. W., Horrobin J.**, 1970. The weatring and performance of building materials. Medical and technical publishing C.O. Ltd.
- [7] **Brimelow, E.L.**, 1957. Aluminium in building. E.I., Mac Donald and C.O Ltd., London.
- [8] **Öke, A.**, 1991. Yüksek Binalarda Giydirme Cepheler, Giydirme Cepheler Sempozyumu, Y.E.M Yayınları, İstanbul
- [9] **Ellison, D.C.**, Huntingon, W.C., Mickadett R.E., Building Construction, Sixth Edition
- [10] **İzgi, U.**, 1983. Hafif Cepheler Yardımcı Koruyucular.
- [11] **Akyürek, Y.**, 1994. Cam Giydirme Cepheler ve Sağır Cephe Kaplama Camları, Şişecam Teknik Kitapçığı, İstanbul.
- [12] **Oktuğ, Y.**, 1991. Yüksek Yapılarda Alüminyum Doğrama / Cephe Sistemleri, Giydirme Cepheler Sempozyumu, Y.E.M Yayınları, İstanbul
- [13] **Özgen, A., Sev, A.**, 1999. Depreme Dayanıklı Yüksek Yapılarda Cephe Kaplamaları Tasarımı, Cephe sistemleri ve Cephe Kaplamaları Sempozyumu, Y.E.M Yayınları, İstanbul
- [14] **Gürsoy, G.**, 1999. Giydirme Cephe Sistemleri ve Isı Yalıtım Gruplarına Göre Sınıflandırılmaları, Cephe sistemleri ve Cephe Kaplamaları Sempozyumu, Y.E.M Yayınları, İstanbul
- [15] **Toydemir, N.**, 1990. Cam Yapı Malzemeleri, İstanbul.

- [16] **Akyürek, Y.**, 1999. Mimarlar Cam Seçimi ve Tasarımında Daha Etkili Olabilmeli, Şişecam-Camtaş İnceleme - Ege Mimarlık Dergisi, **29**.
- [17] **Onaran, K.**, 2000. Malzeme Bilimi, Bilim Teknik Yayınevi, İstanbul.
- [18] **Şişecam.**, Cam Yapı Elemanları Katoloğu
- [19] **Mayem Alüminyum**, Alpoli Summary of Specification Data.
- [20] **Çuhadaroğlu A.Ş.**, Alucobond Katoloğu.
- [21] **Yılmaz, C.**, 2003. Kişisel görüşme.
- [22] **Hasol D.**, 1998. Ansiklopedik Mimarlık Sözlüğü. 7.Baskı, İstanbul.
- [23] **Baka Yapı Malzemeleri İnşaat A.Ş.**, Malzeme katoloğu.
- [24] **Çuhadaroğlu A.Ş.**, Sistem E50 Katoloğu, 2001
- [25] **Erdoğan, O.**, Yapılarda giydirme cephe sistemleri ve performans kriterleri Yüksek Lisans Tezi, Trakya Üniversitesi, Fen Bilimleri Enstitüsü, Edirne
- [26] **Metal ve Yapı Sistemleri Tic. A.Ş.**, Montaj eğitim dökümanları, Şantiyeler Müdürlüğü, İstanbul
- [27] **Kutaş A.Ş.**, 2003. Kişisel görüşme
- [28] **Cansun, O., Aygün, E.**, 1991. Giydirme cephe derzlerinde sızdırmazlık, Giydirme Cepheler Sempozyumu, Y.E.M Yayınları, İstanbul
- [29] **Baka Yapı Malzemeleri İnşaat A.Ş.**, Wacker silikon malzeme katoloğu
- [30] **Metal yapı Ar-Ge Lab.**, 2004. Kişisel görüşme.

ÖZGEÇMİŞ

1981 yılında Lefkoşa’da doğdu. İlkokulu Güzelyurt Kurtuluş İlkokulu’nda, orta ve lise eğitimini Lefkoşa Türk Maarif Koleji’nde tamamladı.

1998 yılında İstanbul Teknik Üniversitesi, Mimarlık Fakültesi, Mimarlık Bölümü’ne girdi. 2002 yılında lisans eğitimini tamamladı ve aynı yıl İstanbul Teknik Üniversitesi, Fen Bilimleri Enstitüsü, Mimarlık Anabilim Dalı, Fiziksel Çevre Kontrolü ve Yapı Teknolojisi programında yüksek öğrenimine devam etti.

Lisans eğitimini tamamladıktan sonra, alüminyum giydirme cephe sektörüne hizmet veren Mayem Alüminyum’da işe başladı. Şu an aynı sektöre hizmet veren Metal Yapı A.Ş’ de görevine devam etmektedir.

