

İSTANBUL
TEKNİK ÜNİVERSİTESİ
FEN BİLİMLERİ ENSTİTÜSÜ
100843

**ALÜMİNYUM GİYDİRME CEPHELERDE SU VE
NEM PROBLEMLERİ**

100843

YÜKSEK LİSANS TEZİ
Mimar K. Tûba Ademci
502980114011

100843

Tezin Enstitüye Verildiği Tarih : 17 Ocak 2000
Tezin Savunulduğu Tarih : 4 Şubat 2000

Tez Danışmanı : Prof. Dr. Erol Gürdal
Diğer Jüri Üyeleri Prof.Dr. Nihat Toydemir
Prof.Dr. Halit Yaşa Ersoy (M.S.Ü.)

[Signatures]

ŞUBAT 2000

ÖNSÖZ

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

Tüm öğrenim hayatım boyunca maddi ve manevi desteklerini benden esirgemeyen sevgili annem Gülay ADEMCI ve babam Mahmut ADEMCI' ye sonsuz teşekkür ederim. Ayrıca çalışmam sırasında bana manen destek olan sevgili ablam ve kardeşim ile tüm arkadaşlarıma da teşekkür ederim.

K. Tuba ADEMCI

Ocak, 2000



İÇİNDEKİLER

	<u>Sayfa no</u>
KISALTMALAR	viii
TABLO LİSTESİ	ix
ŞEKİL LİSTESİ	x
SEMBOL LİSTESİ	xii
ÖZET	xiii
SUMMARY	xiv
1. GİRİŞ	1
2. GİYDİRME CEPHE SİSTEMİNİ OLUŞTURAN ANA BÖLÜMLER VE GİYDİRME CEPHE SİSTEMLERİ	2
2.1. Giydirme cephe sistemini oluşturan ana bölümler	2
2.1.1. Taşıyıcı sistem	2
2.1.2. Pencere kuşağı	5
2.1.3. Parapet kuşağı	5
2.2. Giydirme cephe sistemleri	5
2.2.1. Çubuk sistem	8
2.2.2. Panel sistem	8
2.2.3. Yarı panel sistem	10
3. GİYDİRME CEPHE SİSTEMLERİNDE KULLANILAN ANA MALZEME OLARAK ALÜMİNYUM	12
3.1. Genel bilgiler	12
3.2. Alüminyumun tarihçesi	12
3.3. Ham maddelerin doğada bulunuşu	13
3.4. Alüminyumun üretimi	14
3.5. Alüminyumun özellikleri	15
3.5.1. Alüminyumun fiziksel ve kimyasal özellikleri	15
3.5.2. Geri dönüşüm özelliği	17
3.5.3. Isı iletkenlik özelliği	17
3.5.4. İşlenme ve form alabilme özelliği	17

3.5.5. Hafiflik	18
3.5.6. Korozyon direnci	18
3.5.7. Mekanik mukavemet	18
3.5.8. Zararsızlık	18
3.5.9. Kırılçılıksızlık, antimanyetiklik ve soğuga dayanımlı olma	19
3.5.10. Diğer metallerin çözünebilirliği	19
3.5.11. Estetik olma özelliği	19
3.5.12. Işın yansıtma kabiliyeti	19
3.6. Alüminyum alaşımları	19
3.6.1. Isıl işlem gerektiren alüminyum alaşımları	20
3.6.1.1. Duralüminyum	20
3.6.1.2. Al-Mg ve Silisyumlu üçlü alaşımlar	20
3.6.1.3. Al-Cu alaşımlar	20
3.6.2. Isıl işlem gerektirmeyen alaşımlar	20
3.6.3. Döküm alaşımları	21
3.7. Yarı mamul alüminyum üretimi	21
3.7.1. Silindirme	21
3.7.2. Ekstrüzyon ve ekstrüzyon presi	21
3.7.3. Çekme yöntemi	22
3.7.4. Dövme	22
3.8. Alüminyum döküm ürünleri ve döküm yolu ile üretim	22
3.8.1. Kum dökümü	22
3.8.2. Sürekli kalıp döküm	22
3.8.3. Pres döküm	23
3.9. Alüminyum parçaların birleştirilmesi	23
3.9.1. Perçin	23
3.9.2. Yapıştırma	23
3.9.3. Lehimleme	23
3.9.4. Kaynaklama	24
3.10. Alüminyumun mimarlıkta kullanımı ve mimari tasarıma etkisi	24
3.10.1. Çatı örtüleri ve duvar kaplama malzemeleri	25
3.10.2. Pencere ve kapı doğramaları	25
3.10.3. Asma tavan malzemeleri	26
3.10.4. Giydirme cepheler (Perde duvar)	26
3.10.5. Diğer alüminyum yapı malzeme ve elemanları	27
3.11. Alüminyum ürünlerin korunması ve bakımı	28
3.11.1. Kimyasal oksidasyon	28
3.11.1.1. M.B.V.yöntemi	28

3.11.1.2. E.V. yöntemi	28
3.11.1.3. Alodin yöntemi	28
3.11.1.4. Bonderit yöntemi	28
3.11.2. Elektrik oksidasyon	28
3.11.2.1. Daldırma yöntemi ile renklendirme	29
3.11.2.2. Entegral renklendirme (Renkli eloksal)	29
3.11.2.3. Elektrolitik renklendirme	29
3.11.3. Vernikle kaplama	29
3.11.4. Bitümle kaplama	29
3.11.5. Alüminyum ve alaşımlarının korunması	30
3.11.6. Alüminyum ve alaşımlarının bakımı	30
4. YALITIM İLE İLGİLİ ÇÖZÜMLER VE SİSTEMLER	31
4.1. Sızdırmazlık ile ilgili sistemler	31
4.1.1. Cephe yüzeyinde su akışı	31
4.1.2. Kapalı sistem	32
4.1.2.1. Elastik macun uygulaması	32
4.1.2.2. Conta uygulaması	35
4.1.3. Su boşaltmalı ve havalandırılmalı sistem	39
4.1.4. Basınç dengeli sistem	40
4.1.5. Sızdırmazlığı sağlayan malzeme örnekleri	41
4.1.5.1. Köpük bantlar	41
4.1.5.1.a. Köpük bantların kalınlık ve genişlikleri	42
4.1.5.1.b. Köpük bant örnekleri	43
4.2. Isı yalıtımı ve yoğuşma ile ilgili sistemler	54
4.2.1. Parapetli sistemler	54
4.2.2. Parapetsiz sistemler	58
5. KOROZYON	59
5.1. Korozyonun tanımlanması	59
5.2. Korozyon türleri	60
5.2.1. Homojen dağılımlı (üniform) korozyon	60
5.2.2. Galvanik korozyon	61
5.2.3. Çukurcuk korozyonu	62
5.2.4. Aralık korozyonu	64
5.2.4.1. İpliksi (filiform) korozyon	66
5.2.4.2. Boyanmış mimari alüminyum profil ve levhada filiform korozyon	66
5.2.4.3. Filiform korozyonun önlenmesi	70
5.2.5. Oyuklu korozyon	71
5.2.6. Seçimli korozyon	73
5.2.7. Taneler arası korozyon	74
5.2.8. Gerilmeli korozyon	74

6. KOROZYONDAN KORUNMA VE ALÜMİNYUM PROFİLLERİN YÜZEY İŞLEMLERİ

77

6.1. Eloksal ön işlemleri

78

6.1.1. Dekoratif görünüm için ön işlemler	78
6.1.2. Mekanik ön işlemler	78
6.1.3. Bağlama işlemi	79
6.1.4. Kimyasal ön işlemler	80
6.1.4.1. Yağ alma	80
6.1.4.2. Matlaştırma	81
6.1.4.3. Kostik rejenerasyonu	81
6.1.4.4. Parlatma (Polisaj)	82
6.1.4.5. Temizleme (Nötralizasyon)	83

6.2. Eloksal (Anodik oksidasyon)

83

6.2.1. Eloksal tabakasının yapısı	84
6.2.2. Eloksal tabakasının genel özellikleri	84
6.2.3. Eloksal işlemleri	85
6.2.4. Mimari ve parlak eloksallı	86
6.2.5. Sert eloksallı	86
6.2.6. İntegral renklendirme eloksallı	87
6.2.7. Kromik asit eloksallı	87
6.2.8. Fosforik asit eloksallı	87
6.2.9. Bariyer tabakalı eloksallı	89
6.2.10. Eloksal tabakasının renklendirilmesi	89
6.2.10.1. Renklendirme mekanizmaları	90
6.2.10.1.a. Daldırma boyama	90
6.2.10.1.b. İntegral eloksallı renklendirme	90
6.2.10.1.c. Elektrolitik renklendirme	91
6.2.10.1.d. İnterferans renklendirme	91
6.2.11. Eloksal tabakasının tespit işlemi	92
6.2.11.1. Sıcak (Hidrotermal) tespit	92
6.2.11.2. Soğuk (Emprenye) tespit	92
6.2.12. Eloksalde önemli kabul kriterleri	93
6.2.13. Alüminyum alaşımlarındaki elementlerin yüzey görünümüne etkisi	93
6.2.14. Eloksallı malzemelerde muayeneler ve deneyler	96
6.2.14.1. Muayeneler	96
6.2.14.2. Deneyler	96
6.2.14.2.a. Eloksal kaplama kalınlığının ölçülmesi	96
6.2.14.2.b. Tespit kalınlığının ölçülmesi	96
6.2.15. Eloksal kaplanacak malzemelerde dikkat edilmesi gereken hususlar	97
6.2.16. Eloksallı malzemelerin saklanma, taşınma ve temizlenmesi	97

6.3. Toz boya

98

6.3.1. Toz boya kaplamanın getirdiği avantajlar	98
6.3.2. Ön kontroller ve yüzey temizliği	99
6.3.3. Toz boya ön işlem şartları	99

6.3.4. Toz boyamada ön işlemin faydaları	101
6.3.5. Elektrostatik toz boyama uygulamaları	104
6.3.6. Toz boya çeşitleri	104
6.3.7. Toz boya uygulamasında emniyet önerileri	105
6.3.8. Boya uygulamalarındaki hatalar	106
6.3.9. Elektrostatik toz boya kaplama kalitesi kontrolü	107
6.3.10. Toz boya kaplanmış yüzeylerde bakım	108
7. DENEYLER	109
7.1. Sızdırmazlık ile ilgili deneyler	109
7.1.1. Statik basınç altında çarpan yağmura karşı su geçirimsizlik deneyi	109
7.1.1.1. Tarifler	110
7.1.1.2. Deney malzemeleri	110
7.1.1.3. Pencerenin deneye hazırlanması	110
7.1.1.4. Deneye hazırlanma	112
7.1.1.5. Deney	112
7.1.1.6. Deney raporu	113
7.1.1.7. Püskürtme metotları	113
7.1.1.7.a. Püskürtme metodu 1	113
7.1.1.7.b. Püskürtme metodu 2	113
7.1.1.7.c. Püskürtme metodu 3	114
7.1.2. Hava sızdırmazlık deneyi	114
7.2. Korozyon testleri	117
7.2.1. Korozyon test kabinleri	117
7.2.2. Çeşitli malzemelerin saf, eloksallı ve toz boyalı alüminyum üzerinde koroziif etkileri	117
7.2.2.1. Tuzlu suyun koroziif etkisi	119
7.2.2.2. Deniz suyunun koroziif etkisi	119
7.2.2.3. Alçının koroziif etkisi	122
7.2.2.4. Çimentonun koroziif etkisi	123
7.2.2.5. Kirecin koroziif etkisi	124
7.2.2.6. Na ₂ CO ₃ ' ın koroziif etkisi	125
7.2.2.7. Deterjanlı suyun koroziif etkisi	126
7.2.2.8. Sabunlu suyun koroziif etkisi	127
7.2.2.9. Çayın koroziif etkisi	128
8. SONUÇLAR VE ÖNERİLER	129
KAYNAKLAR	132
EKLER	135
ÖZGEÇMİŞ	138

KISALTMALAR

E.P.D.M.	: Etilen propilen dien terpolimeri
P.V.C.	: Polivinilklorid
CR	: Neopren
UV	: Ültraviyole
EAA	: Avrupa Alüminyum Birliği
ESTAL	: Avrupa Alüminyum Yüzey İşlem Birliği
HTV	: Yüksek sıcaklıkta çapraz bağlanan silikon kauçuğu
DC	: Doğru akım
AA	: Alternatif akım
TS	: Türk Standartları
EP	: Epoksi
MX	: Epoksi-poly
PE_s	: Polyester
PE_sF	: Polyester for facades
PE_s- SDF	: Polyester super durable facades

TABLO LİSTESİ

	<u>Sayfa No</u>
Tablo 4.1. Köpük bantların kalınlıkları	43
Tablo 4.2. Poliüretan esaslı köpük bantların sıkışmış ve şişmiş haldeki kalınlıkları ve su yalıtımı yaptığı derz kalınlıkları	47
Tablo 6.1. Endüstride kullanılan çeşitli eloksal elektrolitler ile elde edilen tabakaların özellikler	85



ŞEKİL LİSTESİ

	<u>Sayfa No</u>
Şekil 2.1. Taşıyıcı profil örnekleri	3
Şekil 2.2. Giydirme cephede düşey elemanlar	4
Şekil 2.3. Kompoze alüminyum kaplama ve vizyon bölgesi birleşimi plan detayı	6
Şekil 2.4. Kompoze alüminyum kaplamalı spandrel panel ve vizyon bölgesi birleşimi kesit detayı	7
Şekil 2.5. Çubuk sistem giydirme cephe şeması	8
Şekil 2.6. Panel sistem giydirme cephe şeması	9
Şekil 2.7. Panel sistemle yapılmış olan Türkiye İş Bankası Genel Müdürlük Binası, 4. Levent, İstanbul.	9
Şekil 2.8. Bitmiş montaj	10
Şekil 2.9. Monte edilmiş giydirme cephe elemanları	10
Şekil 2.10. Monte edilmemiş halde giydirme cephe elemanları	11
Şekil 2.11. Yarı panel sistemle yapılmış olan Sabancı Center Binası, 4. Levent, İstanbul.	11
Şekil 3.1. Alüminyumun elde edilişi	16
Şekil 4.1. Cephe yüzeyinde su sızıntı mekanizmaları	32
Şekil 4.2. Kapalı sistem macun uygulaması	34
Şekil 4.3. Türkiye İş Bankası şantiyesinde uygulanan panel sistem giydirme cephede macun uygulaması, 4. Levent, İstanbul.	35
Şekil 4.4. Farklı profil ve contaların kullanımı	36
Şekil 4.5. Kapalı sistem conta uygulaması	37
Şekil 4.6. Türkiye İş Bankası Genel Müdürlük Binası giydirme cephesinde E.P.D.M. fitil uygulaması, 4. Levent, İstanbul.	38
Şekil 4.7. E.P.D.M. fitillerin üst üste gelen panellerin arasında kullanımı.	38
Şekil 4.8. Su boşaltmalı ve havalandırılmalı sistem detayı	39
Şekil 4.9. Baskı profili detayı	40
Şekil 4.10. Basınç dengeli sistem detayı	41
Şekil 4.11. Silikon profil örnekleri	51
Şekil 4.12. Giydirme cephede köpük bantların kullanımına ilişkin düşey kesit	52
Şekil 4.13. Giydirme cephe duvar birleşim detayında silikon profil ve norton bantların kullanımına ilişkin yatay kesit	53
Şekil 4.14. Isı yalıtımının konumlandırılması	55
Şekil 4.15. Alüminyum giydirme cephelerde düşey taşıyıcı profil ile tespit profili arasında oluşturulan ısı köprüsü bariyeri	57
Şekil 5.1. Korozyon türleri	60
Şekil 5.2. Ayır türden olan metallerin yalıtkan conta ve ara parçaları kullanılarak izolasyonu	62
Şekil 5.3. Çukurcuk korozyonunun oluşum düzeni. (a) Başlangıç ve (b) ileri aşaması	63

Şekil 5.4.	Aralık korozyonuna yol açıcı özellikte dar bölgelerin oluşumu ve aralık korozyonunun başlangıç aşaması	64
Şekil 5.5.	Aralık korozyonunun ileri aşaması	65
Şekil 5.6.	Filiform korozyonun reaksiyonları	68
Şekil 5.7.	1190 çeliğin üzerinde alüminyum hidroksit partiküllerinin oluşturduğu oyuklu korozyon	72
Şekil 6.1	Eloksal banyo dizaynı ve kimyasal reaksiyonlar	88
Şekil 6.2.	Eloksal tesisinde işlem sırası	94
Şekil 6.3.	Eloksal proses akım şeması	95
Şekil 6.4.	Toz boya tesisinde işlem sırası	102
Şekil 6.5.	Toz boya proses akım şeması	103
Şekil 7.1.	Çuhadaroğlu A.Ş.'nin Başbakanlık Binası cephe testi için oluşturduğu deney laboratuvarındaki su püskürtme kulesi, Haramidere, İstanbul.	111
Şekil 7.2.	Komputer kontrol odası	111
Şekil 7.3.	Püskürtme metodu 1	115
Şekil 7.4.	Püskürtme metodu 2	115
Şekil 7.5.	Çarpan yağmura karşı su geçirimsizlik deneyi	116
Şekil 7.6.	Püskürtme metodu 3	116
Şekil 7.7.	Devirli korozyon test kabini (Çuhadaroğlu Kimya).....	118
Şekil 7.8.	Kabin içerisindeki boyanmış ve eloksalı alüminyum örnekleri (Çuhadaroğlu Kimya)	118
Şekil 7.9.	Saf, eloksalı ve toz boya ile kaplanmış alüminyum örnekleri için korozyon deneyi.....	119
Şekil 7.10.	Tuzlu suda bekletilmiş saf, eloksalı ve toz boyalı alüminyum örnekleri	120
Şekil 7.11.	Deniz suyunda bekletilmiş saf, eloksalı ve toz boyalı alüminyum örnekleri	121
Şekil 7.12.	Alçıda bekletilmiş saf, eloksalı ve toz boyalı alüminyum örnekleri	122
Şekil 7.13.	Çimentoda bekletilmiş saf, eloksalı ve toz boyalı alüminyum örnekleri	123
Şekil 7.14.	Kireç-kum karışımında bekletilmiş saf, eloksalı ve toz boyalı alüminyum örnekleri	124
Şekil 7.15.	% 5'lik Na_2CO_3 çözeltisinde bekletilmiş saf, eloksalı ve toz boyalı alüminyum örnekleri	125
Şekil 7.16.	Deterjanlı suda bekletilmiş saf, eloksalı ve toz boyalı alüminyum örnekleri	126
Şekil 7.17.	Sabunlu suda bekletilmiş saf, eloksalı ve toz boyalı alüminyum örnekleri	127
Şekil 7.18.	Çayda bekletilmiş saf, eloksalı ve toz boyalı alüminyum örnekleri	128
Şekil A.1.	Dilatasyon ve montaj detayı	135
Şekil A.2.	Çuhadaroğlu A.Ş.'nin oluşturduğu deney laboratuvarı, Haramidere, İstanbul	136
Şekil A.3.	Püskürtme Metodu 2'ye göre oluşturulan su püskürtme memeleri	137
Şekil A.4.	Dinamik su testi rüzgar üretici	137

SEMBOL LİSTESİ

Al	: Alüminyum
Cu	: Bakır
Si	: Silisyum
Zn	: Çinko
Mg	: Magnezyum
Mn	: Manganez
Co	: Kobalt
Cl	: Klor
H	: Hidrojen
He	: Helyum
Fe	: Demir
Pb	: Kurşun
Cr	: Krom
d	: Yoğunluk (gr/cm^3)
α	: Genleşme katsayısı ($\text{m/m}^\circ\text{C}$)
E	: Elastisite modülü (N/mm^2)
G	: Kayma modülü (N/mm^2)
σ	: Çekme dayanımı (N/mm^2)
ε	: Kopmada uzama oranı
μ	: Poisson oranı
c	: Özgül ısı ($\text{cal/gr}^\circ\text{C}$)
λ	: Isı iletkenlik katsayısı ($\text{W/m}^\circ\text{K}$)
M	: Hareket genliği (mm)
$W_{\min}$	: Minimum derz genişliği (mm)
W_c	: Derzin yapım aşamasında olması gereken genişliği (mm)
S	: Kalınlık
F	: Macun hareket tolerans faktörü (%)
P	: Basınç (N/m^2)
V	: Voltaj
A	: Amper
pH	: Asitlik değeri
T	: Film kalınlığı (mikron)
B	: Boya miktarı (kg)
t	: Zaman (sn)

ALÜMİNYUM GİYDİRME CEPHELERDE SU VE NEM PROBLEMLERİ

ÖZET

Bu araştırmada, son yıllarda dünyada ve ülkemizde yüksek binaların artışıyla birlikte süratli uygulama olanağı, cephe temizliğinin kolaylığı, dış tesirlerden korunma, hafiflik ve estetik etkilerden dolayı bu binalarda sıkça uygulama olanağı bulan giydirme cephe sistemlerinde karşılaşılan su ve nem problemleri ile sistemlerin tasarım ve uygulamasında alınacak önlemlere değinilmiştir.

Çalışmanın ikinci bölümünde, giydirme cephe sistemini oluşturan ana bölümler ile ülkemizde uygulanan giydirme cephe sistemleri incelenerek, bunların birbirleri ile kıyaslamaları yapılmıştır. Her bina için ayrıcalık gösteren bu sistemler, tasarım aşamasında ele alınmalı ve malzeme, zaman ve mimari yönden en uygunu yapıda kullanılmalıdır.

Üçüncü bölümde ise, hafifliği, kolay işlenebilme ve form alabilme özelliği, montaj kolaylığı ve mekanik mukavemetinin yeterli olması gibi nedenlerle giydirme cephe uygulamalarında en çok kullanılan malzeme olan alüminyum detaylı olarak incelenmiştir.

Dördüncü bölümde yalıtımla ilgili çözümlerden, su ve hava sızdırmazlığı ile ilgili sistemler ile ısı yalıtımı ve kondensasyon ile ilgili sistemlere yer verilmiştir. Sızdırmazlığı sağlayan bu sistemlerin seçimi tasarım aşamasında yapılmalıdır ve bu sistemlerden biri olan kapalı sistemde sızdırmazlığı sağlayan malzemeler önem kazanmaktadır. Bu nedenle bu bölümde sızdırmazlığı sağlayan malzemelerden ayrıntılı olarak bahsedilmiştir.

Normal atmosfer koşullarında alüminyum, korozyon direnci yüksek bir yapı metalidir. Olmasına rağmen çeşitli nedenlerle korozyona maruz kalmaktadır. Beşinci bölümde ise, su ve nemin alüminyum malzemede neden olduğu en önemli problemlerden biri olan korozyonun tanımlanması ve korozyon türleri anlatılmıştır.

Altıncı bölümde, alüminyum profil, panel ve levhaların korozyondan korunması için gerekli olan yüzey işlemlerinden eloksal ve toz boya konularına değinilmiştir. Eloksal ve toz boya, alüminyumun üzerinde kendiliğinden oluşan oksidasyon tabakasının kalınlığının elektrolitik işlemlerle artırılmasıdır.

Yedinci bölümde, sızdırmazlık ve korozyonla ilgili deneyler ve testlere yer verilmiştir. Sızdırmazlık ile ilgili deneyler, giydirme cephelerin imalatından önce gerçek boyut ve şartlarda uluslararası normlara uygun olarak denenerek binaya monte edilmiş halde performansının tespit edilmesine dayanmaktadır.

Sonuç bölümü olan sekizinci bölümde ise, su ve nem problemlerinin ve bu problemlerden korozyonun önemi ile tasarım ve uygulama aşamasında dikkat edilmesi gereken hususlar üzerinde durulmuş ve önerilerden bahsedilmiştir.

WATER AND DAMP PROBLEMS IN ALUMINIUM CURTAIN WALL SYSTEMS

SUMMARY

A curtain wall is a prefabricated element. The curtain wall has no role in supporting the main structure, it is supported by another structure and made of different materials. In recent years, while high buildings have increased in number in the world as well as in this country, curtain wall systems have brought about a new practice in architecture. This is because of its speed of construction, the ease of cleaning, the protection against natural forces, its lightness and aesthetic characteristics. But, because of some defective practices, this progress (which has happened over a short period of time) has brought with it physical problems. When air and water get in to the inner surfaces of the structure, sweating, condensation and corrosion are the most important problems.

If water and damp, which both cause curtain wall systems to have major problems aren't carefully considered in both design and practice, and precautions aren't taken, then serious consequences occur. These systems which are different for every building, should be researched at the project stage and the best materials should be used according to time and architectural conditions. Curtain wall systems are divided into three groups including those connected with vertical and horizontal frame equipment:

- Stick systems,
- Panel systems,
- Semi panel systems.

A method of proofing against leakage in glass-metal curtain wall systems which have a straight and continuous surface, is provided by the impermeability of joint between window surfaces and supporting equipment. With joint there are three systems which arrange this impermeability:

- Closed systems,
- Discharging water systems and ventilated systems,
- Balanced pressure systems.

The selection of equipment for leak-proofing against water and air is important. Two leak-proof materials are used in closed systems. These are elastic putty and plastic.

Before, selected curtain wall systems are produced in real sizes and conditions, the effect of varying dimension on the performance of the system on the structure must

be known. Also, the problems which will occur during its lifetime should be known and solved before implementation.

Because of, aluminium's lightness and durability against natural forces plus its strength and ease of processing and mounting, it is one of the preferred materials in curtain wall systems. In normal atmospheric conditions, aluminium is the metal which has the highest resistance to corrosion. It is the oxidation process, which on aluminium happens in a short time, which gives it these characteristic yet isn't noticeable. This anodic oxide coating (which is formed by itself) protects the metal from corrosion and chemical effects in direct proportion to its thickness. The thickness of this layer can be increased by electrolytic treatments. Electrolytic anodic oxidation is one of these treatments. Besides this aluminium profile is covered by spray paint to protect it from corrosion, and to give it multicoloured decorative effects.

The base surface treatment of aluminium is important for spray paint and electrolytic coverings. Because, further coatings need a perfect base. However perfect a secondary covering is, if it is on a poor initial base it won't function well.

From the results of laboratory experiments which were made, it was seen that aluminium profiles coated with electrolytic spray paint, corrode when faced with conditions of 20-22°C, an atmosphere of 60% humidity, a 5% saline solution and a 5% Na_2Ca_3 solution, if they come in to contact with plaster, lime and concrete.

Because of this, aluminium which come into contact with plaster and concrete surfaces must be insulation well. Aluminium surfaces with anodic oxidation, which has been well prepared for durability against natural forces, must be protected against scrapings, corrosion and battering. During cleaning and maintenance, equipment which dissolve and scratch oxide shouldn't be used. Aluminium materials, where they contact air and nature's forces should be washed with hot and then cold water and dried once every three or four months using a soft brush or cloth.

1. GİRİŞ

Giydirme cephe; yapının taşıyıcı strüktürü içerisinde hiçbir görev almayan, bu strüktür tarafından taşınan veya desteklenen hafif malzemelerle yapılan prefabrike bir cephe elemanıdır. Giydirme cepheler, yüksek bina sayısındaki artışla birlikte, süratli uygulama, cephe temizliğinin kolaylığı, dış tesirlerden korunma, hafiflik ve estetik etkilerle yaygınlaşan uygulama olanağı bulmuşlardır. Giydirme cepheler, bina ile doğa arasında iki taraflı çalışan bir filtre gibidir.

Avrupa ve Amerika'da olduğu gibi ülkemizde de mimari alanda yeni bir cephe anlayışı oluşturmuştur. Ancak giydirme cephede kısa zamanda meydana gelen bu gelişme, beraberinde yanlış uygulamalar sonucu bazı problemler getirmiştir. Avrupa ve Amerika'da yaklaşık kırk yıldır uygulanan bu sistemlerde zaman içerisinde uygulamadan kaynaklanan bir takım hasarlar oluşmuş ve bu durum telafisi güç ve masraflı problemler yaratmıştır.

Giydirme cephe sistemlerindeki en önemli problemlerden biri olan su ve nem, sistemlerin tasarım ve uygulamasında dikkat edilmez ve önlem alınmaz ise ciddi hasarlara neden olacak dış etkenlerdendir. Bu çalışmada, giydirme cephe sistemlerinde özellikle detaylarda karşılaşılan problemler ile bu problemlerin tasarım ve uygulamada çözümlerine ilişkin alınması gereken önlemlere değinilmiştir. Giydirme cephede kullanılan ana malzeme olarak alüminyumun su ve nem karşısında uğradığı korozyon en önemli problemlerden biri olarak düşünülmüş, alüminyum doğrama, profil ve panellerin korozyondan korunması için alınacak önlemlere değinilerek, konuya ilişkin testler ve deneylere yer verilmiştir.

2. GİYDİRME CEPHE SİSTEMİNİ OLUŞTURAN ANA BÖLÜMLER VE GİYDİRME CEPHE SİSTEMLERİ

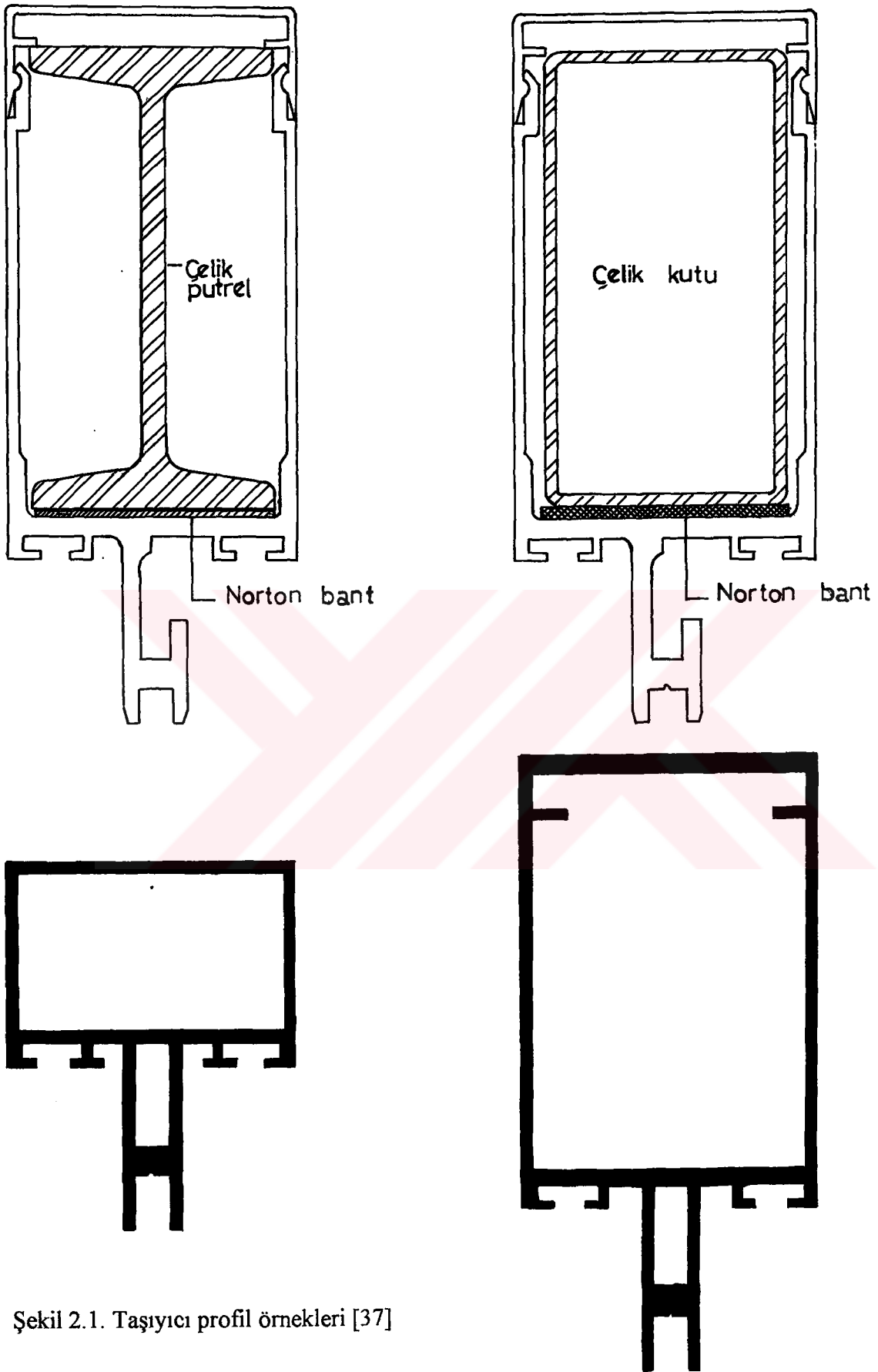
2.1. Giydirme cephe sistemini oluşturan ana bölümler

Giydirme cephelerin bina ile doğa arasında çift taraflı çalışan bir filtre gibi olduğunu düşünürsek, yağmur, rüzgar, soğuk, ses gibi etkenlerden iç mekanı koruması açısından sistemleri incelemek yerinde olacaktır. Giydirme cephe sisteminde en uygun malzemeyi seçmek ve onu en iyi şekilde kullanmak için malzemeleri tanımanın yanı sıra bu sistemleri yapı fiziği açısından da incelemek gerekmektedir. Giydirme cephe sistemlerini işlev ve malzeme açısından taşıyıcı sistem, pencere kuşağı (vizyon bölgesi), ve parapet kuşağı (spandrel bölgesi) olarak ayırmak mümkündür [6].

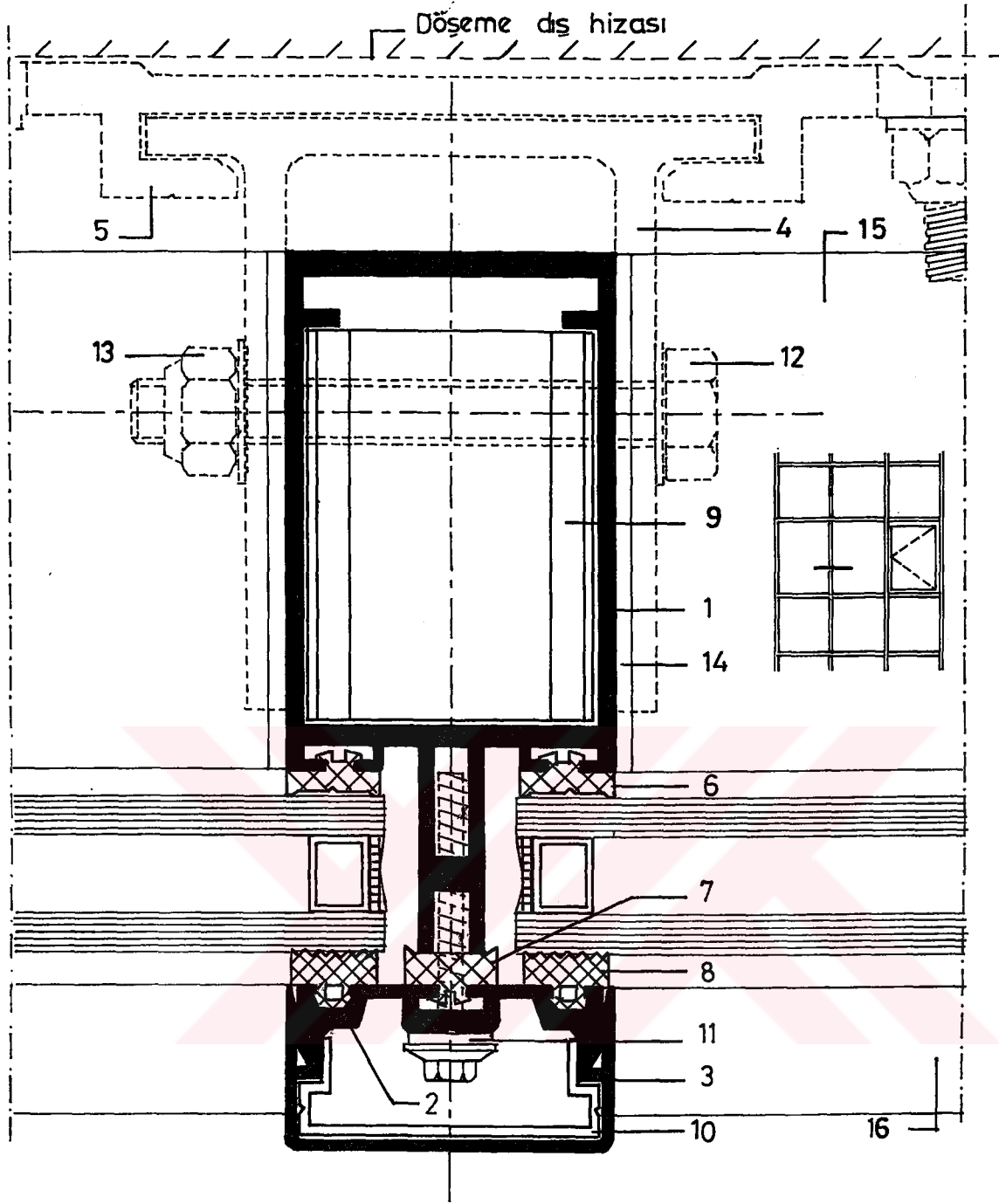
2.1.1. Taşıyıcı sistem

Giydirme cephe sistemini uygun görülen noktalardan yapı strüktürüne ankraj elemanlarıyla bağlayarak cephe sistemini yapı strüktüründen bağımsız olarak taşıyan ve cephenin yükünü sadece ankraj noktalarından yapı strüktürüne ileten alüminyum ve çelik malzemeden oluşan bir sistemdir. Detay açısından incelenirse konstrüksiyonda yatay ve düşey yönde hareket imkanı veren çözümler önemlidir. Sistemde ısı genleşmeleri sonucu gerilmeler oluşacağından sistemde genleşme aralıkları bırakılmalıdır [6].

Taşıyıcı sistemde ayrıca parapet arkasında kalan yalıtılmış bölgedeki yoğuşmayı önlemek için bölgede içeri su sızıntısının olmayacağı şekilde havalandırma kanalları açılmalıdır. Taşıyıcı profil ile tespit profili arasında ısı farklılıklarından oluşabilecek yoğuşmanın önlenmesi için plastik fitiller kullanılmalıdır (Şekil A.1).



Şekil 2.1. Taşıyıcı profil örnekleri [37]



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

Şekil 2.2. Giydirme cephede düşey elmanlar [37]

2.1.2. Pencere kuşağı (vizyon bölgesi)

Giydirme cephe sisteminde yapıya ışık ve görüntüyü sağlayan kısımdır. Cephe sisteminde bu kısım cam ünitelerle geçirilir. Cam üniteler gerekli konfor koşullarını sağlamak için çoğu zaman kompozit uygulamalarla cephede işlevini yerine getirir (Şekil 2.3), [6].

2.1.3. Parapet kuşağı (spandrel bölgesi)

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

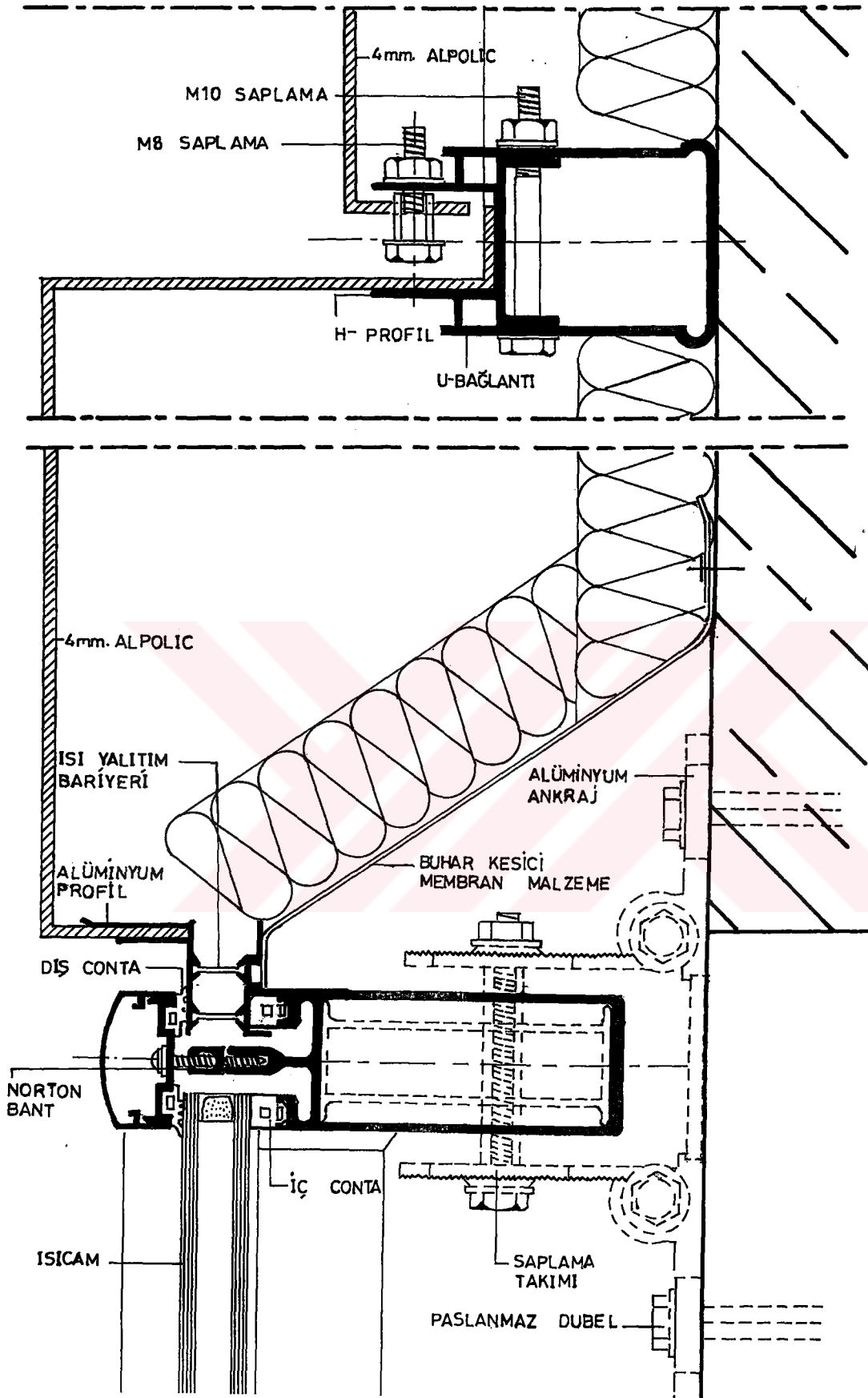
Parapet kuşağını kesit olarak incelediğimizde dıştan içe doğru cam ünitesi veya alüminyum, hava boşluğu, ısı yalıtım malzemesi, buhar kesici, ve parapet duvarı şeklinde bir kesit ortaya çıkar. Bu kesitte yapı fiziki açısından bir takım problemlere çözüm getirilmesi gerekir:

- Yüksek sıcaklık
- Yoğuşma
- Kirlenme
- Yangın yayılması

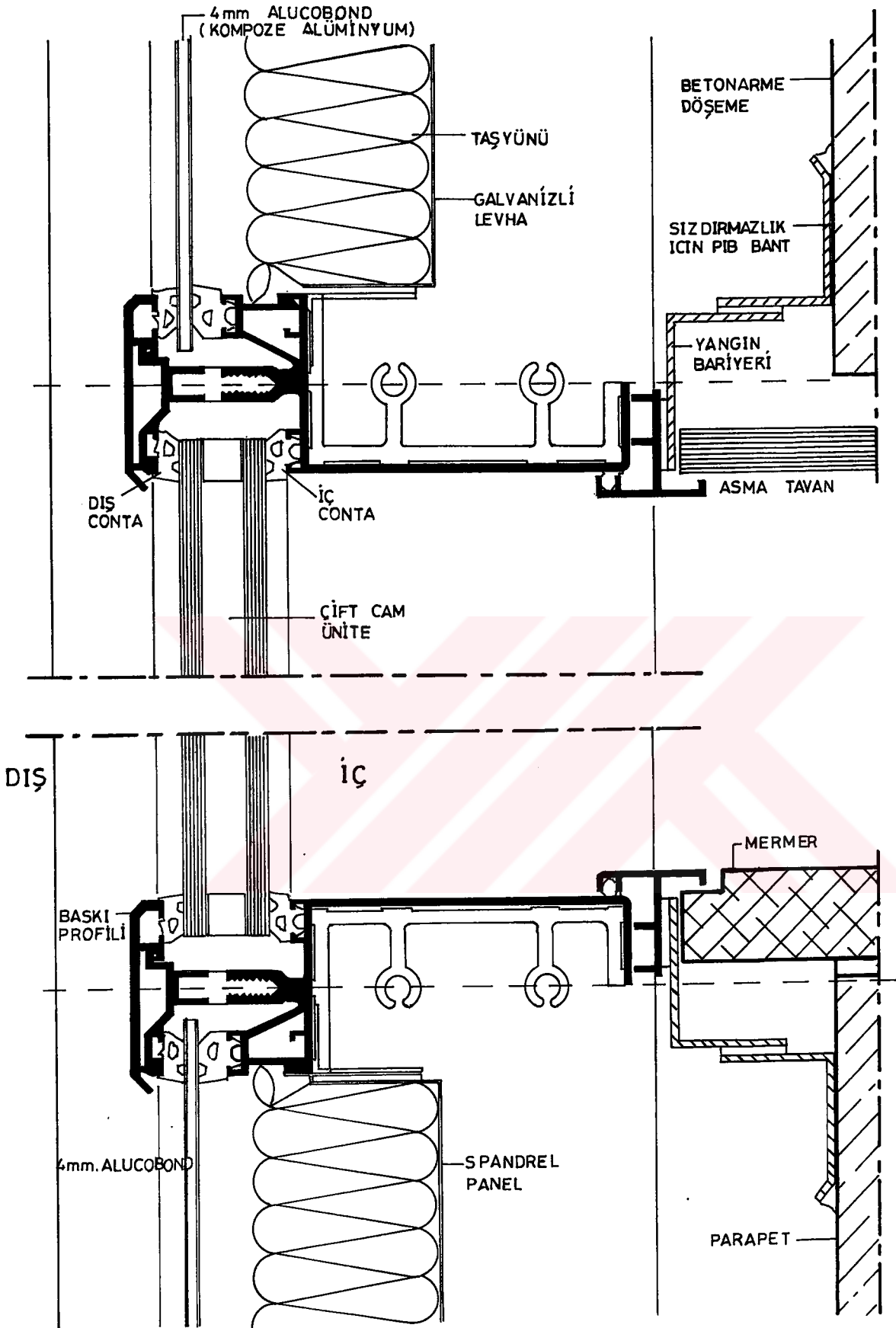
Yüksek sıcaklık, kullanılan güneş kontrol camları ile, kondensasyon, parapet bölgesinin havalandırılmasıyla, kirlenme, opaklaştırmanın ısıya dayanıklı malzemelerle yapılmasıyla, yangının yayılması ise parapet önüne konulan yangın tutucu levhalarla çözülebilir (Şekil 2.4), [6].

2.2.Giydirme cephe sistemleri

Giydirme cephenin oluşturulmasında üç ana yöntem vardır. Her bina için ayrıcalık gösteren bu sistemler, tasarım aşamasında ele alınmalı ve malzeme, zaman ve mimari yönden en uygunu yapıda kullanılmalıdır. Çoğu ızgara olarak tasarlanan giydirme



Şekil 2.3. Kompoze alüminyum kaplama ve vizyon bölgesi birleşimi plan detayı [35]

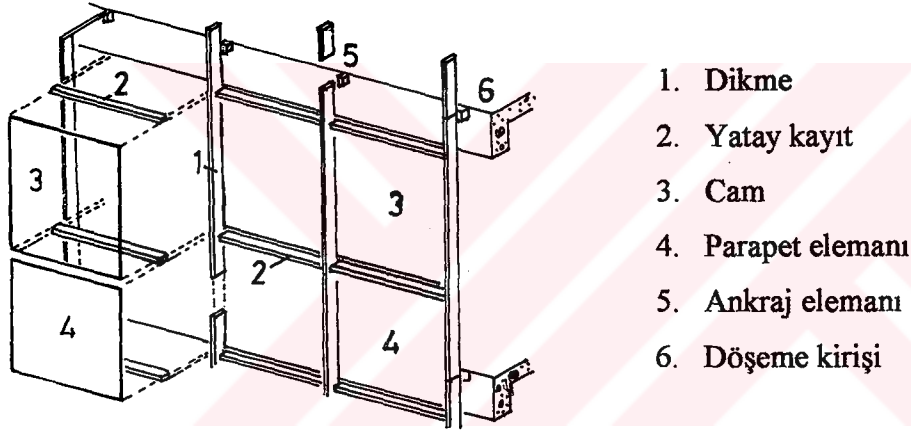


Şekil 2.4. Kompoze alüminyum kaplamalı spandrel panel ve vizyon bölgesi birleşimi kesit detayı [35]

cepheler, düşey ve yatay çerçeve elemanlarının uygulanma tarzı açısından çubuk, panel ve yarı panel sistem olarak üçe ayrılır.

2.2.1. Çubuk sistem

Bu sistemde bina cephesinde uygun aks aralarında ankraj elemanları konulur, bu ankraj elemanlarına düşeyde profiller yatayda kayıtlarla bağlanır ve bu bağlantıların araları uygun dolgu malzemeleri ve cam plaklarla doldurulur. Bu sistem ülkemizde yaygın olarak kullanılan bir sistemdir. Diğer sistemlere göre daha ucuzdur. Fakat yatay ve düşey hareketlere karşı uyumu zayıf, montajda hata payı oranı daha yüksek bir sistemdir. İyi sonuç alınması için çok iyi detaylandırılıp, imalinin ve montajının hatasız yapılması gerekir (Şekil 2.5), [6].



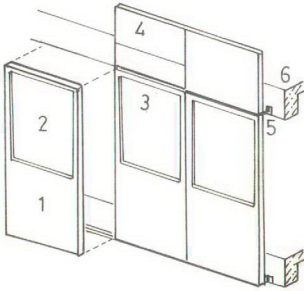
Şekil 2.5. Çubuk sistem giydirme cephe şeması [11]

2.2.2. Panel sistem

Giydirme cepheyi oluşturan doğrama elemanları taşınmaya ve montaja müsait bir veya iki aks ve bir kat yüksekliğinde elemanlar halinde hazırlanır. Dolgu malzemeleri takılmış vaziyette şantiyeye getirilir ve özel montaj ekipmanlarıyla yapıya takılır. Diğer sistemlere göre daha pahalı fakat daha üstün bir sistemdir.

Yatay ve düşey bina hareketlerine tam uyum sağlayabilir. Aynı zamanda çok hızlı montaj imkanı vardır. Bu özelliği ile kısa sürede bitirilmesi istenilen binalar için

avantajlıdır. Kaba inşaat sırasında gerekli ölçüler alınıp çok hızlı bir şekilde imalat ve montajı yapılabilir (Şekil 2.6), [6].



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

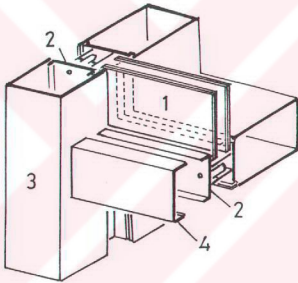
Şekil 2.6. Panel sistem giydirme cephe şeması [11]



Şekil 2.7. Panel sistemle yapılmakta olan Türkiye İş Bankası Genel Müdürlük Binası, 4. Levent, İstanbul.

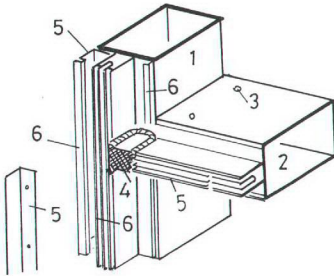
2.2.3. Yarı panel sistem

Bu sistemde paneller kat düzeyinde yatay şeritler halinde hazırlanmış kat boyunda büyük bir paneldir. Demonte olarak şantiyeye getirilir ve şantiyede monte edilir. Camlar şantiyede içten ve dıştan takılır. Çubuk sistemin ekonomikliği ile panel sistemin yüksek yapılar için önemli bir özelliği olan bina hareketlerine uyumun birleştirilmiş bir şeklidir. Son yıllarda dünyada birçok ülkede uygulanmıştır. Türkiye’de ilk uygulama alanı Sabancı Center’dir (Şekil 2.11). Ülkemizin 1. dereceden deprem kuşağında olduğu düşünülürse deprem için uygun bir sistem olan yarı panel sistem doğru ve ekonomik bir çözümdür [6]. Şekil 2.8, 2.9, 2.10 ‘da giydirme cephe oluşturulması, detay düzeyinde, bitmiş halinden geriye doğru sıra izlenilerek incelenmiştir. Örnekte yer alan dikme, yatay kayıt, fitil, bağlantı elemanı firmadan firmaya farklılık gösterir [11].



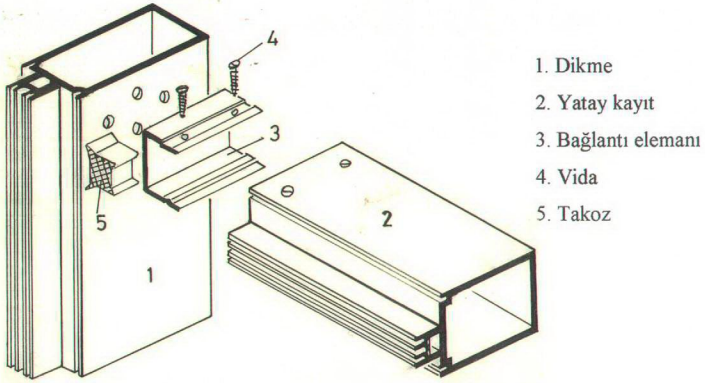
1. Cam, 2. Alt kapak
3. Düşey üst kapak
4. Yatay üst kapak

Şekil 2.8. Bitmiş montaj



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

Şekil 2.9. Monte edilmiş giydirme cephe elemanları



Şekil 2.10. Monte edilmemiş halde giydirme cephe elemanı



Şekil 2.11. Yarı panel sistemle yapılmış olan Sabancı Center, 4. Levent, İstanbul

3. GİYDİRME CEPHE SİSTEMLERİNDE KULLANILAN ANA MALZEME OLARAK ALÜMİNYUM

3.1. 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, çağımızı her alanda istediği, verimlilik ve rasyonalizasyon ilkelerine uygunluğudur. Bu özellikleri; alüminyumun yapıda, endüstride ve günlük yaşamımızda değişik alanlarda yaygın olarak kullanılmasını sağlamıştır. Değişik ve istenilen özelliklere sahip yeni alaşımlarının geliştirilmesine paralel olarak üretimi yanında kullanım alanları da hızla artmaktadır.

Alüminyum, adını, yaptığı en önemli bileşiği olan ve Türkçemizde **kantaşı** veya **şap** adı verilen $KAl(SO_4)_2$ birleşimindeki tuzundan almıştır. Bu çift tuz, doğada da bulunmakta ve batı dillerinde alünit, alün veya alaun gibi adlarla anılmakta olduğundan, alüminyum kelimesi de mineralin bu adından türetilmiştir. Türkçede kullanılan şap kelimesi ise, bu bileşiği 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 kullanılmakta idi [25].

3.2. Alüminyumun tarihçesi

Yer kabuğunda silisyumdan sonra en fazla bulunan alüminyum, 19. yüzyıl başlarına kadar bilinmeyen bir metal idi. 1809’da bir İngiliz bilgini olan Sir Humphrey Davy, alüminyum-demir bileşiğini elde ederek, daha önceden de tahmin edildiği üzere, alüminyumun metalik tabanlı olduğunu kanıtladı [2]. Bununla birlikte Davy,

kil yapısı içinde alüminyumun varlığını belirledi. Kilden alüminyum oksidi (Al_2O_3) ayırmasına rağmen yaptığı birçok denemelerde alüminyum ayırmayı başaramadı. Bir çeyrek yüzyıl sonra, alüminyumun başlıca hammaddesi olan boksit, Güney Fransa da Les Beaux kasabasında bulundu ve filize bu kasabaya atfen Beauxite(boksit) adı verildi. 1825 yılında Danimarka'da Kopenhag Üniversitesinde fizik profesörlerinden olan Hans Christian Oersted, 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), [25].

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 metod 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 [25].

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.

3.3. Ham maddelerinin doğada bulunuşu [25]

Alüminyum oksitleri, doğada en fazla bulunan bileşiklerdir. Alüminyum birleşikleri, yer kabuğunun bilinen kısımlarının % 7,5'ünü oluşturur. Doğada bulunan alüminyum bileşiklerinin büyük bir kısmı çift silikatlı mineraller halindedir. Feldispatlar içerisinde ortoklas ($KAlSi_3O_8$), anortit $\{Ca(AlSiO_4)_2\}$, albit ($NaAlSi_3O_8$) ve kil mineralleri $\{Kaolen=(Al_2O_3.2SiO_2.2H_2O)\}$ ve bunların meydana getirdiği topraklar içinde değişik hidrate (sulu) silikatler halinde bulunur. Ne yazık ki bütün bu

alüminyum yönünden zengin minerallerden alüminyum eldesini sağlayacak teknoloji bugün bile geliştirilmemiştir.

Günümüzde en önemli alüminyum filizi, kırmızı renkli boksittir. Boksit (Beauxite) $Al_2O_3 \cdot 2H_2O$ 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 mevkilerinde , 25 milyon ton mertebesinde boksit rezervleri tespit edilerek, sahalar 1965 yılında Etibank'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 ham madde ihtiyacı karşılanmış olacaktır.

3.4. Alüminyumun üretimi

Alüminyum şapı, 2500 seneden beri bilinmesine rağmen metalik alüminyum üretiminin ancak 19.yüzyıl ortalarında elde edilebilmesinin nedeni, bu metalin +3 değerlikli olması, yani bir molekülü için fazla elektrik ihtiyacı duyması ve yoğunluğunun düşük olmasıdır. Bu yüzden üretilebilmesi için elektrik enerjisinin ucuzlaması ve teknolojik gelişmeye gereksinim duyulmuştur [25].

Alüminyum üretimi günümüzde yaygın olarak boksitten Bayer yöntemi ile Al_2O_3 elde edilmesine ve bundan da elektroliz yoluyla alüminyumun ayrılmasına dayanır (Şekil 3.1.). 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, boksitin diğer öğelerinden oluşan kırmızı çamurlardan seyreltme, 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° C sıcaklıkta kurutulur. Bu suretle $\text{Al}_2\text{O}_3 \cdot 3\text{H}_2\text{O}$ birleşiminden oldukça saf olan Al_2O_3 haline döner [25].

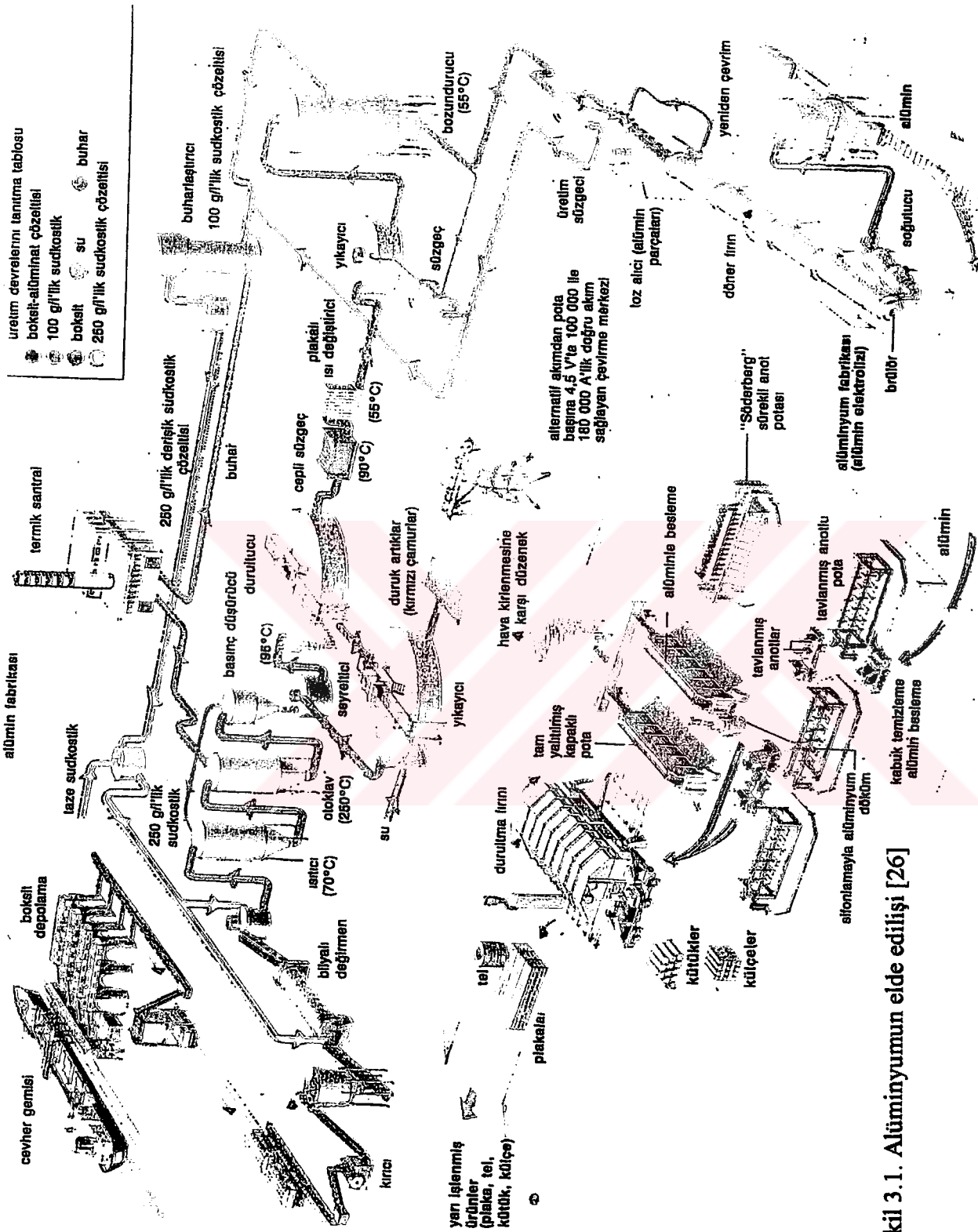
Al_2O_3 'ün redüksiyonu ile alüminyum elde edilmesi, erimiş elektroliz yolu ile yapılır [25]. Erimiş kriyolitte ($\text{AlF}_3 \cdot 3\text{NaF}$) çözünmüş alüminden (Al_2O_3) yüksek sıcaklıkta doğru akım geçirilir; akım etkisiyle alümin bozunur ve alüminyum ile oksijen açığa çıkar. Uygulamada pota dibinde (katot) erimiş alüminyum birikirken, kömürden yapılan anotta oksijen toplanarak kömürün yükseltgenmesine neden olur. İşlem sonucunda, anottan karbondioksit ve karbonmonoksit karışımından oluşan bir gaz çıkar. İşlem dikdörtgen biçiminde çelik bir potada uygulanır; potanın tabanı ve iç çeperleri, katot görevi yapan pişirilmiş kömür (antrasit) bloklarıyla donatılmıştır. Anot olarak katranla topaklanıp sıkıştırıldıktan sonra 1200°C' ta pişirilen petrol kokundan bloklar kullanıldığı gibi, Söderberg sürekli anodundan da yararlanılabilir. Akım yeğniliği, yaklaşık 4V'lık gerilim altında 175000 A' e ulaşır. Sıcaklık joule etkisinden yararlanılarak 1000°C' ın biraz altında tutulur [26].

Bir ton alüminyum elde etmek için, 2 tona yakın alümin, yaklaşık 13000 kWh enerji, 450 kg petrol koku ve florürlü bileşikler biçiminde 10 kg florür gerekir. Bu yolla elde edilen alüminyumun arılık oranı % 99,5 ile %99,8'e ulaşır. %99,9 ve daha ileri arılıкта alüminyumsa erimiş üç katmanlı elektrolitik arıtmayla ya da ayrıştırmayla hazırlanır [26].

3.5. Alüminyumun özellikleri

3.5.1. Alüminyumun fiziksel ve kimyasal özellikleri [25]

Sembol.....	: Al
Atom no	: 13
Atom ağırlığı.....	: 27
Yoğunluk (ortalama).....	(d): 2,7 gr/cm ³
Genleşme katsayısı.....	(α): 23,5x10 ⁻⁶ m/m°C.
Elastiklik modülü.....	(E): 7,2x10 ⁴ N/mm ²
Kayma modülü.....	(G): 2,7x10 ⁴ N/mm ²



Çekme dayanımı:

Alaşım..... (σ) : 80 N/mm²

Saf (σ) : 60 N/mm²

Kopmada uzama oranı:

Alaşım..... (ϵ) : % 0,45

Poisson oranı.....(μ) : 0,36

Mohs sertliği..... : 2-2,5

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

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

Katılaşmada hacimsel büzülmesi..... : %6,6

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

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

3.5.2. Geri dönüşüm özelliği

Geri dönüşümü kolaydır. Alüminyumun yeniden kullanılışı %95'e varan bir enerji tasarrufu sağlar. Binalarda kullanılan alüminyumun; eskime değiştirme ve yıkılma gibi nedenlerle geri dönüş oranı %85-90'dır [2].

3.5.3. Isı iletkenlik özelliği

İletkendir, ısı ve elektriği çok iyi iletir. Bu özelliği tercihen ısıtma levhalarında, güneş kollektörlerinde ve soğutucularda kullanılır [2]. Isı iletkenliği istenmeyen, alüminyum doğrama gibi yapı elemanlarında ise önemli bir sakıncadır. Bu tür elemanlarda, iletkenliğin önleendiği detaylar seçilir.

3.5.4. İşlenme 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.

3.5.5. 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.

3.5.6. Korozyon direnci [10]

Normal atmosfer koşullarında alüminyum korozyon direnci en yüksek yapı metalidir. Ona bu özelliğini sağlayan, üzerinde kısa sürede oluşabilen yaklaşık $1,3 \times 10^{-5} \text{ mm}$. kalınlığındaki gözle fark edilmeyen oksidasyon tabakasıdır. Kendiliğinden oluşan bu oksit filmi kalınlığı ile doğru orantılı olarak metali, aşınma ve kimyasal etkilere karşı korur. Tabakanın kalınlığı ileride ayrıntılı olarak değinilecek olan elektrolitik işlemlerle (örneğin eloksal) artırılabilir. Alkali metaller ve hidroklorik asitle kolayca etkileşir. Sulandırılmış asitlerle yavaş etkileşir. Sülfüre karşı kimyasal etkenliği yoktur. Korozyon etkileri ve sonuçlarına ileride değinilecektir.

3.5.7. Mekanik mukavemet [9]

Saf halde alüminyumun 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. Alüminyumun elastiklik modülü 72.000 N/mm^2 'dir. Düşük elastisite modülü nedeniyle çelik demir veya bakır gibi malzemelere oranla, eşit yük altında daha fazla deformasyon gözlenir. Bununla birlikte alaşım cinsine, üretim şekline, konulduğu ısı ve mekanik işlemlere bağlı olarak mukavemeti, çelikle eşdeğer olmasa bile yapıda strüktürel eleman olarak kullanılacak şekilde artırılabilir.

3.5.8. Zararsızlık [2]

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.

3.5.9. Kıvılcımsızlık, antimanyetiklik ve düşük sıcaklığa dayanımlı olma [2]

Kıvılcımsızlık ve antimanyetiklik özelliği vardır. Kıvılcımsız özelliğinden dolayı patlayıcı malzemelerle birlikte kullanılabilir. Antimanyetikliği ise yüksek voltajlı veya hassas manyetik cihazlarda kullanılmaktadır. Düşük sıcaklığa dayanımından dolayı bu tür ortamlarda aranan bir malzemedir.

3.5.10. Diğer metallerin çözünabilirliği [8]

Silikon, bakır, demir, çinko, kalay, manganez, alüminyumun içinde kolay çözünür. Uygulamada sodyum ve potasyum alüminyumda çözünemez. Titanyum, vanadyum, nikel ve kromun çözünabilirliği düşüktür. Hidrojen ise alüminyumun içinde her oranda çözünebilir tek gazdır.

3.5.11. Estetik olma özelliği

Kolay form alması ve malzeme yüzeyinde oldukça zengin çeşitte mekanik ve kimyasal işlemlerle, istenilen her türlü etkinin yaratılması mümkündür.

3.5.12. Işın yansıtma kabiliyeti

Alüminyumun prestan çıkmış halinde bile ısı ve ışık yansıtıcılığı, özellikle ultraviyole ışınları yansıtıcılığı çok yüksektir. Beyaz ışıktaki 0,05 düşük yutuculukta parlatılmış alüminyumun yansıtıcılığı %65'tir. Alüminyumla kaplı yüzeyler dıştan gelen sıcaklığı dışa doğru aksettirdiği için hacim serin kalır, içten gelenide içe iade edeceğinden dışa doğru ısı kaybı yoktur. Alüminyum yüzeyler mat halde güneş ışınlarının %80'ini, parlak halde %95'ini iade eder. Netice olarak alüminyum iyi bir ısı izolasyon malzemesidir [9].

3.6. Alüminyum alaşımları [25]

Alüminyum alaşımları kullanmaya yönelik karakteristikleri kazandırmak yönünden yapılan işlemler ve birleşimleri bakımından iki ayrı grup oluştururlar:

1. grup ısıtıl işlem yolu ile en üstün kullanma karakteristikleri kazanan alüminyum alaşımlarını içerirler.
2. grup ise ısıtıl 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 bir kısmını Al-Cu-Zn, Al-Mg-Si gibi üçlüler oluşturmakta, diğer bir kısmı ise "duralüminyum" da olduğu gibi Al-Cu-Mg-Mn içeren dördü alaşımlardır. Bu alaşımlar ısıtıl işlem gerektiren ve gerektirmeyenler olarak ayrılabilir:

3.6.1. Isıl işlem gerektiren alüminyum alaşımları [25]

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

3.6.1.1. Duralüminyum

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

3.6.1.2. Al- Mg ve Si'lu üçlü alaşımlar:

Bu alaşımlar dövülebilir, çekilebilir ve elektrik iletkeni olarak kullanılabilir.

3.6.1.3. Al- Cu alaşımlar:

Bunlar, bir miktar Si ve Mn ilave edilen alüminyum alaşımlarıdır. Bu alaşımlar 3'lü alüminyum alaşımları ile aynı özelliklere sahip olmakla beraber, mekanik dayanımları yüksektir. Bu gruptaki alaşımların karakteristikleri, birleşimlerine göre, 500-570°C ısıtmadan sonra su verilerek geliştirilebilir veya sonra su verilerek geliştirilebilir veya daha sonradan sertleştirilebilir.

3.6.2. Isıl işlem gerektirmeyen alaşımlar

Bu gruptaki malzemeler, mekanik işlemle sertleşen alüminyum alaşımlarıdır. Başlıca üç türü vardır:

- % 3-6 Cu içerenler,

- % 8 Cu içerenler,
- % 12 Cu içerenler

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'lu alaşımlara **Alpax** veya **Silumun** adları verilir ve % 12-13 Cu içerirler [25].

3.6.3. 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:

- Yüksek mukavemet isteyen makine parçalarında GAlMgSi,
- Deniz iklimine ve zayıf alkalilere dayanıklı olan ve silinip parlatılabilen GAlMg₃ alaşımları sayılabilir [25].

3.7. Yarı mamûl alüminyum üretimi

Alüminyum sahip olduğu özellikler nedeniyle yumuşak bir metal sayılabilir ve bu nedenle kendisi ve alaşımları, şekillendirilebilmek için silindirlenebilir, dövülebilir, tel olarak çekilebilir, preslenebilir, ekstrüzyonla profil çekilebilir ve dökülebilir [25].

3.7.1. Silindirleme – Haddeleme

Levha ve bantların üretiminde alüminyum önce belirli bir kalınlığa kadar sıcak 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 0,002 mm. kalınlığa kadar yapılırlar [25].

3.7.2. Ekstrüzyon ve ekstrüzyon presi

Alüminyum ve alaşımlarının yüksek şekillenebilme yetenekleri nedeniyle bu yöntem uygulanabilir. Genellikle 380- 480 °C arasında bir sıcaklık uygulanır. Bu yöntemle

çeşitli geometrik kesitte çubuklar, köşeli profiller, borular ve açık kenarlı ve boşluklu profiller üretilebilir [25].

3.7.3. 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 [25].

3.7.4. Dövme

400°C ' ye kadar ısıtılmış yarı mamûl veya sac parça, serbest dövülebilir veya büyük presler, şahmerdan aracılığı ile dövülerek şekillendirilir [25].

3.8. Alüminyum döküm ürünleri ve döküm yolu ile üretim [25]

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 üretilebilmektedir.

3.8.1. Kum dökümü

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 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.

3.8.2. Sürekli kalıp döküm

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

3.8.3. Pres döküm

Bu yöntemde erimiş metal kalıbın içine özel bir presle basınç, 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 sert üretim parçaları yapımında, kapı ve pencere bitirme malzemelerinde ve diğer hırdavat malzemesi yapımında kullanılır.

3.9. Alüminyum parçaların birleştirilmesi [25]

3.9.1. Perçin

Yapıştırma tekniklerinin son zamanlardaki gelişmesine, özel kaynak metotlarının bulunmasına rağmen, alüminyum parçaların birleştirilmesinde perçin, önemli yerini hala korumaktadır.

3.9.2. 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.

3.9.3. Lehimleme

Sert lehimler 450-600°C arasında yapılır.

3.9.4. Kaynaklama

Alüminyum 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 etmelidir:

- Alüminyumun yüzeyinde bulunan oksit tabakası çok sert ve metale çok sıkı bağlı ince bir tabakadır. Temizlenmek suretiyle açılan alüminyum üzerinde yeniden oluşur. Sıcaklığın artması oksidasyonu kuvvetlendirir. Al_2O_3 tabakasının erime noktası $660^{\circ}C$ olduğundan, özel bir kaynak cihazı ve bir örtü malzemesi ile oksit tabakası kaynak yerinden uzaklaştırılır.
- 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.
- Sıcak iken alüminyumun mukavemeti çok azdır, onun için kaynaktan hemen evvel ve sonra eklenen parçalar hareket ettirilmeli, kımıldatılmamalıdır.

3.10. 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 malzemelerinin 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 [25].

3.10.1. Çatı örtüleri ve duvar kaplama malzemeleri [25]

Alüminyum çatı örtüsü olarak düz ve profillendirilmiş (ondüle, trapezoidal v.b.) 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.

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

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

3.10.2. Pencere ve kapı doğramaları [25]

Alüminyumun yapı malzemesi olarak yaygınlaşması ve gelişmesinde, biçimlendirilmesindeki teknolojik gelişmenin çok büyük rolü olmuştur. Nitekim ekstrüzyon pres yöntemi ile her tür açık veya kapalı profilin üretilebilmesi sağlanmıştır. Burada sorun istenilen profile 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 birbirine bağlayarak ya da iki ayrı parçadan oluşan doğrama profilini sert bir köpük birleştirerek çözümlenmektedir. Önceleri ahşap doğrama profillerin az çok benzeri kapalı profiller olarak üretilen alüminyum doğramalar, daha sonraları malzemedeki ekonomi

sağlamak amacı ile, atalet momenti arttırılmış açık profil olarak üretilmeye başlanmıştır.

3.10.3. Asma tavan malzemeleri [25]

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, belli bir modül veya katları ile bağdaşır aydınlatma armatürleri ile kombine edilerek değişik estetik etkiler sağlanabilmektedir.

Asma tavan ile taşıyıcı tavan döşemesi arasındaki 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, başka metallerden de olabilir. Tavan kaplamaları ise, profil malzemeden olabileceği gibi preslenerek şekillendirilmiş panolar halinde panolar halinde de olabilmektedir. Ses emicilik özelliklerini arttırmak için yüzey pürüzlülükleri ve delik sayıları farklı türleri vardır.

3.10.4. Giydirme cepheler (Perde duvar) [25]

Türk yapı dilinde giydirme cepheler olarak adlandırılan konstrüksiyon sistemi, yabancı dillerde perde duvar anlamına gelen (ingilizce: 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 karmaşası olduğu da açıktır.

Endüstriyel bir ürün olan giydirme cepheler, değişik endüstri ürünlerinin bir sentezidir. 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:

- Cephenin binanın taşıyıcı iskeletine dışardan tespit edilmiş olması,
- Kendi ağırlığı ve rüzgar yükünün iskelet üzerine ara bağlantı parçaları ile iletilmesi,
- Cephe yüzeyleri, aralarında derz bulunan elemanların birleşiminden oluşmalıdır.

Alüminyum giydirme cephelerde kullanılan, hemen hemen, rakipsiz bir malzeme olması, hafifliği, dış etkilere dayanıklılığı, mukavemetinin bu sistem için yeterli olması, işlenebilme ve montaj kolaylıklarından kaynaklanmaktadır.

3.10.5. Diğer alüminyum yapı malzeme ve elemanları [25]

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:

- Güneş kontrol elemanları,
- Sökülüp takılabilir bölme elemanları ve sergi sistemleri,
- İç duvar kaplamaları,
- 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.

3.11. Alüminyum ürünlerin korunması ve bakımı [25]

Alüminyum ve alaşımlarının yüzeylerinde oluşturduğu oksit tabakasının yapay yollarla kalınlaştırılması, alüminyumun dayanıklılığını arttırmaktadır. Oksit tabakasının kalınlığının artırılması, başlıca iki yolla olur:

3.11.1. Kimyasal oksidasyon

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

3.11.1.1. 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.

3.11.1.2. E.V. yöntemi

Sodyum kromat banyosuna sodyum silikat ilavesi ile hazırlanır. Bakır içeren alaşımlara da uygulanabilir.

3.11.1.3. Alodin yöntemi

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

3.11.1.4. Bonderit yöntemi

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

3.11.2. Elektrik oksidasyon

Bu yöntem 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. İleride ele alınacak alüminyum yüzey

işlemleri bölümünde ayrıntılı olarak bu konuya değinilecektir. Parlak olarak renklendirme yöntemleri, daldırma, entegral ve elektrolitik olarak üçe ayrılır:

3.11.2.1. 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.

3.11.2.2. 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.

3.11.2.3. Elektrolitik renklendirme

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

3.11.3. Vernikle kaplama

Alüminyum 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.

3.11.4. Bitümle kaplamak

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

3.11.5. Alüminyum ve alaşımlarının korunması [25]

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 madenlerle bağlanmasında, çinko ve kadmiyum kaplanmış çelik veya paslanmaz çelik, fosfatlı çelik elemanlar düşünülmelidir. Korumak için basit bir boya işlemi kâfidir. Çelik veya bakır içeren madeni parçalarla temasına engel olmak için iyi bir elektrik yalıtımı gereklidir. Taze veya rutubetli ahşap ile temas eden yüzeyler boyanmalıdır. Ahşabı koruyucu maddelerle işlem görmüş ahşap elemanlarda özellikle dikkatli olunmalıdır.

3.11.6. Alüminyum ve alaşımlarının bakımı [25]

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 bir bezle temizlenip parlatılmalıdır. Yapının dışında açık havaya maruz alüminyum parçalar 3 veya 4 ayda bir sıcak ve soğuk su ile yumuşak fırça veya bezle yıkanıp kurulanmalıdır. İçte yapıldığı gibi doğal yağlar sürülebilir. Cilâlanmış yüzeylerin parlaklığının korunması için, bu amaçla yapılmış ticari parlatma tozu veya sıvılardan yararlanılabilir.

4. YALITIM İLE İLGİLİ ÇÖZÜMLER VE SİSTEMLER

4.1. Sızdırmazlık ile ilgili sistemler

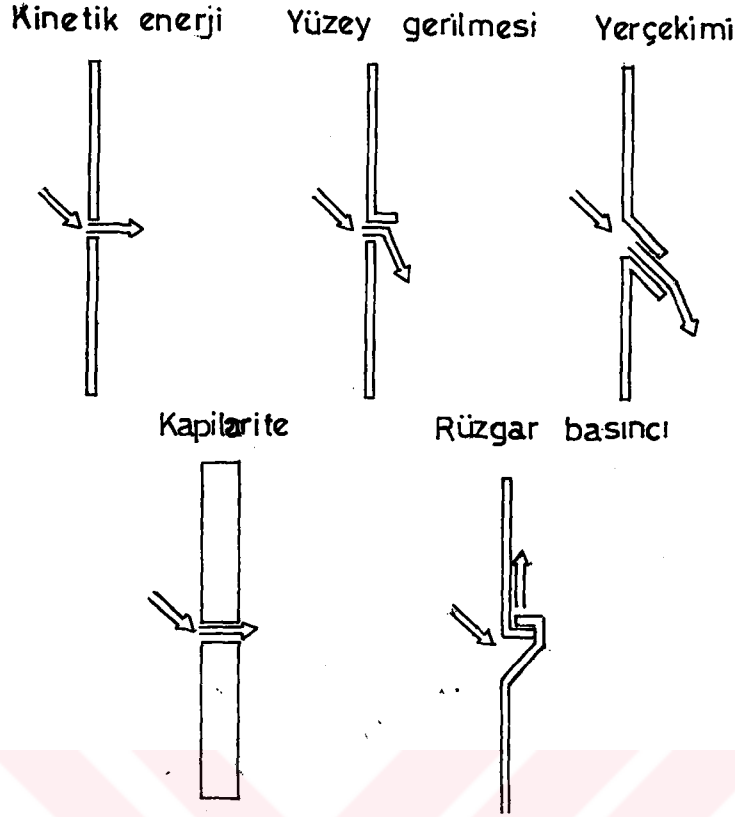
Çok düz ve kesintisiz bir yüzeye sahip olan cam-metal giydirme cephelerde sızdırmazlık, cam yüzeyler ile taşıyıcı elemanlar arasındaki derzlerin geçirimsizliğiyle sağlanır. Derzlerde geçirimsizliği sağlayan 3 farklı sistem vardır:

- Kapalı sistem,
- Su boşaltmalı ve havalandırılmalı sistem,
- Basınç dengeli sistem.

4.1.1. Cephe yüzeyinde su akışı

Yağmur suyunun giydirme cephe yüzeyindeki hareketi yağmur miktarının yanı sıra, rüzgarın yön ve şiddeti, yüzeyin eğilimi, malzemenin nem emiciliği ve pürüzlülük gibi sebeplere bağlıdır. Giydirme cepheler cam ve metal gibi pürüzsüz malzemelerden yapıldığından 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 etkilenenecektir. Suyun düzgün akışının bozulduğu yatay derzlerden su sızıntısı açısından kritik noktalardır. Su sızıntısındaki en önemli etken derzlerin çevresindeki su ve hava çıkışlarıdır (Şekil 4.1), [6].



Şekil 4.1. Cephe yüzeyinde su sızıntı mekanizmaları [6].

4.1.2. Kapalı sistem

Bu tip uygulamalarda ana prensip suyun dış yüzeyde 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 aşamasında çok iyi denetim gerekir. Bu sistemde iki farklı sızdırmazlık malzemesi uygulanır. Elastik macun ve conta uygulaması.

4.1.2.1. Elastik macun uygulaması

Profiller ve cam arasındaki derzin sızdırmazlığı elastik macun ile sağlanır. Ayrıca sistemdeki genleşme hareketlerini kontrol eden titreşim takozları yerleştirilir. Macunun çekilme şekli önemlidir. Ayrıca macunda kullanılan malzemenin uzun süreli mor ötesi ışıını ve nem karşısında dayanıklı olması, elastikliğini kaybetmemesi gerekir. Bu özellikler cam ünite de kullanılan titreşim takozları içinde geçerlidir.

Macun uygulamalarında minimum derz genişliği şu bağıntı ile belirlenir:

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

$W_{\min}$: Minimum derz genişliği

M : Hareket genliği (mm.)

F : Macun hareket tolerans faktörü (%). Malzeme türü ile birlikte basınç, çekme ve kesme gibi derzin gerilme durumuna bağlıdır [1].

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

$$W_c = M + W_{\min}$$

W_c : Derzin yapım aşamasında olması gereken genişlik (mm), [1].

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 kaçığına 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 kaçığına önlenmesi ve bu derzlerin sürekli olarak elastikiyetinin muhafazası için bir 'sealer'(macun) ile yalıtılması gerekir. Burada sealer, teknolojisi bakımından dört hususa dikkat edilmelidir:

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

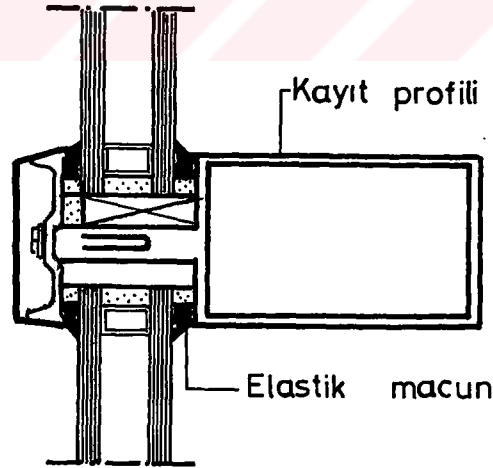
Hava kaçığı kanalı bir de cam ile camı sıkıştıran pencere elemanı (contalar, elastik macunlar) arasındaki derzlerdir. Ülkemizde genellikle camlar, cam macunu denilen bezir, üstübeç, sülyen karışımı bir macunla takılmaktadır. Ancak, bu macun iklimsel koşullara yeterince dayanıklı olmadığından birkaç yıl 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:

- Dört kenar silikon,
- İki kenar silikon.

Dört kenar silikon yönteminde cam plağın dört kenarı da silikon mastiklerle tespit edilmektedir. İki kenar silikon uygulamasında ise, yatay ve düşey iki kenar normal çıtalarla, diğer iki kenar ise silikon mastikle tespit edilmektedir. Dört kenar uygulamasında çift cam uygulaması söz konusu ise iki cam arasına görünmeyen mekanik tespitler uygulanmaktadır [1].



Şekil 4.2. Kapalı sistem macun uygulaması [1]



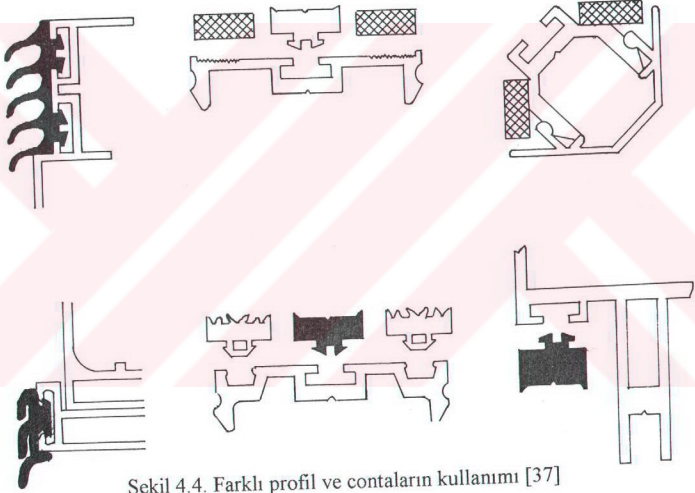
Şekil 4.3. Türkiye İş Bankası şantiyesinde uygulanan panel sistem giydirme cephede macun uygulaması, 4. Levent, İstanbul.

4.1.2.2. Conta uygulaması

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 düz kenarlardaki ekler ısı kaynağı ile 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

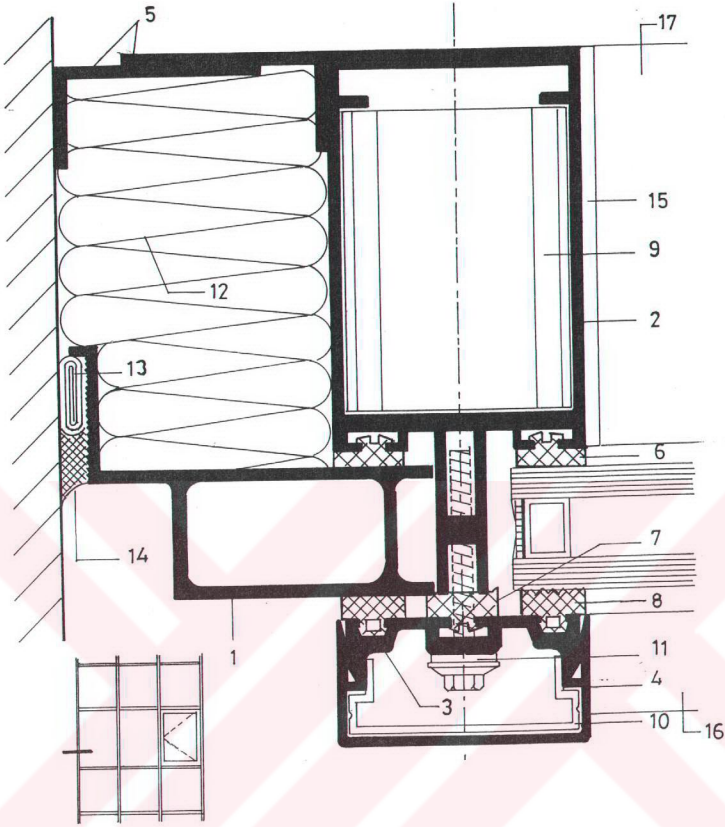
cam ünitelerin, metal taşıyıcı ile temas etmemesi gerekmektedir. Böylece gerek yapı strüktürünün deformasyonlarından cephe taşıyıcı sistemine iletilen deformasyonların, gerekse giydirme cephe taşıyıcı sisteminin kendisinde oluşan deformasyonların cama aktarılmadan elastik fitiller aracılığı ile önlenmesi sağlanabilir.

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 vermektedirler. Bundan dolayı seçim derzin konumuna ve içinde bulunduğu şartlara göre yapılmalıdır [6].



Şekil 4.4. Farklı profil ve contaların kullanımı [37]

Contalar derz tasarımında etkisi unutulmaması gereken elemanlardan biridir. Günümüzde derzlerde sızdırmaz eleman olarak mastikler yerine elastomer malzemeden üretilen sürekli contalar kullanılmaktadır. Contalar, mastiklerde olduğu gibi aderans yerine, üzerlerine uygulanan basınç yardımıyla sızdırmaz duruma gelirler [1].



1. Duvar birleşim profili
2. Düşey profil
3. Tespit profili
4. Düşey kapak profili
5. Alüminyum köşebent
6. Fitol
7. Fitol
8. E.P.D.M. fitil

9. Dilatasyon kutusu
10. Dilatasyon kapağı
11. Vida
12. İzolasyon
13. Silikon takozu
14. Silikon
15. Yatay kayıt contası
16. Yatay kapak profili
17. Yatay profil

Şekil 4.5. Kapalı sistem conta uygulaması [37]



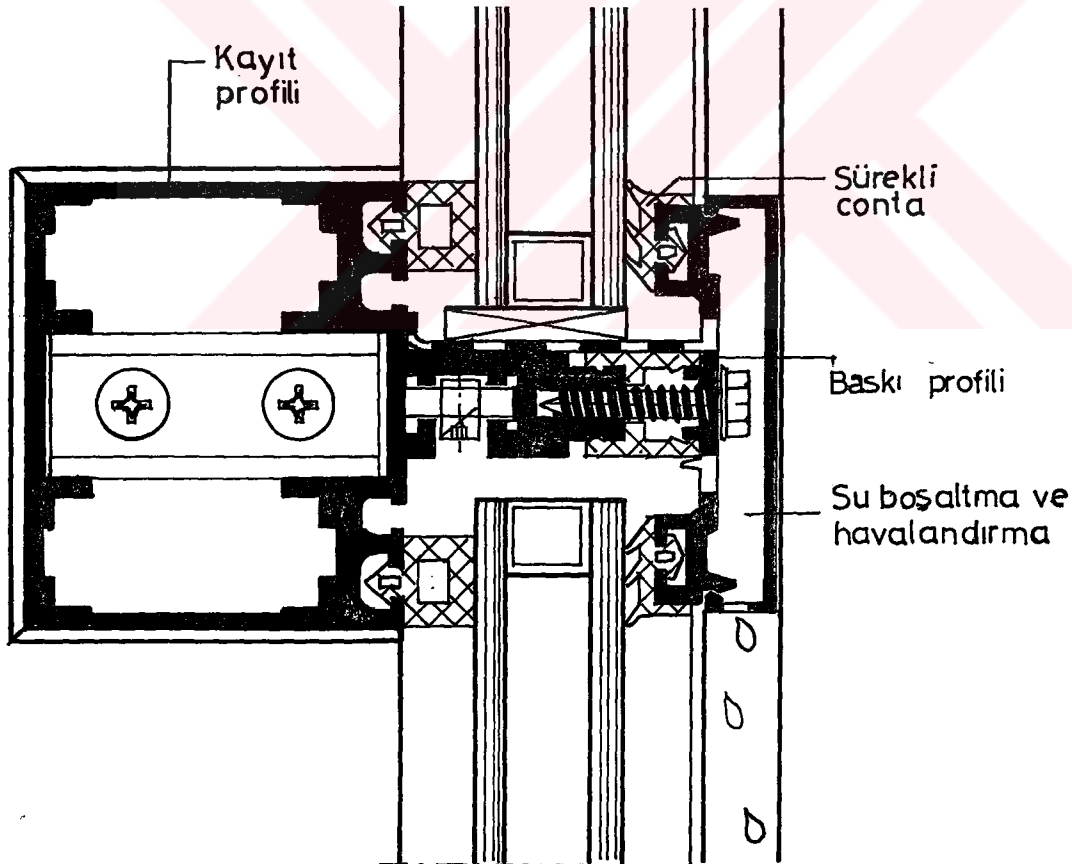
Şekil 4.6. Türkiye İş Bankası Genel Müdürlük Binası giydirme cephesinde E.P.D.M. fitil uygulaması, 4. Levent, İstanbul.



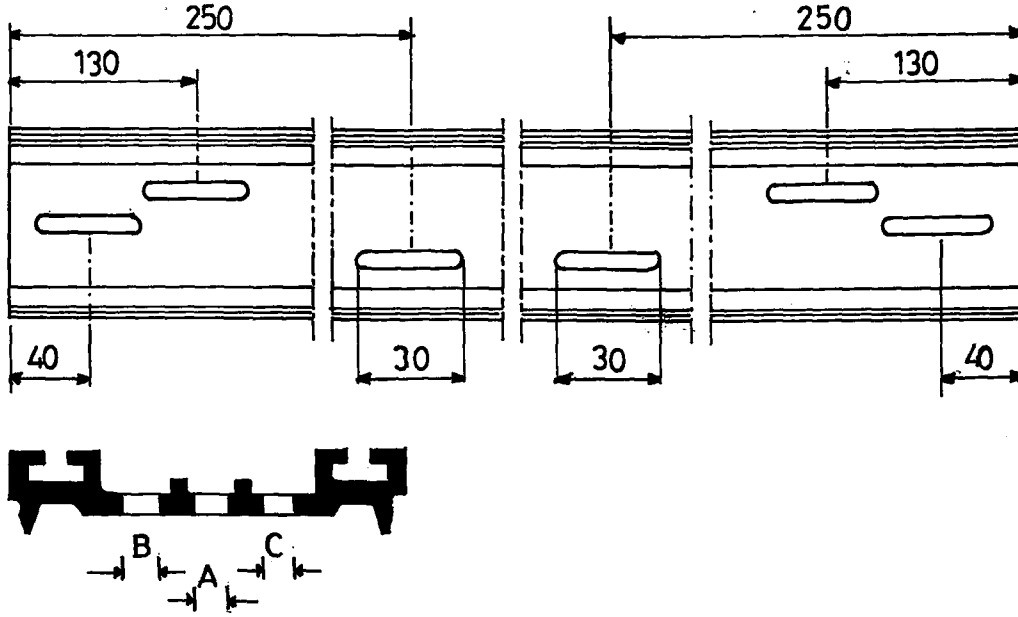
Şekil 4.7. E.P..D..M. fitillerin üst üste gelen panellerin arasında kullanımı

4.1.3. Su boşaltmalı ve havalandırmalı sistem

Bu sistemde ana prensip, derzin dış yüzünden bir sızıntının olabileceği var sayılarak 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 gerilimleri 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 4.8), [6].



Şekil 4.8. Su boşaltmalı ve havalandırmalı sistem detayı [41]



- A. Sabitleme deliği
- B. Su boşaltma deliği
- C. Havalandırma deliği

Şekil 4.9. Baskı profili detayı [41]

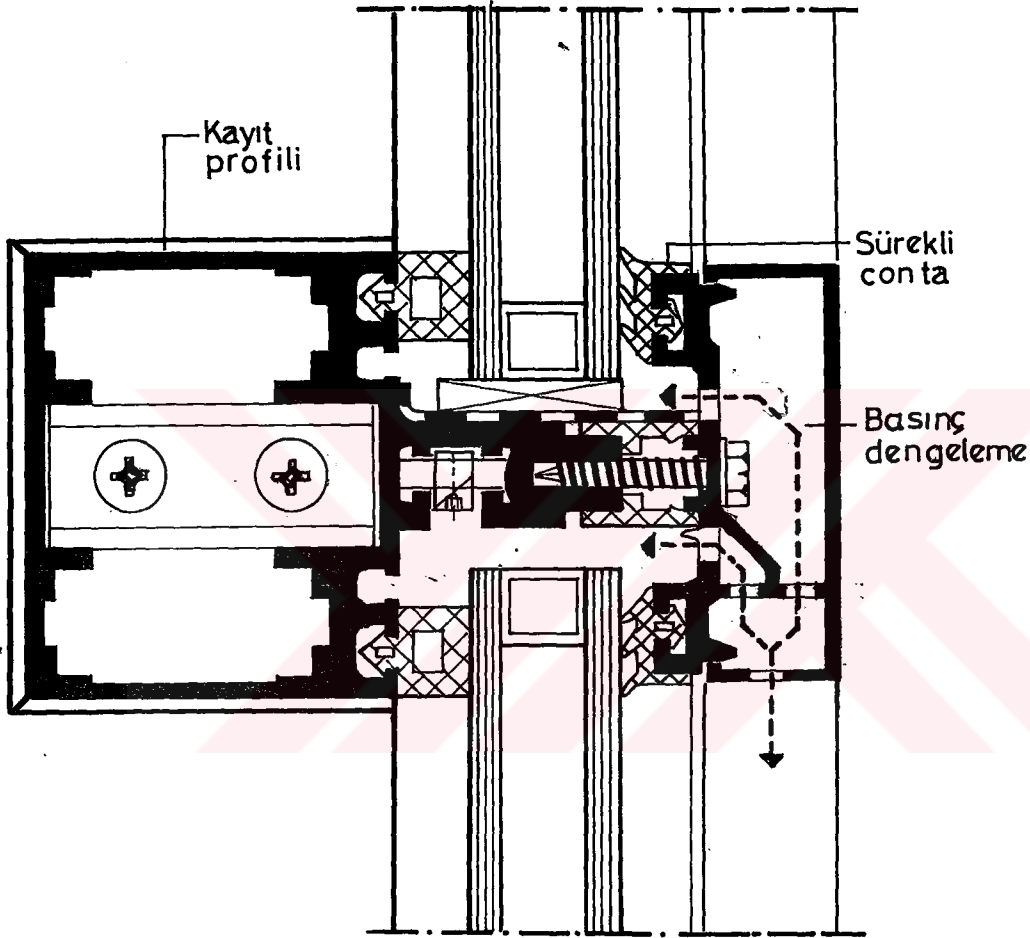
4.1.4. Basınç dengeli sistem [6]

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 modülleri 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 (Şekil 4.10).



Şekil 4.10. Basınç dengeli sistem detayı

4.1.5. Sızdırmazlığı sağlayan malzeme örnekleri [42]

4.1.5.1. 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:

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 dışarıdaki hava ile temas halinde değildir. 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 esnektir. Bunların elastikiyet özellikleri yüksek olup, son derece iyi su izolasyonu sağlarlar.

3. Bütil kaplı köpük bantlar: Bu bant, önceden şekillendirilmiş plastik türü köpüklerin bütil kaplanmasıyla oluşturulmuştur. Böylelikle bütil esneklik kazandırılmıştır.

4. Açık hücre yapısı: Bu bantlar poliüretan köpüğünden yapılmaktadır. Bu tip köpük bant, çok yumuşak ve esnektir. Emprenye edilmiş olması şartlarıyla 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 köpük bantlar, genel olarak önceden kompres yapılmış rulolar şeklinde piyasaya verilmektedir. Bu tipteki köpük bant, gayri muntazam yüzeye sahip derz boşlukları için özellikle elverişlidir.

4.1.5.1.a. Köpük bantların kalınlık ve genişlikleri

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 kalınlık ; $4 \times 10 = 40$ mm' dir.

Köpük bant kalınlığının tespitinde daima en geniş olan derz boyutu geçerlidir.

Tablo 4.1. Köpük bantların kalınlıkları

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

Derzlerin iyi şekilde yalıtılması için genişlikte önemlidir. Bant ne kadar geniş olursa, derz o kadar derin doldurulmaktadır. Köpük bandın 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 bandın asgari genişliği 20 mm olmalıdır.

Köpük bandın tipinin doğru olarak seçilmesinde yüzeylerin düz veya gayri muntazam olduğunun bilinmesi önemli bir noktadır.

4.1.5.1.b. Köpük bant örnekleri

1. Norton 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.

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 DIN 4120-B2 normlarında mükemmel ses ve titreşim izolasyonu sağlamaktadır.

N 3520: Norseal N 3520, kapalı hücreli, tek taraflı 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.

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.

N 5040: Norseal N 5040, kapalı hücreli 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.

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

N 6050: Norseal N 6050, bir tarafında akrilik yapıştırıcı olan 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.

N 990 : Norseal N 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 detaylar verilebilir.

2. Normount

V 2800: Normount V 2800; iki yüzü çok kuvvetli, akrilik yapışkanlı, 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 amblemlerin ve yan kauçuk bantların yapıştırılması sayılabilir. Ayrıca inşaat sektöründe çeşitli amaçlarla dış cephelerde kullanılabilir.

3. Thermalbond

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

4. Norfix

FAB 1000.8: Her iki tarafında da kaliteli akrilik yapıştırıcı bulunan kapalı hücreli polietilen köpük banttır. Tipik uygulama alanları, orta ve orta üzeri ağırlıkta malzemelerin çeşitli yüzeylere tutturulmasıdır. Aynı cam veya ahşap plakalar ile bu malzemelerden oluşan amblemler çeşitli yüzeylere bu bant ile monte edilebilir. Köpük rengi: Siyah, U.V. Dayanıklılığı: İyi

FRW 711: Her iki tarafında da kaliteli akrilik yapıştırıcı bulunan kapalı hücreli polietilen köpük banttır. Direk güneş ile teması olmayan dış mekanlar ile iç mekanlarda orta ağırlıkta reklam panolarının, levhaların montajı veya birbirlerine yapıştırılması için kullanılır. Köpük rengi: Beyaz, U.V. Dayanıklılığı: Orta

FAW 701.5: Her iki tarafında kaliteli akrilik yapıştırıcı bulunan hücreli polietilen banttır. Tipik uygulama alanları, hafif ve orta ağırlıkta malzemelerin çeşitli yüzeylere tutturulmasıdır. Örnek olarak, dış ve iç mekanlarda reklam panolarının montajı, cam levhaların, cam ile PVC malzemelerin birbirlerine veya çeşitli yüzeylere yapıştırılması verilebilir. Köpük rengi: Beyaz, U.V. Dayanıklılığı: İyi

5. Poliüretan esaslı şişen köpük bantlar

Poliüretan esaslı şişen 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, emprenye edilmiş poliüretan köpük esaslı, sürekli olarak esnek kalan contalardır. Bu bantların tüm hücrelerine eşit miktarda poliüretan emprenye edilmiştir. Esneklik ve şişme özelliği, uzun süre 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 ultraviyole radyasyonu ile tüm iklim koşullarına uydurur.

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°C'ye kadar dayanıklıdır.
8. Nötr bir maddedir.
9. Ultraviyoleye dayanıklıdır.

Yalıtım özellikleri:

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

Basınç altında % 50: Hava, toz, ses ve ısı kaybına karşı sızdırmazlık,

Basınç altında % 33: Kuvvetli yağmura karşı izolasyon,

Basınç altında % 25: Su izolasyonu,

Basınç altında % 20: 0,2 metre'ye kadar su izolasyonu.

Tablo 4.2. Poliüretan esaslı köpük bantların sıkışmış ve şişmiş haldeki kalınlıkları ve su yalıtımı yaptığı derz kalınlığı

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

6. Bütil bantlar

A 40 (Alüminyum folyolu bütil bant):

“Hot Melt” bütil ile kaplanmış alüminyum folyolardır. Alüminyum çerçeve bağlantılarının, metal cephe konstrüksiyonlarının, cam çatıların, havallandırma kanallarının suya ve rutubete karşı yalıtılması için kullanılır. Alüminyum folyo, bütile gerilmeye karşı direnç kazanır. Dolayısıyla bant; vida vs. ile delinebilir. 20 metrelik rulolar halindedir.

Kalınlık : 1,5mm

Genişlik : 35-40-45-50-60-75-100 mm

Uyum halinde olduğu malzemeler: Polikarbonat (Lexan), poliakrilik (Plexiglas), çatı profilleri (EPDM, PIB,CR,PVC vs.).

Alüminyum folyo : 0,04 mm

Bütil tabaka : 1,5 mm

Özgül ağırlık : 1450 kg/m³

Kullanım sıcaklığı : -30/ +80 °C

Uygulama sıcaklığı : +10/ +40°C

A 30

“Hot Melt” bütil esaslı kit banttır. 15-20 metrelik rulolar halindedir. Profilli metal çatılarda ve cephelerde bağlantıların suya ve rutubete karşı yalıtılması için kullanılır.

Havalandırma işlerinde esnek profillerin duvara vs.'ye 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
Uygulama sıcaklığı	: +5/ +50 °C

Novalastik

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

Metal cephe konstrüksiyonlarında (cam çatılar, seralar vs. gibi) suya ve rutubete karşı en iyi çözümü getiren mükemmel bir yalıtıcıdır. Bu malzemedeki PVC köpüğün elastikiyeti ve bütülin mükemmel izolasyon yeteneği ile birleştirilmiştir.

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

Silikon profil

Silikon profillerini oluşturan malzeme HTV- silikon kauçuğu, yani yüksek ısı ile çapraz bağlanan kauçuktur. HTV silikon profiller bir kızılötesi (infrared) fırından geçirilmek suretiyle, yüksek ısılarda peroksit mekanizması ile sertleştirilir. Sızdırmazlık problemleri çok çeşitlidir. Bu problemlerin çoğu piyasada bulunan EPDM kauçuk profillerle çözülmeye çalışılır. Ancak bazı durumlarda problem, daha

üstün nitelikli çözümler gerektirir. Bu uygulama silikon profil için aşağıdaki üstün özellikleri sağlar:

1. İklim koşullarına karşı mükemmel bir direnç ve ultraviyole stabilitesi,
2. Çok iyi bir sıcaklık kararlılığı (-60 ila +200°C arası),
3. Aşırı derecede düşük enerji esnekliği,
4. Bütün renklerde bulunabilme olanağı,
5. Boyalarla uyum,
6. Normal piyasa silikonu ile güvenli bir şekilde yapıştırılma olanağı,
7. Yüksek elastikiyet.

Uygulama alanları

1. Isıcamlarda,
 - a) En uygun şartlarda su akışını sağlar.
 - b) Giydirme cephelerde +100°C üzerindeki ısılar ısıcamın yapıştırma sisteminde büyük gerilim oluştururlar. Silikon profil, ısıcamın yapışkanlık sistemini ultraviyole radyasyonundan ve yüksek ısının etkilerinden tam olarak korur.
2. Düz camlarda (Bileşik emniyet camı ve telli cam),

Emniyet camı folyesi veya tel ağı alanında ön uçta havalandırma ile su akışı sağlanır.
3. Polikarbonat / akrilik camlarda,

Cam bantı profiliyle eleman yüzeyi arasındaki temas alanında, yüksek ısı oluşumunu önler.
4. Doğramalarda ve derz boşluklarında,

Binalarda daha önce başka metotlar ile çözülmeye çalışılmış ancak izolasyonda hala problem yaratan doğrama, derz boşluğu, ışıklık gibi yerlerde de silikon profil, eski uygulamanın üzerine eskisi sökülmeden uygulanarak kolay bir çözüm getirir.

Fiziksel özellikleri

		Min	Max
Özgül ağırlık	: gr/cm ³	1,1	1,5 (DIN 53550)
Sertlik	: Shore A	3.0	80 (DIN 53505)

Kopma uzaması	: %	200	500 (DIN 53504)
Gerilme direnci	: Mpa	3.0	9.0 (DIN 53504)
Yırtılma direnci	: N/mm	10	20 (ASTM-D6249)
Esneklik geri tepmesi	: %	20	40 (DIN 53512)
Sıkıştırma sonrası yükseklik kaybı	: %	10	25 (DIN 53517)

Isıl özellikleri

Kuru sıcaklıkta, gerilim altında -60°C' den +200°C' ye (özel bileşimler +250°C' ye) kadar elastiklik sergiler. HTV-silikonun ısı iletkenliği yaklaşık $3,5 \times 10^{-4}$ kcal/cm sec.gr = 0,15 J/m sec. K' dir. Buhar altında 140 derecelik sıcaklıklara karşı dirençlidir. -60°C gibi çok düşük sıcaklıklarda dahi esnekliği özel plastizerler (şekil verme maddeleri) ilave edilmeden sağlanabilmektedir.

Fizyolojik özellikleri

Fizyolojik olarak etkisiz, kokusuz ve renksizdir. Bu nedenle de uygun üretilmiş HTV-silikon, gıda sektöründe ve aynı zamanda tıbbi ve farmakolojik alanlarda kullanıma uygundur.

Elektrikle ilgili özellikleri

Silikon profil, bir elektrik yalıtkanı olarak kabul edilebilir.

Dielektrik katsayısı	: (60 Hz' de) yaklaşık 2,6	DIN 53483
Dielektrik kayıp faktörü	: (60 Hz' de) yaklaşık $2 \cdot 10^{-3}$	DIN 53483
Dielektrik dayanım gücü	: Kv/mm yaklaşık 30	DIN 53481
Spesifik direnç	: $\Omega \text{ cm} > 10^{15}$	DIN 53482

Radyasyon kararlılığı

Fonksiyonlarından hiçbirini kaybetmeksizin yaklaşık 10 Mrad'a kadar radyasyona karşı dirençlidir. Daha yüksek dozajda kopma uzamasında bir azalma beklenebilir.

Kimyasal direnci

Silikon kauçuk seyreltilmiş asitler, alkaliler, polar çözücüler ve etanole karşı dirençlidir. Ketonlar, esterler, eterler, alifatik, aromatik, klorlu hidrokarbonlar ve

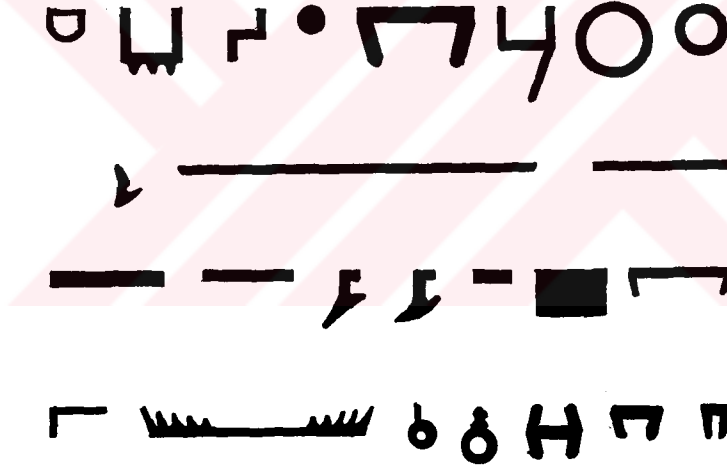
mineral yağlar az veya çok belirgin bir şişmeye neden olur, ancak kauçuk eski haline dönebilir, çünkü HTV silikon ekstre edilebilir plastizerler içermez.

Yapışkanlık

Silikon profili, yapıştırmak için normal silikon kullanılır. Bu silikonlar, havadaki nemin katalizörlüğü ile oda sıcaklığında sertleşen ve silikon ile dayanıklı ve çözülmez bir bağ oluşturan macun benzeri silikonlardır. Bunlar silikon profili metal, ahşap, plastik, cam, beton ve diğer yüzeylere yapıştırma uygulamalarında kullanılır.

Profil biçimi

Silikon profiller standart profillerin dışında istenilen detayda özel olarak üretilebilmektedir. (U, içbükey-düz-dudak biçimli, orak-yuvarlak(doldurulmuş), boru biçimli, köşe profiller, bitleştirme bantları vb.). Ölçümler DIN 7715 normuna uygundur.

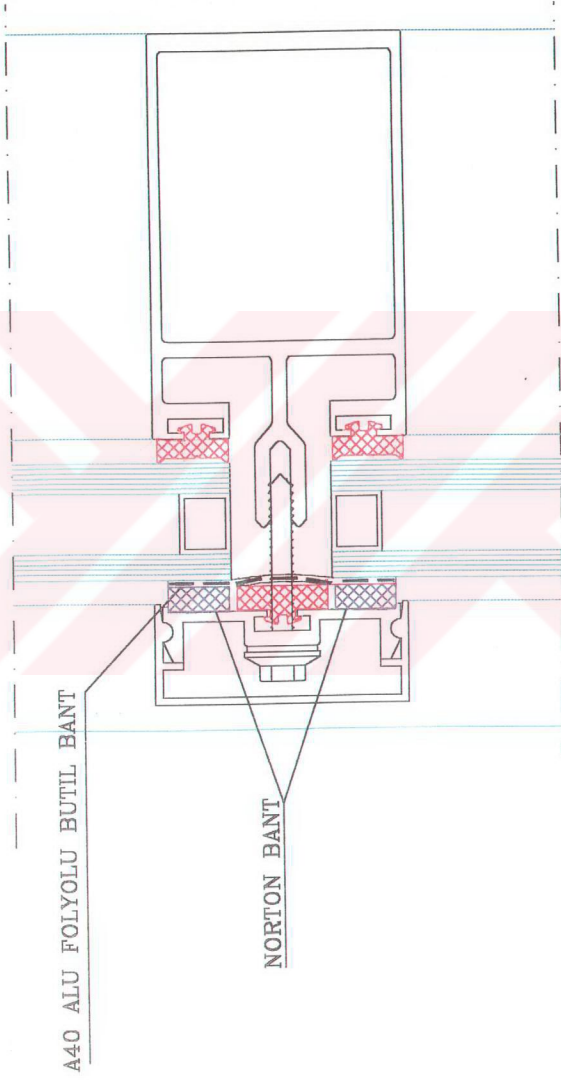


Şekil 4.11. Silikon profil örnekleri

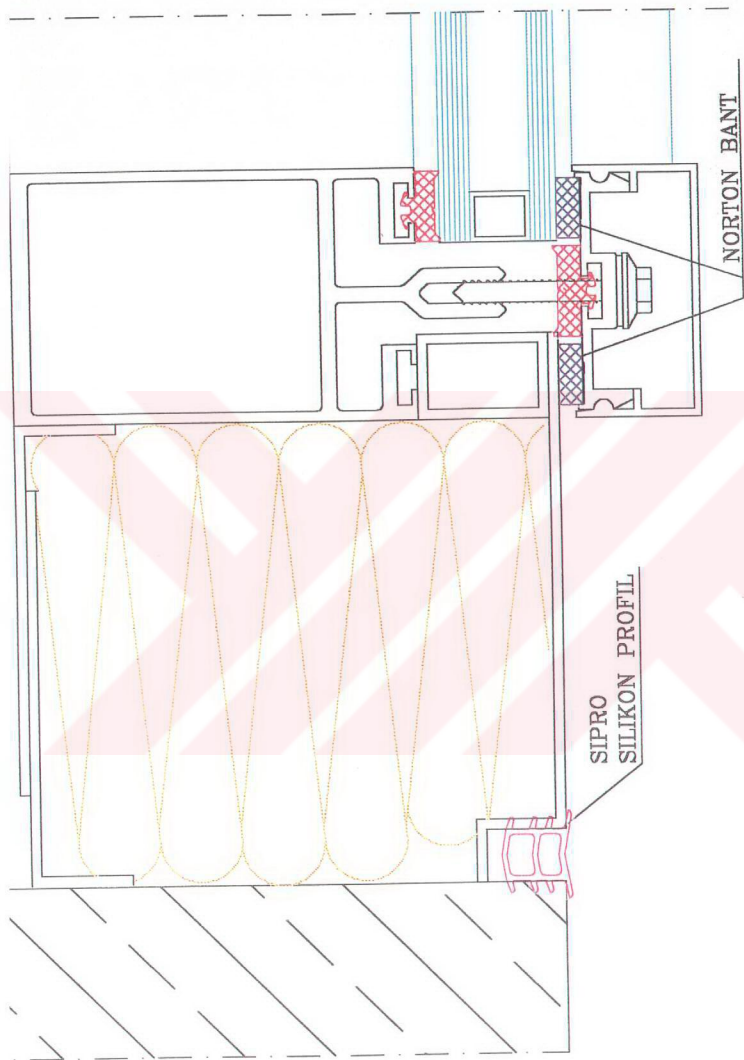
Boyalarla ve diğer malzemelerle uyum

Laklar ve boyalar silikon profile yapışmazlar. Bu nedenle de boya silikon profilin fonksiyonunu etkilemez. Silikon profil boyanmış yüzeylere temas ettiğinde hiçbir renk değişimi meydana gelmez.

Silikon profiller, hiçbir plastizer ve zamanla yaşanan stabilizatör içermezler. Bu nedenle polikarbonat ve poliakriliklerde olduğu gibi, diğer plastiklerle de temas halinde, hiçbir gerilime bağlı çatlak oluşumu meydana gelmez.



Şekil 4.12. Giydirmce cephede köpük bantların kullanımına ilişkin düşey kesit [42]



Şekil 4.13. Giydirmce cephe duvar birleşim detayında silikon profil ve norton bantların kullanımına ilişkin yatay kesit [42]

4.2. Isı yalıtımı ve yoğuşma ile ilgili sistemler

Dış ortama açık tüm malzemelerde olduğu gibi, gerek malzemelerin kimyasal bozulmalarına, gerekse katmanlaşmanın etkenliğine zarar veren terleme ve yoğuşma giydirme cephelerde karşılaşılan önemli problemlerdendir.

Terleme, yapı elemanının yüzeyinde sıcaklık düşmesi ile meydana gelen buharın su haline dönüşmesidir. Yoğuşma ise, farklı basınçlardan dolayı yapı elemanının malzemeleri arasında meydana gelen buharın su haline dönüşmesi olayıdır. Terleme ve yoğuşma olayları, yapı elemanı içindeki ısı tutucu malzemenin değerini düşürmekte, metalik bileşim elemanlarını korozyona uğratmakta, akış yönünde yüzeyel çiçeklenmelere veya kaplama malzemelerinin kabarma ve dökülmelerine neden olmaktadır. Dolayısıyla sistem kuruluşunda özellikle yoğuşma hesaplarının yapılması ve bu hesaplara göre elemanların detaylandırılması gerekir [5].

Isı yalıtımı ve yoğuşma ile ilgili sistemleri iki şekilde ele alabiliriz:

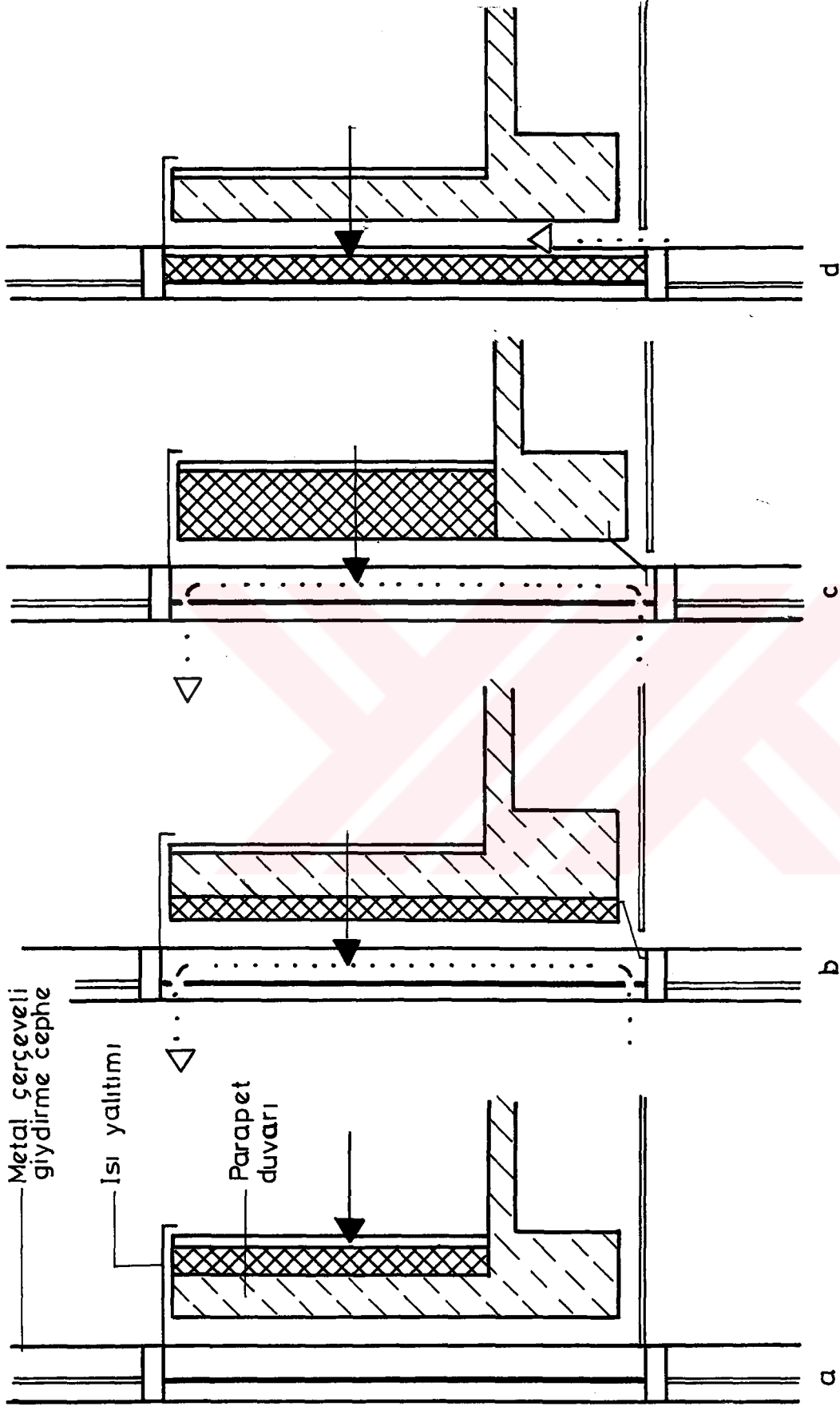
- Parapetli sistemler,
- Parapetsiz sistemler.

4.2.1. Parapetli sistemler

Parapetli sistemlerde ısı yalıtımı;

1. Parapetin iç yüzünde, (Şekil 4.14.a)
2. Parapetin dış yüzünde, (Şekil 4.14.b)
3. Parapetin bünyesinde, (Şekil 4.14.c)
4. Giydirme cephe bünyesinde olabilir (Şekil 4.14.d) [1].

Isı yalıtımının parapet veya duvar iç yüzünde olması halinde; gerekli ısı yalıtımı sağlanabiliyorsa ve ısı yalıtım malzemesi su buharını geçiriyorsa yoğunlaşma yalıtım fonksiyonunu olumsuz yönde etkileyecek hem de binada hasara neden olacaktır. Isı yalıtım malzemesi, önüne konulacak buhar difüzyon direnci yüksek bir katman ile desteklenerek buhar geçirmez hale getirilmiş ise yapı elemanlarında bir hasar olmayacak, ancak iç ortam nemi yükselecektir. Bunun giderilmesi için iklim şartlarına göre iç mekanın havalandırılması veya nemin özel cihazlarla normal seviyesinde tutulması gerekir [1].



Şekil 4.14. Isı yalıtımının konumlandırılması [1]

Yalıtımın parapet veya duvar bünyesinde veya dış yüzde yapılması halinde, yalıtımın buhar geçirgenlik direncinin küçük olması, buharın geçmesine müsaade etmesi, bir başka deyişle nefes alması gerekir. Bu halde yoğunlaşma cephe kaplaması ile yalıtım malzemesi arasında olacaktır. Bunun içinde ara boşluk hem havalandırılmalı, hem de olası aşırı yoğunlaşmalara veya sızıntı sulara karşı boşaltma önlemleri alınmalıdır [1]

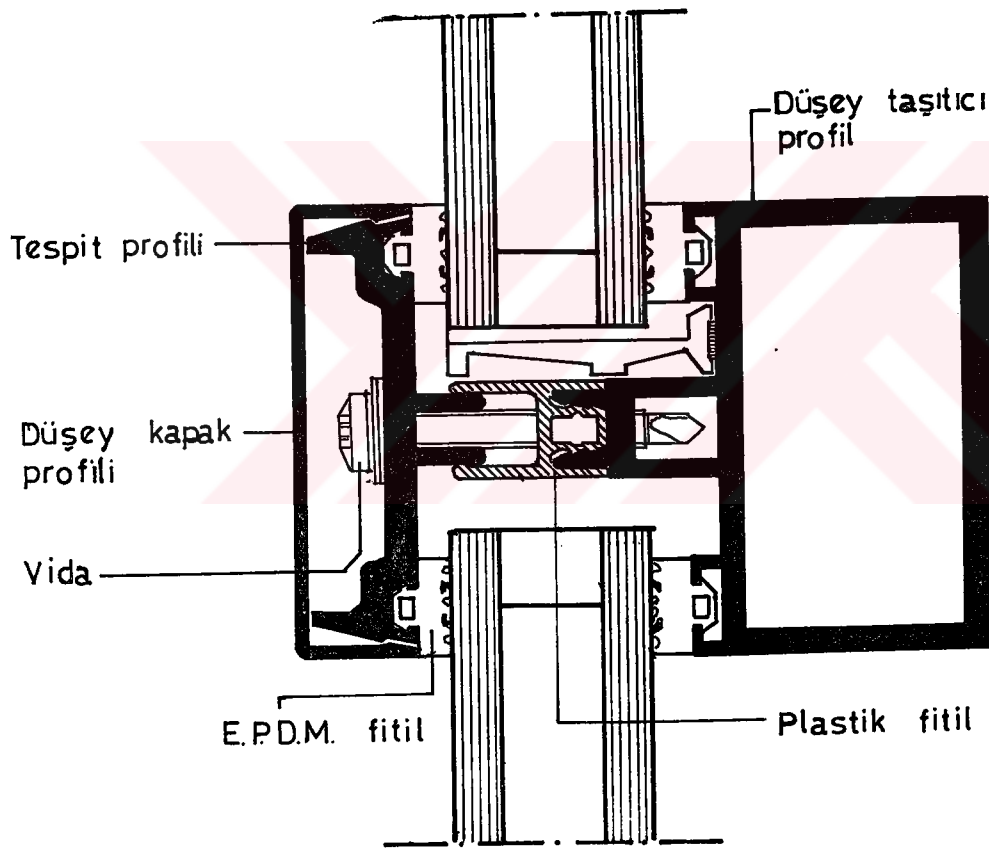
Parapet önüne denk gelen bölümlerde, giydirme cephe ile bina taşıyıcı strüktürü arasındaki boşluktan faydalanılarak, ısı yalıtım malzemeleri konulmaktadır. Gerek ısı yalıtımı üzerinde, gerekse cam yüzeyinde oluşacak kondensasyonun kontrol altında tutmak için şu önlemler alınabilir: [12, s:185]

- Parapet boşluğunu dışa havalandırmak,
- Oluşan yoğunlaşma suyunun drenajını sağlamak,
- İç havanın bağıl nemini azaltmak, terleyen yüzeyde hava sirkülasyonu sağlayarak havayı harekete geçirip konveksiyon katsayısını küçültmek yoluyla yüzey sıcaklığını çiğ noktasının üstüne çıkarmak ve nem artışının yüksek olduğu hacimlerde iç nem azaldığında nemi geri veren bir nem emici tabaka ile yüzeyleri kaplamak,
- Isı yalıtım tabakasının soğuk dış yüzeyde düzenlenmesi sonucunda yoğunlaşmanın tam olarak engellenebilmesi için kullanılan buhar kesicileri, ısı yalıtım tabakasından önce olmak üzere yapı elemanının sıcak tarafında kullanmak,
- Opak bölgelerde, yapılan hesaplar sonucu bulunan ısı yalıtım değerini karşılayacak yalıtım malzemesini (çekme ve taneli polistren, genleştirilmiş poliüretan, cam ve taş yünü vb.) ya iç mekana, ya da parapetle giydirme cephe arasına uygulamak (Uygulamada dikkat edilmesi gereken konu yalıtım malzemesinin bünyesine su almasını önlemesidir. Çünkü su, ısı iletkenliği yüksek olması nedeniyle zincir görevi yapar),
- Pencere kısmını oluşturan saydam bölmelerde ısı yalıtımı için çok fazla seçenek bulunmamakla birlikte, çift cam ünitelerini kullanmak (İki cam ve arasında rutubeti alınmış durgun havadan oluşan çift cam ünitelerinde dikkat edilmesi gereken iki cam arasındaki boşluğun 18-20 mm' nin üzerine çıkmamasıdır. Zira, bu kalınlığa kadar cam ünitenin ısı geçirimsizliği azalmakta ve hava tabakasının ısı

geçişi artmakta ve yeniden ısı taşınımının hızlanmasına neden olmaktadır. Daha geniş boşluk getiren uygulamalarda camlar arasında şeffaf perdeler oluşturulmaktadır),

- Kullanılacak alüminyum doğrama profillerinde iç yüzeyi ile dış yüzeyi arasındaki ısı alışverişini önleyecek yalıtım malzemeli profiller kullanmak.

Alüminyum bütün diğer olumlu nitelikleri ile iyi bir doğrama malzemesi olmasına karşın yalın hali ile kullanıldığında ısı iletkenliğinin aşırı yüksek olması nedeni ile ısı kaybı bakımından olumsuz bir malzemedir. Isıl yönden sahip olduğu bu sakınca, alüminyum profillerin 'izole edilmiş profil' haline getirilmesi ile çözümlenebilmektedir.



Şekil 4.15. Alüminyum giydirme cephelerde düşey taşıyıcı profil ile tespit profili arasında oluşturulan ısı köprüsü bariyeri [38]

Yüksek binaların dış cephelerindeki parapetlere denk gelen camlarda da temperli reflekte camlar kullanılmaktadır. Güneş radyasyonunun etkisi 100°C gibi sıcaklık derecelerine ulaşabilen parapet ara boşluğunda, yalıtım malzemeleri, plastikler,

boyalı yüzeyler, emprenye edilmiş ahşap, yapıştırıcılar vs. gibi malzemeler uçucu bileşikler yaymakta ve bu bileşikler içe bakan reklektif kaplamalar üzerinde organik yoğunlaşma oluşumları meydana getirmektedir. Bu bileşikler, başlangıçta çok ince fakat homojen olmayan bir film tabakası oluşturmaktadır. Camların periyodik temizlenmesinin yapılabildiği durumlarda sorun yaratmayacak olan bu birikimler parapet boşluklarında cam temizliği yapılamadığı için zamanla kalın tortulara dönüşerek renk ve görüntü bozukluklarına neden olmaktadır. Bu olumsuz koşulları giderebilmek için parapet önü camlarına “folylama” denen ek bir işlem daha yapılmaktadır. Camın iç yüzeyi siyah plastik bir madde (folyo) ile kaplanır. Bu madde hem camın arkasındaki ısı yalıtım malzemelerini güneş ışınımından korur hem de camın gece gündüz sıcaklık farklarından dolayı patlamasını önler. Çünkü, camın ve betonun ısınma ve soğuma süreleri farklıdır. Cam betona göre daha çabuk soğur. İki eleman arasındaki bu fark nedeniyle, camın daha geç soğuması için camın arka yüzü folyo ile kaplanır. Folyo emilen ısıyı tutar ve böylece beton ile bir uyuma gidilmiş olur [1].

4.2.2. Parapetsiz sistemler [5]

Bu sistemde giydirme cephenin bir bölümü şeffaf veya dolu olarak parapet görevi görür. Tüm cephe üzerinde taşıyıcılar, şeffaf ve yarı şeffaf bölümlerde yeterli yalıtım sağlanmışsa yoğunlaşma olmayacaktır.

Yeterli yalıtım sağlanmamışsa normal nemde iç yüzeyde bir yoğunlaşmadan kaçınmak olanaksız olacaktır ve bu durumda yoğunlaşma sularının alınacağı bir sistem uygulanmalıdır. Bu da iki şekilde yapılabilmektedir: Birincisi suyun derhal dışarı atılmasıdır. İkincisi ise yoğunlaşma suyunun yeterli kesitteki buharlaşma kanallarına alınıp doğal olarak buharlaşmasının sağlanmasıdır. İkinci yöntem, rölatif nem oranının yüksek olduğu durumlarda buharlaşma çok zor olacağından uygun olmamaktadır.

Ülkemizde en çok kullanılan iç ve dışta çift binili sistem tek veya birkaç katlı binalar için uygun ise de yüksek binalar için yetersiz olup, yüksek binalarda dış basınçla sıkışan orta binili sistemin kullanılması uygundur.

5. KOROZYON

Giydirme cephe taşıyıcısı üzerinde önemle durulması gereken konulardan birisi, sistem iskeletinin çelik veya çelik-alüminyum karışımı olması durumunda korozyonu önleyici tedbirler almak gerekliliğidir.

5.1. Korozyonun tanımlanması

Korozyon, bir metalin bulunduğu ortam içinde kimyasal veya elektro-kimyasal reaksiyonlar sonucu bozulması şeklinde tanımlanabilir. Fiziksel nedenlerle meydana gelen bozulmaya korozyon denmez; buna belki erozyon veya aşınma demek daha doğru olur [20, s: 5].

Kimyasal korozyon deyimi, metal ve alaşımların gaz ortamlar içindeki oksitlenmesini ifade eder. Buna “kuru korozyon”da denilmektedir. Metal ve alaşımların sulu ortamlardaki korozyonu ise “elektro-kimyasal korozyon” olarak adlandırılır. Buna “ıslak korozyon” da denilebilir. Gerçekte her iki korozyon türü de temelde aynı ve elektro-kimyasal esastır.

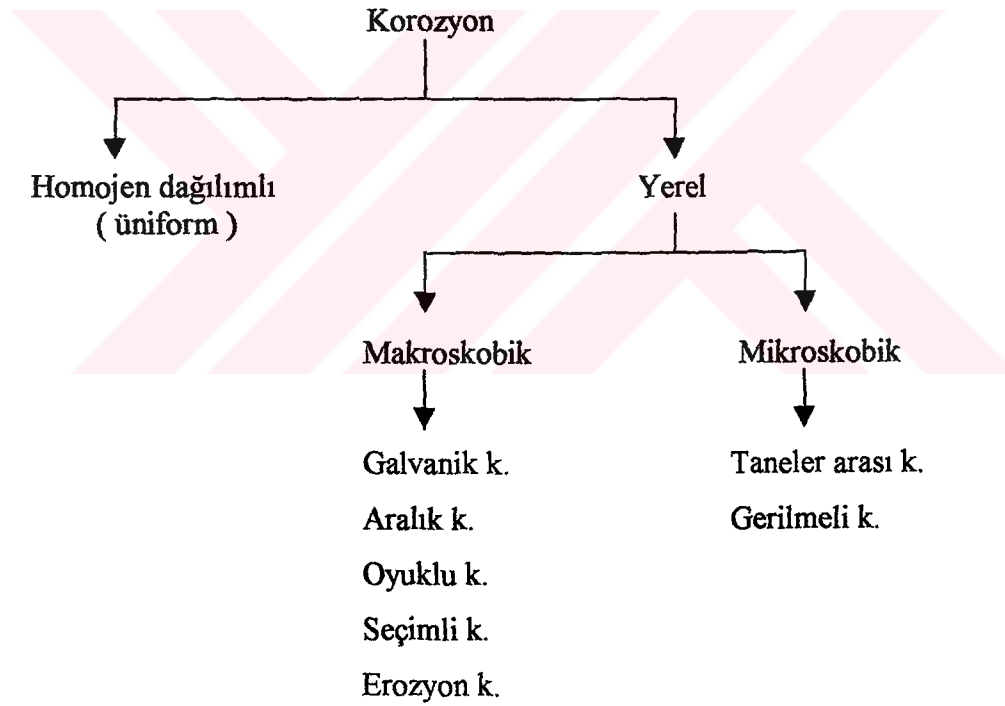
Korozyon aslında metallerin tabii hallerine dönüş gayretinden başka bir şey değildir. Bilindiği gibi teknolojik öneme sahip metallerin, hemen hemen tamamı tabiatta bileşik halinde bulunur. Bu yüzden, bu bileşiklerden üretilen metal ve alaşımların tekrar kararlı halleri olan bileşik haline dönme eğilimleri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

Korozyon reaksiyonlarının hepsi, faz sınırında cereyan eden reaksiyonlardır. Çünkü, reaksiyona giren maddeler ayrı ayrı fazlar şeklinde bir arada bulunmaktadırlar. söz konusu fazlar ve oluşan reaksiyonlar üç kısma ayrılır: korozyona giren metalin aktivitesi, korozif ortamın aktivitesi ve faz sınırının spesifik özellikleri.

Metal ve alaşımların tamamı korozyona uğrama eğilimindedir. Tüm uygulamalarda kullanılabilecek bir malzeme henüz mevcut değildir. Mesela, altın birçok ortamda korozyona uğramaz iken, civa ile temas ettiğinde derhal korozyona uğrar. Platin, korozyona çok dayanıklı bir metal olmasına karşılık, fazla yüksek olmayan sıcaklıklarda Cl_2 gazı ile şiddetle korozyona uğrar [20, s: 6].

5.2. Korozyon türleri

Korozyon türleri genellikle korozyona uğrayan metalin görünümüne göre sınıflandırılır. Bu sınıflandırma da korozyonun homojen dağılımlı veya yerel olmasına göre ikiye ayrılmaktadır. Yerel korozyon ise ya gözle görülebilir türden veya malzeme içerisinde olup gözle görülemeyen türdür (Şekil 5.1), [20, s: 106].



Şekil 5.1. Korozyon türleri [20]

5.2.1. Homojen dağılımlı (üniform) korozyon

Üniform korozyon korozyonun en bilinen şeklidir. Bu korozyon kimyasal ve elektrokimyasal bir reaksiyonla karakterize edilir. Reaksiyonlar tüm yüzey üzerinde eşit dağılımlı olarak meydana gelir. Metal gittikçe incelir.

En yaygın korozyon türü olarak üniform korozyonun yol açtığı metal kaybı diğer korozyon türlerine oranla çok yüksektir [43]. Ancak en az korkulan korozyon türüdür. Üniform korozyonun hızı basit laboratuvar deneyleri ile bulunabilir. Böylece metal parçanın faydalı ömrü büyük bir yaklaşıkla tahmin edilebilir. Üniform korozyon uygun yüzey kaplamaları, ortama ilave edilen inhibitörler ve katodik koruma ile kontrol edilebilir [20, s: 107].

5.2.2. Galvanik korozyon

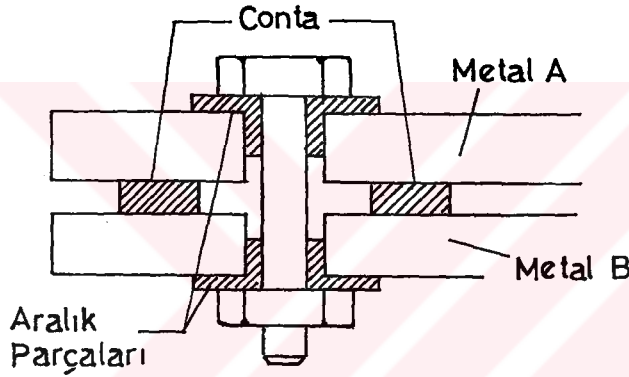
Birbirleriyle temas halinde olan farklı türden metal ve alaşımların aynı ortamda terk edilmesi halinde karşılaştığımız korozyon olayıdır [43]. İletken bir ortamda bulunan iki farklı metal arasında genellikle bir potansiyel farkı mevcuttur. Bu metaller birbirine temas ediyorsa veya aralarında akım geçişine müsait bir ortam içinde bulunuyorlarsa, ikisi arasında elektron akışı meydana gelir. Bu durumda, korozyona karşı direnci daha az olan metalin korozyonu genellikle artarken, korozyona karşı direnci fazla olan metalin korozyonu azalır [20, s:107]. Akım ve korozyonu devam ettiren faktör iki metal arasındaki potansiyel farkıdır. Kuru pil bu korozyon şekline iyi bir örnek teşkil eder.

Galvanik korozyon atmosferde de olur. Korozyonun şiddeti nem miktarına bağlıdır. Mesela deniz kenarında korozyon, kırsal atmosferdeki korozyondan daha fazla olur. Deniz kıyısındaki atmosfer, tuz ihtiva eder ve bu yüzden çok iletkenidir. Metaller tam olarak kuru bir ortamda oldukları zaman galvanik korozyon olmaz çünkü iki elektrot arasında akım taşıyacak elektrolit yoktur [20, s:113].

Önlemler [43]

1. Galvanik seri sıralamasında birbirlerinden uzak metal ve alaşımların eşlenmesi olanaklar ölçüsünde önlenmeye çalışılmalıdır. Bu tür eşlemeler kaçınılmaz bir zorunluluk olarak ortaya çıkarsa aynı türden olan metaller, yalıtkan conta veya ara parçaları kullanarak izole edilmelidir (Şekil 5.2).
2. Eşlenen metallerden yüzey akısı küçük olanların diğerlerine kıyasla soy olmalarına dikkat edilmelidir. Bu durumda A_s/A_a oranı küçük olacağından, eşlemenin aktif metallerin korozyonu üzerindeki etkisi sınırlanmış olur.

3. Eşlenen metallere daha aktif bir metalin ilıştırılması ile galvanik korozyonun etkinliği sınırlanır ve hatta tamamen önenebilir.
4. Ortamdan ayrılarak sistemin belirli yerlerinde çözelen metaller olumsuz eşlemeye olanak sağlayabilir.
5. Korozyon hızlarının yüksek olmadığı ve sürekli bakım ve yenilemenin sağlanabildiği koşullarda yüzey kaplamaları yararlı olabilir. Ayrıca ortamın saldırganlığını sınırlayıcı önlemlere de başvurulabilir.
6. Sistemin korozyona uğrayan kısımları diğer kısımlarına oranla daha kalın olmalıdır.



Şekil 5.2. Ayrı türden olan metallerin yalıtkan conta ve ara parçaları kullanarak izolasyonu [43]

5.2.3. Çukurcuk korozyonu (Erozyon korozyonu)

Çukurcuk korozyonu, korozif ortam ve metal yüzeyi arasındaki hız farkından dolayı mevcut korozyon olayının hızlandırılmasıdır. Genelde bu hareket çok hızlıdır ve mekanik aşınma da olaya katılır [20, s: 151].

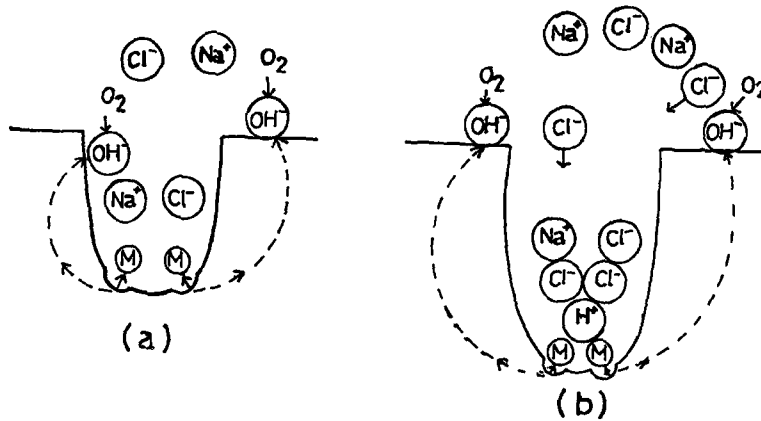
Birçok metal ve alaşımlar erozyon korozyonuna karşı duyarlıdır. Bunların çoğu, korozyona direnci sağlayan yüzey filmlerinin bozulması ile korozyona uğrar. Alüminyum ve paslanmaz çelikler buna örnek olarak verilebilir. Yüzey filmlerinin bozulmasıyla metal hızla korozyona uğrar [20, s:151]. Bazı metal ve alaşımlar üzerinde meydana gelen koruyucu filmlerin özellikleri, erozyon korozyonuna direnç

bakımından önemlidir. Bu filmlerin koruyuculuk özelliği mekanik dirençlerine ve yenilenme hızlarına bağlıdır. Sıkı, yoğun, yapışık ve süreklilik arz eden bir film tabakası çok iyi bir koruma sağlar. Gerilimler altında kırılan bir tabaka beklenen korumayı sağlar [20, s: 153].

Erozyon korozyonu Şekil 5.3'te görüldüğü gibi genellikle düz tabanlı çukurlar halinde ortaya çıkmaktadır. Metal yüzeyinde hareket eden korozif maddenin yoluna bağlı olarak korozyon belli bir yönde yayılma gösterir. Türbülanslarda olduğu gibi yüksek hızın söz konusu olduğu durumlar erozyon korozyonu için daha uygundur. Bundan dolayı pompa pervanelerinde, karıştırıcılarda ve özellikle boru sistemindeki dirsek ve kıvrımlarda sık sık görülür [43].

Kavitasyon ve aşınma korozyonları da erozyon korozyonunun iki özel şeklidir. Kavitasyon, hızlı oluşan buhar kabarcıklarının metal yüzeyinde birikmesiyle ortaya çıkar. Bu şekilde oluşan yüksek basınçlar altındaki metal tabakayı deforme eder, koruyucu film tabakasının uzaklaşmasına neden olur. Kabarcık oluşmasına neden olacak kısımların az olması nedeniyle düzgün yüzeyler daha faydalıdır [43].

Aşınma korozyonu metallerin birbiri üzerinde kaynaması ile (sürtme) ortaya çıkar ve yüzeylerin bir veya ikisi birden mekanik olarak hasara uğrar. Kayma genellikle vibrasyon nedeniyle olur. Korozyon ya sürtme ısısının metali oksitlemesi ve bu oksit tabakasının mekanik olarak uzaklaşması veya aşınmamış yeni yüzeyin korozif maddelerinin devamlı etkisinde kalmasıyla ortaya çıkar [43].



Şekil 5.3. Çukurcuk korozyonunun oluşum düzeni. (a) Başlangıç ve (b) ileri aşaması [43]

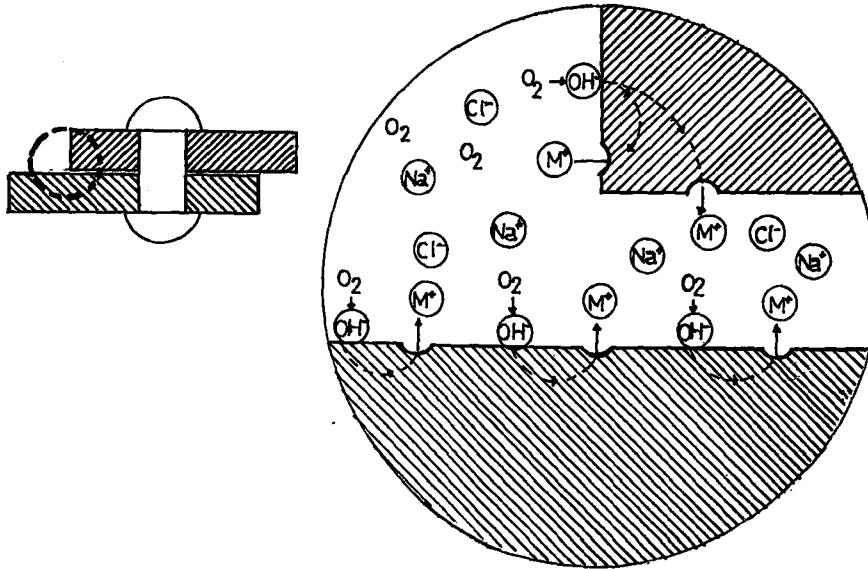
Önlemler

Erozyon korozyonunu önlemek veya minimuma indirmek için 5 metot vardır. Önem sırasına göre bu metotlar şöyle sıralanabilir:

1. Erozyon korozyonuna karşı dirençli malzemelerin kullanılması,
2. Dizayn,
3. Ortamın değiştirilmesi,
4. Kaplamalar,
5. Katodik koruma.

5.2.4. Aralık korozyonu

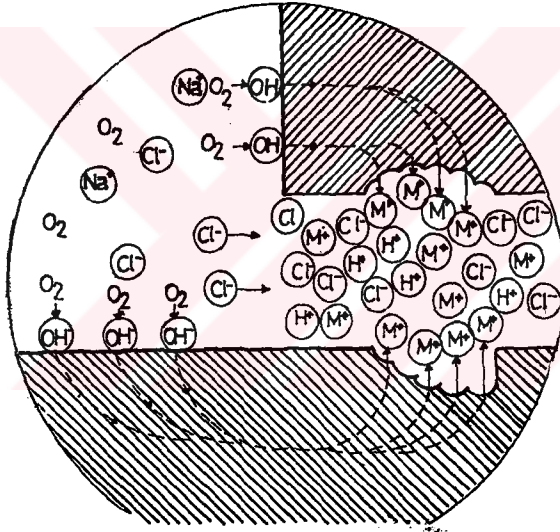
Korozyon olayının belirli dar bölgeler üzerinde yoğunlaşması sonucu ortaya çıkan bozulma türlerinden biri de aralık korozyonudur [43]. Korozyona maruz kalan metal yüzeyleri üzerinde yarık ve diğer örtülü alanlar içinde çoğu kez şiddetli bölgesel korozyon meydana gelmektedir. Bu korozyona genellikle, söz konusu boşluklara, conta aralıklarına yüzeydeki bazı birikintilerin altına veya cıvata ve somun başları altındaki aralıklara giren küçük hacimdeki durgun çözelti yol açmaktadır (Şekil 5.4), [20, s: 120].



Şekil 5.4. Aralık korozyonuna yol açıcı özellikte dar bölgelerin oluşumu ve aralık korozyonunun başlangıç aşaması [20, s: 120]

Dar bölge korozyonunun oluşabilmesinin ön koşulu aralıkların ortamın girmesine izin verecek kadar geniş, ancak gerekli tıkanıklığın sağlanabilmesi için yeterli darlıkta olmasıdır. Aralık genişledikçe korozyon etkenliğini kaybeder ve genişliği birkaç milimetreyi bulan aralıklar içinde ancak ender koşullarda görülebilir. Aralığı oluşturan parçaların her ikisinin de metal olması gerekmez. Lastik, cam ve polimer gibi metal olmayan malzemelerle temas halinde olan metaller aralık korozyonu ile bozulabilirler [43].

Aralık korozyonunun oluşum düzeni çukurcuk korozyonunkine yakındır. Korozyon aralık içinde ve dışında yer alan oksijen reaksiyonu ile başlatılır. Ancak aralık içine sızan ortam içerdiği oksijeni çok küçük olan hacmi nedeniyle hızla kaybeder. Böylece oksijen reaksiyonu yalnızca aralık dışında oluşmaya devam eder.



Şekil 5.5. Aralık korozyonunun ileri aşaması [20, s:121]

Önlemler [20, s:123]

1. Perçin ve cıvata yerine parçaları birleştirirken kaynak kullanılmalıdır. Bütün gözenekler kapatılmalı ve kaynak mükemmel olmalıdır.
2. Sürekli kaynak, macun ve lehimle yarıklar örtülmelidir.
3. Reaksiyon kapları, içindeki çözeltiyi tam boşaltacak şekilde dizayn edilmeli; keskin köşe ve durgun alanlardan kaçınılmalıdır. Cihazın bu şekilde yapılması kap

boşaltıldığı zaman içinde hiçbir şey bulunmamasını, özellikle cihazın dibinde çöken solid parçacıklarının kalmamasını sağlar.

4. Reaksiyon kapları sık sık muayene edilmeli ve diplerindeki birikintiler temizlenmelidir.

5. Üretime uzun süre ara verilecekse, ıslak conta gibi malzemeler alınmalıdır.

6. Mümkünse üniform bir ortam sağlanmalıdır.

7. Teflon gibi absorblama özelliği olmayan “solid” contalar kullanılmalıdır.

5.2.4.1. İplikçik (filiform) korozyonu

Filiform korozyon aralık korozyonunun özel bir şeklidir. Metalleri koruyan film tabakalarının altında meydana geldiğinden “tabaka altı” korozyonu da denilmektedir [20, s: 123]. Korozyon derinliği çok az olması nedeniyle yapı malzemesinin mekanik özelliklerinde önemli kayıplara yol açmamasına rağmen malzemenin görüntüsünü ciddi şekilde bozduğu için yapıların dekoratif görünimleri açısından önemli bir bölgesel korozyon türüdür. Filiform korozyon organik ve toz boyalarla kaplanmış bir metal ve alaşımlarda boya altında metal yüzeyi boyunca, geride korozyon ürünleri ile dolu bir iz bırakarak ilerleyen aktif bir korozyon hücresidir [44].

5.2.4.2. Boyanmış mimari alüminyum profil ve levhada filiform korozyon

Filiform korozyon ilk defa 1980’li yılların başında dikkat çekmiştir. Alüminyum levha ve profillerin anodize edilmesine (eloksal kaplama) alternatif olarak piyasada yaş ve toz boyanın görünmeye başlamasından sonra artan talep üzerine, özellikle elektrostatik toz boyama yapan birçok tesisin kurulması ile inşaatlarda boyanmış alüminyum gittikçe daha çok kullanılmaya başlandı [30]. Bir süre sonra bazı boyalı alüminyum üzerinde özellikle Hollanda, Belçika, Almanya gibi denize yakın ve sanayileşmiş ülkelerde filiform korozyon görüldü. Benelux ülkelerinde görülen yoğun filiform korozyon probleminin nedeni olarak İngiltere üzerinden gelen asit yağmurları ve bu ülkelerin deniz kıyısında olmaları düşünülüyor [28].

Filiform korozyon, ilk defa Sharman tarafından 1944 yılında “saç teline benzer korozyon izleri” olarak tarif edildi ve “tabaka altı korozyonu” adı verildi. Önceleri

elik malzeme üzerinde görülen bu korozyon, daha sonraları alüminyum ve magnezyum üzerinde de görüldü [45].

Son yıllarda filiform korozyon raporlarının artışı, boyalı alüminyum kullanımının artışı ile açıklanabilir. Filiform korozyon, organik kaplamanın(boyanın) cinsi ve boyama metoduna bağlı kalmadan oluşur. Filiform korozyonun derinliği 40 mikrondan az olduğundan, malzemenin mekanik özelliklerini etkilemez. Sadece dış kozmetik görünüm açısından önem taşır [34].

Binalarda filiform korozyonun en çok grldği yer pencere erveleridir. Filiform korozyon bu tür parçalarda açık havaya maruz kaldıkları ilk iki yıl içinde başlamakta ve daha sonraki yıllarda yeni başlayan iplikçiklere rastlanmamaktadır [46].

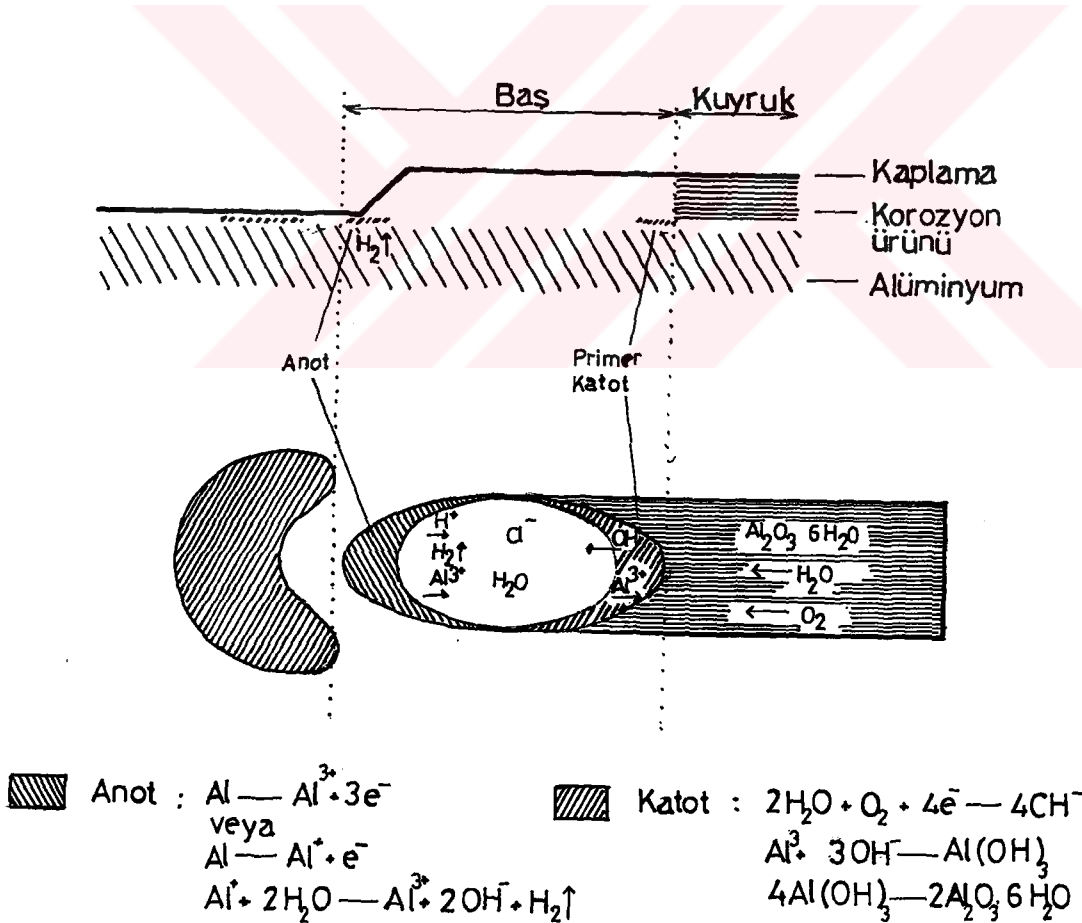
Filiform korozyonun belli başlı özellikleri şunlardır: [34]

1. Filiform korozyon, kaplamanın çatlak veya kırık gibi fiziksel kusurlu bir yerinde başlar. Kılcal ilerleme lineer bir hareket izler (ilerleme herhangi bir yöne olabilir).
2. Kılcal genişlik 0,1 ile 0,5 mm arasındadır. İlerleme hızı 0,15-0,4 mm/gün' dür.
3. Kılcal ilerlemeler birbirleri ile kesişmezler, veya kaplamada bir kırığa neden olmazlar. İki yönden gelen filamanların başları karşılaşacak olurlarsa birleşerek tek bir filaman halinde ilerlemeye devam ederler. Bir filamanın başı, diğer bir filamanın gövdesi ile karşılaşır ise, bu durumda başın ilerlemesi durabilir veya filaman kıvrılabilir.
4. Filaman başının n kenarında düşük pH değerli asidik bir ortam bulunur. Bu kısım anodik olarak en aktif kısımdır.
5. Filiform korozyonun başlaması için ortamda tuzların bulunması gerekir.
6. Filiform korozyonun başlaması için su gerekir. Filiform korozyonun oluşması için en kritik bağlı nem oranı %75-85 arasındır. Bu oranda daha kuru veya nemli ortamlarda filiform korozyon olma olasılığı çok düşer.
7. 40 C üzeri sıcaklık ve yüksek nemli ortamda filiform korozyon olasılığı çok yüksektir.

8. Filiform korozyon'un ilerlemesi için oksijen gerekir. Helyum ve hidrojen atmosferinde filiform korozyon oluşmaz.

Filiform korozyonun oluşmasındaki kimyasal reaksiyonlar anlaşılmış olup, kinetiği ve ilerleme mekanizması henüz tam bilinmemektedir. Bu konularda EAA (Avrupa Alüminyum Birliği) ve ESTAL (Avrupa Alüminyum Yüzey İşlem Birliği)'in de içinde bulunduğu araştırmalar devam etmektedir [30].

Filiform korozyonun işlemesi, Şekil 5.6'da görülen kısmi havalandırma hücresi (differential aeration cell) ile açıklanabilir. Tipik bir filaman, baş ve kuyruk (gövde) olmak üzere iki kısımdan oluşur. Baş kısmında korozif tuzlar bulunurken, kuyruk kuru korozyon ürünlerinden oluşur ve pasif bir bölgedir. Elektro-kimyasal reaksiyonlar, iyice belirlenmiş bir anodik(önde) ve katodik(arkada) bölgelere sahip olan baş kısmında oluşur. Anot ve katotta oluşan reaksiyonlar Şekil 5.6'da özetlenmiştir [34].



Şekil 5.6. Filiform korozyon reaksiyonları [46]

Oksijen ve su, bir korozyon ürünü olan “hydrated alumina”dan oluşan poröz kuyruktan içeri nüfuz ederek (diffüzyon) baş kısma ulaşır. Katyonlar ve hidrojen iyonları başın ön tarafından başın arka tarafına doğru hareket ederler. Katotta ise su ve oksijenin reaksiyonu ile OH^- oluşur ve başın merkezine doğru gidip Al^{+3} ile birleşerek önce Al_2O_3 , sonra da “hydrated”(bünyesine su almış) alüminatı oluşturur. Bu ürün çökerek poröz kuyruğu meydana getirir. Ön tarafın içinde kalan Cl^- ve suyun yerini filiform baş kısmı alır. Cl^- iyonları bu hareket karşısında göreceli olarak hareketsizdir [34]. Su ise yüksek mol fraksiyonundan dolayı hareketsiz gibi olmakla beraber, metal katyonları ile hidroliz reaksiyonu nedeni ile bir miktar öne difüz eder.

Boyanmış alüminyum yüzeyinde ilk korozyon belirtisi, kaplamanın yüzeye tam yapışmadığı ve alüminyumun sodyum klorür gibi bir tuzun varlığı ile koruyucu oksit tabakasını kendiliğinden oluşturmadağı yerlerde başlar. Yüksek bağıl nemli ortamlarda, tuz erir ve yüksek konsantrasyonlu bir elektroliz çözeltisi ve böylece korozyon hücrelerini oluşturur. Elektrolit (hava) yüzeyinde katot, alektrolit (alüminyum) yüzeyinde de anot oluşur. Oksijen elektrolite difüz eder ve katota indirgenir. Bu arada, alüminyum, anotta çözeltiye geçer. Bu çözünme prosesi nedeni ile elektrolit daha da konsantre hale gelir ve elektrolitin ozmotik basıncı artarak daha fazla suyun girmesine yol açar. Hacmi artan elektrolit ve korozyon ürünleri, değişik oksijen konsantrasyonlu bölgelerin oluşmasına yol açar. Bu bölgelerin filiform korozyonu ile ilgili neden olduğu düşünülmektedir. Oksijen konsantrasyonunun en az olduğu yerde alüminyum çözünürlüğü en yüksek değere ulaştığından, filiformun baş tarafı oksijen kaynağından uzaklaşan yöne hareket eder [34].

Filiformun başını, kuru korozyon ürünlerini içeren kuyruktan ayıran, konsantre tuz çözeltisi içeren yarı geçirgen bir membran oluşur. Bu membran, filiform başının içindeki çözeltinin iyonlarının, kuyruk bölümüne geçmesini engeller. Filiformun başı ilerledikçe, membran yenilenir, eski membran suyunu kaybeder. Bu proses, filiform büyüme yönünü tayin eder [46].

Filiform korozyonun her zaman koruyucu kaplamanın yetersiz veya eksik olduğu yüzeylerde olduğu tespit edilmiştir. Testere kesim uçları, freze veya matkap delik işlemleri, manüplasyon ve montaj sırasında kaplamanın çizilmesi veya zedelenmesi gibi kaplamaya zarar veren yerlerde filiform korozyon olma olasılığı yüksektir.

Ancak, sistem filiform korozyona hassas değilse, filiform korozyon en fazla 1mm. ilerler [30].

Özellikle binalara dikey monte edilen profillerde filiform korozyonun profilin yere yakın alt yarısında daha çok görüldüğü tespit edilmiştir. Bu duruma, yerçekimi nedeni ile, su ve tuzların alt kısımda birikmesinin yol açması kuvvetli olasılıktır. Ayrıca korunmalı, yağmur suyu ile yıkanmayan ve yıllık temizliği ihmal edilen binalarda filiform korozyon olasılığı yüksektir [34].

5.2.4.3. Filiform korozyonun önlenmesi

Filiform korozyonu önlemek için kesin bir yöntem yoktur. En iyi yol, kaplanmış metal yüzeylerini düşük nemli ortamlarda depolamaktır. Ancak bu yol her yerde sürekli olarak uygulanmayabilir. Diğer bir yöntem yüzeyin kolay kırılabilir bir film tabakası ile kaplanmasıdır. Böyle kırılğan kaplamalar altında bir korozyon ipliği büyümeye başlarsa, ipliğin ilerleyen aktif ucu kaplamayı kırar. Böylece aktif uç ile kuyruk arasındaki oksijen konsantrasyonundaki farklılık ortadan kalkacağından korozyon durur [20, s: 128].

Fosfatlama işlemi sonrasında saf su ile durulama yapılmasının filiform korozyonuna hassasiyeti azalttığı kaydedilmiştir. Sağlanan bu iyileşme durulama işlemi ile yüzeyde fosfatlama işleminden kalmış olan tuzların ve su kapalı maddelerin yüzeyden uzaklaştırılmasına bağlanmıştır [46]. Boyama öncesinde alüminyum malzemeye uygulanan yüzey ön işlemlerinde, kromatlama öncesi yüzey temizliğinin son derece iyi olması için alkali çözelti ile temizleme, sud-kostik ile dağlama, yeşil kromatlama yerine sarı kromatlamanın tercih edilmesi, kromatlama işlemi sonunda en son yıkamanın de-iyonize su ile yapılması filiform korozyon olasılığını azaltmaktadır. Sonuç olarak, zamandan tasarruf için daha kısa ve daha az sayıda işlem kullanılarak yapılan yüzey ön işlemleri (yeşil kromatlama, asit ortamlı yağ alma çözeltileri) tavsiye edilmemektedir. Alkali yağ alma işlemini takiben yapılan sud-kostikle dağlama ve nötralizasyon sonrası sarı kromatlama tavsiye edilen işlem sırasıdır.

Nişancıoğlu ve arkadaşları AA anodizasyonla üretilmiş ince filmlerin kromatlama kadar iyi yapışma sağlamasa bile iplikçiklerin büyümesini kromatlamadan daha etkin olarak önlediklerini kaydetmişlerdir [28].

Boyama öncesi yüzey ön işlemlerinde, kromatlı / kromatsız prosesler yerine “eloksal”(anodize kaplama) uygulanması da gündemdedir. ESTAL / QUALICOAT tarafından hala araştırmaları yürütülen bu alternatif umut vericidir. Almanya’da GSB-GPB şartlarını sağlayan sonuçlar veren ve filiform korozyona, sarı kromatlamaya göre 6 kez daha dayanıklı olduğu saptanan eloksal kaplama proses parametreleri olarak şu değerler verilmektedir [34]:

Banyo bileşimi :

180-200 g/lit H_2SO_4 ,

T =25-30 °C,

Kalınlık = 3-6 μ (önerilen 6 μ),

Süre $\geq$ 6 dk.

Araştırmalar sonucunda, filiform korozyonu önlemek için, kullanılan alüminyum malzemenin kimyasal bileşimi üzerinde de durulmaktadır. En yaygın ekstrüzyon alaşımı olan AA6063 ve 6060 alaşımlarında yüksek demir ve bakır bulunması filiform korozyon olasılığını arttırmaktadır. Filiform korozyonu önlemek için önerilen 6063/6060 alüminyum ekstrüzyon alaşımlarında kimyasal bileşim şu şekildedir:

Zn < % 0,02; Pb < % 0,005; Cu < % 0,015; Fe/Si < 0,5; 1,05 < Mg/Si < 1,03

(veya % olarak : 0,17 < Fe < 0,21; Si= 0,4- 0,45; Mg= 0,45-0,50).

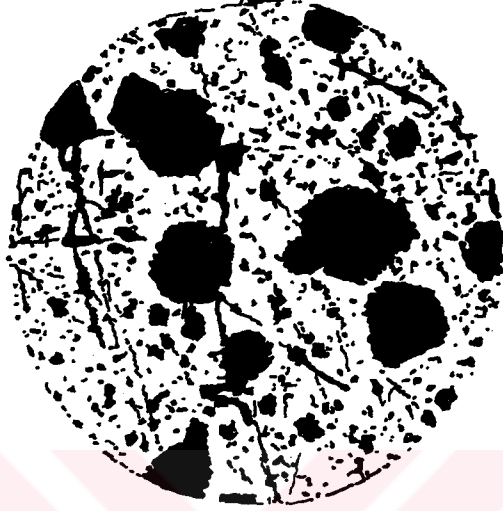
Şu elementlerin belirtilen değerlerden fazla olması ise filiform korozyona davetiye çıkarmaktadır: Zn > % 0,02; Pb > % 0,005; Cu > % 0,005; Fe > % 0,21 [34].

5.2.5. Oyuklu korozyon

Oyuklu korozyon, metal yüzeyi üzerinde küçük çukurlar şeklinde beliren son derece lokalize olmuş bir korozyon şeklidir. Bu oyuklar büyük ve küçük çaplı olabilirler. Ancak çoğunlukla küçük çapta belirirler. Oyuklar bazen son derece birbirine yaklaştığından metal kaba yüzeyli bir durum arz eder [20, s: 128].

Oyuklu korozyon diğer korozyon şekilleri içinde en zararlı ve sinsî olanıdır. Meydana gelen korozyon oyukları, çok küçük olduğundan ve korozyon ürünü maddelerle örtüldüğünden dolayı görülemez. Ayrıca, aynı şartlar altında meydana gelen oyukların derinlikleri ve sayıları değiştiğinden oyuklu korozyonu kantitatif

olarak ölçmek ve mukayese etmek güçtür. Oyuklu korozyonu laboratuvar deneyleri ile kontrol etmek de zordur. Oyukların oluşması için bazen birkaç ay veya birkaç yıl gerekebilir. Şekil 4.7' de 1190 çeliği üzerinde meydana gelmiş olan oyuklar görülmektedir. Bu oyuklar $Al(OH)_3$ partiküllerini ihtiva eden alüminyum sülfat çözeltisi içinde 5 günlük zaman periyodunda ele alınmıştır [20, s: 129].

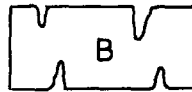


Şekil 5.7. 1190 çeliğin üzerinde alüminyum hidroksit partiküllerinin oluşturduğu oyuklu korozyon [20, s: 129]

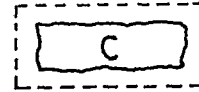
Oyuklu korozyon, tam korozyona uğrama hali ile hiç korozyona uğramama hali arasında bir ara basamak olarak düşünülebilir.



Hiç korozyon yok



Oyuklu korozyon



Tamamen
korozyona uğrama

A korozyonun hiç olmadığı durumu, B oyuklu korozyonu, C ise metalin homojen olarak her tarafından korozyona uğradığını gösterir. Buna örnek olarak üç benzer 18-8 paslanmaz çelik parçanın demir - III - klorürdeki korozyonu verebilir. Konsantrasyon ve sıcaklık arttırılacak olursa şekildeki durumlar ortaya çıkar. Çok sulu soğuk $FeCl_3$ çözeltisi paslanmaz çelik üzerinde hiç korozyon meydana gelmez. Fakat derişik ve sıcak $FeCl_3$ çözeltisi C 'deki gibi bir korozyona yol açar [20, s:130].

Oyuklu korozyonun önlenmesi [20, s:139]

Genellikle aralık korozyonu için uygulanan önleme metotları, oyuklu korozyon içinde geçerlidir. Bazı malzemeler oyuklu korozyona, diğerlerinden daha dayanıklıdır. Mesela, 304 paslanmaz çeliğe % 2 Mo ilavesi ile oluşan 316 paslanmaz çelik, oyuklu korozyona daha dirençlidir. Bu ilave çok koruyucu veya çok stabil pasif bir yüzey sağlar.

En iyi yol, istenen ortama oyuklu korozyonu uğramayacak malzemeleri kullanmaktır. İnhibitör ilavesi bazen faydalıdır. Fakat bu uygulama korozyon tam olarak durdurulmadıkça tehlikeli olabilir. Aksi takdirde oyuklu korozyon artabilir.

5.2.6. Seçimli korozyon

Alaşımarda belirli bir metal veya belirli bir faz üzerinde yoğunlaşarak öncelikle çözünmelerine neden olan korozyon türüdür. İlke olarak elektro-kimyasal gerilim dizisinde birbirlerinden çok uzak metallerden oluşan alaşımlar seçici korozyona uğrarlar. Örneğin, altın-gümüş alaşımı seyreltik HNO_3 asit çözeltisine terk edilince gümüşün çözüldüğü ve hatta giderek geriye yalnız saf altının kaldığı görülür. Bakır çinko alaşımlarında görülen çinko kaybı, dökme demirde ana yapının çözelişi ile gelişen grafitleşme olayı bu tür korozyon için verebileceğimiz önemli örnektir [43].

Seçici korozyonun bozucu etkisi malzemenin uğradığı dayanç kaybıdır. Korozyonun etkili olduğu bölgelerde çekme dayancının sıfıra indiği kabul edilebilir. Bu nedenle korozyona uğrayan parçalarda saptanan dayanç kaybı korozyondan etkilenen kesit alanının doğrudan bir göstergesi olarak önem taşır.

Özellikle asitli ortamlarda diğer alaşımlarda da seçimli korozyon görülebilir. HF ve diğer asitlerde, alüminyum bronzlarında Al fakirleşmesi olur. (Cu-Si) silisyum bronzlarında silisyum fakirleşmesi ve Co-W-Cr alaşımlarında Co fakirleşmesi kadar sık rastlanan olaylar değildir. Bir alaşımdan bir elementin seçimli korozyonu bazen faydalı sonuçlar doğurur. Mesela, paslanmaz çelikler üzerindeki oksit filmlerinde gözlenen Si zenginleşmesi, pasivite ve oyuklu korozyona karşı direncini artırır [20, s:150].

5.2.7. Taneler arası korozyon

Taneler arası korozyon, korozyon olayının tane sınırları yakınında yoğunlaşması sonucu ortaya çıkar. Bu korozyon türünde ağırlık kaybı çok az olmasına karşın korozyon hızı, tane sınırlarında büyük derecelere ulaşır. Böylece, taneler bütünlük ve şekillerini korurlarken taneler arası bağ bozulur ve sonuç olarak mekanik direnç sıfıra kadar düşer. Taneler arası korozyonuna, tane sınırlarındaki safsızlıklar neden olur. Genellikle tane sınırlarında alaşım elementlerinden birinin zenginleşmesi veya fakirleşmesi sonucu taneler arası korozyon ortaya çıkar. Alüminyumda az miktarlarda bulunan demir, tane sınırlarında ayrışarak, bu korozyona neden olmaktadır [20, s:139].

Yüksek mukavemet gösteren alüminyum alaşımları taneler arası korozyona karşı duyarlıdır. Çünkü bu alaşımlar çöktürülmüş bazı fazları yardımıyla mukavemet kazanırlar. Mesela, duralüminyum (Al-Cu) tipi alaşımlar CuAl_2 çökteltilerinden dolayı çok mukavemetlidir. Bakırın azaldığı alanlar ile komşu alanlar arasındaki potansiyel farkının oldukça fazla olduğu gösterilmiştir. Bu alaşımlarda bakırın çökmesini önlemek için ısıtma işlemleri yapıldığı zaman taneler arası korozyon azalır. Fakat bu defa da alaşımın mukavemeti düşer. Diğer alüminyum alaşımlarında da FeAl_3 , Mg_5Al_8 , Mg_2Si , MgZn_2 gibi çöktelti, taneler arası korozyona yol açar. Fakat bunların etkisi o kadar fazla değildir. Bazı magnezyum ve bakır esaslı alaşımlarda aynı kategoriye girer.

Yüksek mukavemetli alüminyum alaşımların üretilmesinde uygulanan ısıtma işleminin taneler arası korozyon bakımından büyük önemi vardır. Mesela, 493°C ' de ve 60 dk. çözeltiye alma işleminden sonra 35 saniye gecikme ile su verilen 2024 alaşımı oda sıcaklığında 4 gün içinde tabii olarak yaşlandırıldığında taneler arası korozyona duyarlı olmayan bir malzeme üretilmiş olur.

5.2.8. Gerilmeli korozyon

Gerilmeli korozyon hem mekanik gerilim ve hem de korozif ortam etkisinin malzeme üzerinde aynı zamanda yoğunlaşması ile meydana gelir. Araştırmaların çoğu, korozif ortamlarda oluşan kırılma hareketlerinin tümünü, hidrojen kırılabilirliği da dahil, gerilmeli korozyon olarak yorumlamışlardır. Ancak kırılmaya yol açan bu iki çeşit olay, ortam değişkenlerine farklı şekillerde cevap vermektedir. Mesela,

katodik koruma, gerilmeli korozyonu önlemede etkili bir yöntemdir. Ancak aynı yöntem, hidrojen kırılabilirliğini de son derece hızlandırır. Bu nedenle, gerilmeli korozyon ile hidrojen kırılabilirliği birbirinden farklı iki olaydır [20, s:173].

Gerilmeli korozyon esnasında malzeme, yüzeyinden pek fazla korozyona uğramadığı halde, ince çatlaklar malzemenin içine doğru ilerler. Gerilmeli korozyonun iki klasik şekli, pirinçte görülen mevsime bağlı bozulma ve çelikte görülen kostik kırılabilirliktir. Malzemelerin gerilmeli korozyona karşı duyarlılıkları ortama göre değişebilir. Mesela, austenitik paslanmaz çelikler klorür içeren ortamlarda gerilmeli korozyona uğramalarına karşın, amonyaklı ortamlardan etkilenmezler. Buna karşılık pirinçler amonyaklı ortamlarda gerilmeli korozyona uğramalarına rağmen klorürlü ortamlardan etkilenmezler. Oksitleyiciler gerilmeli korozyonu çoğu kez artırır [20, s: 174]. Alüminyum alaşımlarında gerilmeli korozyona neden olan ortamlar ise şunlardır: NaCl-H₂O çözeltileri, NaCl çözeltileri, deniz suyu, hava, su buharı.

Kristaller arası ve kristaller ötesi gerilmeli korozyon, kırılmaları gözlenebilen iki bozulma türüdür. Kristaller arası tane sınırları boyunca ilerler. Kristaller ötesi kırılma ise bağlardan bağımsız olarak gelişir. Kristaller arası ve kristaller ötesi kırılmalar ortam veya metal yapısına bağlı olarak aynı malzemede ortaya çıkabilir. Yüksek nikelli alaşımlarda, demir- krom alaşımlarında ve pirinçlerde her iki türden kırılmaya da rastlanmıştır.

Gerilmeli korozyonun oluşumu ile ilgili olarak değişik mekanizmalar ileri sürülmüştür. Bunlar;

1. Çatlama öncesi mevcut olan aktif alanlar mekanizması;

Gerilmeli korozyonun bir kısmı tane sınırlarında ortaya çıkmaktadır. Mesela Al alaşımları ve pirinç alaşımları bu tür gerilmeli korozyona maruz kalmaktadır. Aktif özellik gösteren tane sınırlarında gerilim yığılması olur ve buralarda deformasyon ortaya çıkar. Bu da gerilmeli korozyona yol açar.

2. Mekanik etkenlerin ortaya çıkardığı aktif alanlar mekanizması;

Malzemede oluşan çatlak ucu, malzemenin plastik deformasyonuna neden olur. Çatlak ucunun oluşturduğu çok dar bir bölgede yoğunlaşan korozyon olayının ürettiği büyük anodik akımlar, çatlak ucunu pasifleştirir. Ancak oluşan pasif film

deformasyon sonucu kırılır ve çatlak ucu tekrar korozyona uğrar. Böylece aktif durum, pasifleşme, pasif film kırılması ve yeniden aktifleşme olayları arka arkaya devam ederek, bir çevrim ortaya çıkar. Buna “ film kırılma metodu” da denir.

3. Kritik gerilim bölgelerinde yabancı atomların tutunma mekanizması;

Bu mekanizmada, ortamda bulunan bazı atomlar, çatlak ucundan malzemenin kristal kafesine yayılır ve alaşımın; ana atomlar arasındaki bağ kuvvetini azaltarak, malzemenin mekanik dayancını düşürürler.

Önleme metotları

Gerilmeli korozyonun mekanizması tam anlaşılamadığı için bu korozyon şeklini önlemede kullanılan metotlar ya genel veya deneye dayalı olmaktadır. Aşağıda bahsedilen koruma metotlarından bir veya birkaçı uygulanabilir [20, s:189].

1. Gerilimi eşik gerilimin altına düşürmek; malzeme içindeki gerilimi almak için tavlama işlemi yapılabilir. Adi karbon çelikleri 1100° F- 1200° F arasında tavlansarak ve austenitik paslanmaz çelikler 1500 - 1700 ° F arasında tavlansarak bu gerilim alınabilir.

2. Kritik çevre faktörlerini elimine etmek; mesela, ortamdan gazlı bileşikler almak, demineralizasyon veya destilasyon yapmak.

3. Ne ortam ne de gerilim değiştirilemiyorsa kullanılan malzemeyi değiştirmek. Mesela, 304 paslanmaz çeliğin yetersizliği halinde Inconel kullanmak çoğu kez başvurulmuş bir pratik yoldur.

4. Katodik koruma tatbik etmek: Bu koruma şekli hidrojen kırılabilirliğini arttırdığından dikkatle tatbik edilmelidir.

5. İnhibitör ilave etmek: Fazla etkin olmayan koroziv ortamlarda gerilmeli korozyonu azaltmak için fosfatlar, diğer inorganik ve organik korozyon inhibitörleri başarıyla kullanabilmektedir.

6. KOROZYONDAN KORUNMA VE ALÜMİNYUM PROFİLLERİN YÜZEY İŞLEMİ

Alüminyum profiller (ekstrüzyon ürünleri), çeşitli alaşımlarda, genellikle ekstrüzyon yöntemi ile üretilen, ölçü ve şekil itibarı ile çeşitli kesitlerde olan uzun ürünlerdir. Kesit şekli, kare veya dikdörtgen gibi basit bir geometriden, karmaşık şekilli içi boş profillere kadar sayısız alternatifte olabilir. Kesit şekli ve ölçülerindeki bu çok çeşitlilik sayesinde ki, alüminyum ekstrüzyon ürünleri, çok çeşitli uygulamalar için dizayn edilebilir. Üstelik, uygulanabilen çok çeşitli “yüzey işlemleri ” sayesinde, kullanım alanları daha da genişler.

Yüzey işlemler, ürünün estetik görünümünü iyileştirmek ve/veya korozyon ve aşınmaya karşı direncini arttırmak için yapılır. Ayrıca alüminyum, profilin, ısı emme veya yansıtma ile elektriksel özellikleri de yüzey işlemleri ile değiştirilebilir. Yüzey işlemler, boyama, elektrolizle kaplama, yapıştırma gibi sonraki bir başka proses için hazırlık amacı ile de yapılabilir [40].

Bir çok yüzey işlem prosesi öncesinde, yüzeyi hazırlamak amacı ile, “yüzey ön işlemleri (yüzey hazırlama)” uygulanır. Yüzey ön işlemleri ile, yüzeyin dekoratif görünümü değiştirilebileceği gibi, aslında yüzey işlemle oluşturulacak tabakanın iyi tutunması için yüzeyin tutunma kabiliyeti geliştirilebilir.

Bu bölümde, alüminyum profillerin korozyon direncini arttırmak için, uygulanan en önemli yüzey işlemlerinden “eloksal”(anodik oksidasyon) ve toz boya uygulamaları ile bu uygulamalarda büyük önem taşıyan yüzey ön işlemlerinden bahsedilmiştir. Eloksal ve toz boya işlemlerinde kaplamanın yüzeye iyi yapışması için yüzeyin temiz olması ve yüzey ön işlemlerinin titizlikle yapılması gerekmektedir. Bu nedenle eloksal ve toz boya yüzey işlemlerinden önce yüzey ön işlemlerine değinilecektir.

6.1. ELOKSAL ÖN İŞLEMLERİ (YÜZEY İŞLEMLERİ)

6.1.1. Dekoratif görünüm için ön işlemler

Yüzeyin dekoratif görünümünü değiştirmeye yönelik olan işlemler, mekanik veya kimyasal olabilirler. Yüzeyde oluşturulan mat, parlak, metalik veya tekstürlü görünüm, üzerine uygulanan eloksal veya saydam lak tabakaları ile örtülerek korunur.

6.1.2. Mekanik ön işlemler

Mekanik işlemler arasında polisaj (parlatma), satinaj, çapak alma veya kumlama gibi işlemler sayılabilir [47].

Çapak alma ve kumlama gibi işlemler daha ziyade küçük parçalar için uygulanır. Bunlar, doğrama aksesuarları, kapı-pencere kolları, deniz tekneleri için aksesuarlar ve çeşitli kullanımlar için döküm parçalar gibi ürünlerdir.

Polisaj ve satinaj işlemleri ise, profillere uygulanır. Polisaj işlemi, profillerin yüzeyinin özel hazırlanmış bezlerden yapılmış fırçalar ve özel imal edilmiş bir cila ile parlatılması işlemidir. Parlak eloksalı profiller bu işleme tabi tutulur. Parlatma işleminin yapıldığı makinenin ismi 'sillem'dir. Sillem makinesinde gereğinden fazla profillerin yüzeyini fırçalamak, profilin yüzey kalitesini olumsuz yönde etkiler. Bu nedenle profilleri ortalama olarak 2 gidiş 2 geliş olmak üzere toplam 4 defa fırçalamak yeterlidir. Fazla fırçalamak ve profillere aşırı baskı uygulamak profil yüzeyini parlak değil aksine mat yapar ve yüzeyin kararmasına neden olur [48].

Satinaj ise, profillerin yüzeyine, fiziksel olarak mat bir görünüm vermek için özel olarak hazırlanmış paslanmaz çelik tellerden, daire şeklinde imal edilmiş fırçalar ile temizleme işlemidir [47]. Mat eloksalı profiller bu işleme tabi tutulur. Temizleme işleminin yapıldığı makinenin ismi satinaj tezgahıdır. Satinaj tezgahında profillerin yüzeyini temizlemek için iki fırça arasından yüzeyleri bir defa geçirmek yeterlidir. Bu esnada tezgahın su devresi mutlaka çalıştırılmalıdır.

Polisaj işlemi sonunda parlak bir yüzey elde edilir. Satinaj işlemi sonucunda ise, özellikle ekstrüzyon çizgilerini kamufle etme amacına yönelik, kullanılan fırça tellerinin kalınlığına bağlı olarak, hafif çizgiler oluşturulur. Polisaj ve satinaj bölümlerinin esas amacı, eloksal öncesi profilleri istenilen yüzey kalitesine göre hazırlamaktır [47].

Polisaj ve satinaj bölümü termik sonrası stok sahasından profil aldığı için, taşıma esnasında çok dikkatli ve titiz davranılarak, profillerin zarar görmesi önlenmelidir. Satinaj ve bilhassa polisaj tezgahında işlem gören profiller sepetlere dizilirken çok dikkat edilmeli, parlak yüzeyler birbirine değdirilmemeli, belli aralıklarla sıralanıp istifler sepet seviyesini geçmemeli ve mümkün olan en kısa sürede eloksal işleme alınmalıdır. Çeşitli nedenlerle gecikmeler olursa satinajlı profiller suyu tamamen süzdürülerek, polisajlı profillerde üstü bez örtü ile kaplanarak saklanmalıdır [30].

Gerek küçük parça, gerekse de profillere uygulanan bir başka işlem de ‘zımparalama’dır. Zımparalama ile, özel zımpara şeritleri kullanılarak, zımparanın gren (tane) büyüklüğüne bağlı olarak, yüzeyde sade veya çeşitli tekstür görüntüleri oluşturulur. Zımpara ile alüminyum temas yüzeyinde sıvı veya katı bir yağlatıcı gerekir.

Tüm mekanik işlemlerin sonucunda, yüzeyden kaldırılan metal tabakası ve kullanılan cila-yaglar nedeniyle, yüzeyde bir miktar kalıntı kalabilir. Bu işlem sonrası kalıntılar, yağalma banyolarındaki kimyasallarla temizlenebilir.

6.1.3. Bağlama işlemi (Askılama)

Eloksal işlemine tabi olacak malzemeler önce bağlama istasyonunda cinslerine göre, alüminyum tel veya özel bağlama mandalları (klemps) ile yine alüminyumdan yapılmış olan askı ayaklarına, belirli aralıklarla, belirli sayılarda ve belirli açı ile (profillerin banyolardan çıkışta iyi süzülmesi için eğik şekilde 20cm kot farkı ile) bağlanır [30]. Bağlamada sağlamlık çok önemlidir. Askı ayaklarının kalınlığı, baralara bağlantı yerleri ve iki askı arasındaki mesafeler önemlidir. Profiller askı ayaklarına bağlandıktan sonra pense yardımıyla her profil tek tek sıkıştırılıp gevşeklik kesinlikle olmamalıdır.

Bağlama elemanları, çalışmalar sırasında profiller ile çok yakın temasta oldukları için aynı zamanda bir kalite kontrol görevlisi gibi gözlem yaparak hatalı profillerin eloksal banyolarına alınmasına engel olur. Bağlama yapılırken önce, 4 adet askı ayağının da eşit kalınlıkta olmasına, profillerde askı izi kalmaması için uçlardan minimum mesafede bağlama yapılmasına ve orta bölgelerde iz olmamasına dikkat edilmelidir. Bu şekilde dikkatli ve kontrollü olarak bağlaması yapılan profil ve levhalar eloksal işlemi için, vinç elemanları tarafından banyolara alınır [47].

6.1.4. Kimyasal ön işlemler [47]

Kimyasal ön işlemler, sonuçta istenen yüzey kalitesine göre seçilir. Sonuçta mat yüzey elde etmek için sodyum-hidroksit içeren eriyiklerden dağlama (kostikleme) yapılırken parlak yüzey eldesi için de asit içeren eriyiklerle kimyasal daldırma veya elektro-kimyasal parlatma metotları kullanılır. Parlatma için kullanılan çözeltilerde, fosforik, sülfirik, nitrik, kromik asitlerin tamamı veya birkaçı bulunabilir.

Kimyasal ön işlemler, birkaç etaptan oluşur. Matlaştırmaya yönelik kostikleme veya parlatma işlemlerinden önce, yüzeye aşındırıcı tesirde bulunmayan bir temizleyici (yağ alma) işlem uygulanır. Kostikleme veya parlatma işlemi ise, yüzeyde oluşacak reaksiyon kalıntılarını temizlemeye yönelik bir asitle temizleme işlemi takip eder. Asitle temizleme (desmut) çözeltilerinde nitrik asit ve florür bulunabilir.

6.1.4.1. Yağ alma [47]

Genellikle, yağ alma çözeltileri, su bazlı çözeltiler olup, karbonat, fosfat, ıslatıcı ajan ve bazen de bir kompleks yapıcı içeren bazik çözeltilerdir. Alternatif olarak, sülfirik veya fosforik asit ve bazı ilave kimyasallar içeren asidik bir çözelti de olabilir. Su bazlı yağ alma banyoları 70 ila 90 °C arasında çalışırlar. Oda sıcaklığında çalışan, bazı hidrokarbon eriticiler içeren organik esaslı yağ alıcılar, özellikle mekanik yöntemle parlatılmış yüzeylerdeki polisaj cilasını temizlemekte yetersiz kalırlar. Ayrıca, atık su içinde bulunacak hidrokarbonlar nedeniyle de tercih edilmezler.

Buharla yağ alma (vapour degreasing), özellikle küçük parçaların yüzeyinde kalabilecek polisaj cilasının temizliği için kullanılabilir. Bununla beraber, çevre sorunları nedeniyle (çevreye zararlı uçucu hidrokarbonlar içerdiklerinden) yerlerini su esaslı çözeltilere bırakmaktadırlar.

Mimari uygulamalarda en yaygın kullanılan alüminyum alaşımı olan 6060/6063/AlMgSi0,5 malzemelerin yağ alma işleminde dikkat edilecek husus, yağ alma sırasında yüzeyin dağlanmamasıdır (matlaşmamasıdır). Bunun için, alkali etkisi olmayan bir yağ alma çözeltisi veya asit bazlı bir yağ alma çözeltisi kullanılmalıdır. Yüzeyi aşındırabilecek kadar kuvvetli bir alkali derecesine sahip olan yağ alma banyolarında, yüzeyde bulunan alüminyum oksit-magnezyum oksit tabakasının düzensiz çözünmesi nedeniyle, yüzeyde göze hoş gelmeyen lekeler (white-etch bloom) oluşabilir.

Bütün profiller (ister parlak ister mat olsun) yağ alma banyosuna mutlaka girmelidir. Burada yüzeyin durumuna göre 5 ila 10 dk. hava karıştırmalı olarak bekletilir. Sonra yağ alma yıkama banyosunda 1-2 dk. yıkanır. Bundan sonra parlak profiller ile mat profiller farklı işlem görürler. Parlak profiller direk olarak nötralizasyon (nitrik asit) banyosuna alınır. Mat profiller ise, önce matlaştırma (kostik) banyosuna daha sonra nötralizasyon banyosuna alınır.

6.1.4.2. Matlaştırma

Alüminyum yüzeyinin matlaştırılması için genelde sud-kostik içeren çözeltiler kullanılır ve bu işleme “kostikleme” denir [48]. Kimyasal olarak yüzey dağlaması yaptırılarak, profil yüzeyinin istenilen matlık kalitesi sağlanır, sonra kostik yıkama banyosunda (2 adet banyo) dipten tazyikli su girişli ve hava karıştırma olarak 3-5 dk. yıkanır. Kostik banyosu, 60°C civarında çalışır. Reaksiyon sonucunda, yüzey alanında her metrekaresinden 80-120 gr alüminyum çözünerek çözeltiliye geçer. Çözeltiye geçen alüminyum, denge konsantrasyonunu aştığında, banyo dibine çöker. Kostik banyolarında, alüminyum konsantrasyonu önemlidir ve kontrol edilmelidir. Çözelti içindeki serbest sodyum hidroksitin alüminyuma oranı, banyo dibinde çökelti oluşmaması yönünden büyük önem taşır. Yüzeyde galvaniz etkisinin görünmemesi için, matlaştırma banyosunun çinko konsantrasyonu da gözetilerek tutulmalıdır [47].

6.1.4.3. Kostik rejenerasyonu

Kostik banyosunda eriyen alüminyum çözeltiliden dışarı alan (temizleyen) ve böylece eriyik içindeki sud-kostiği geri kazanan (rejenerasyon) proses ve ekipmanlar mevcuttur. Geri kazanma işlemi Bayer Prosesi esasına dayanır. Rejenerasyon

işleminde, kostik eriyiği, kostik banyosu ile kristalizatör arasında kapalı devre dolaşır. Kristalizatör, bir çeşit depo olup, çözelti içindeki alüminyumun, alümina-tri-hidrat olarak çöktürüldüğü yerdir. Bu çökelti içindeki su giderilerek, %90 oranında katı atık elde edilebilir [30].

Kostiğin bu şekilde geri kazanımı ile elde edilen faydalar şunlardır [47]:

1. Matlaştırma işleminde kullanılan sud-kostik tasarrufu,
2. Atık su giderlerinden tasarruf,
3. Ticari değeri olan bir katı atık.

Bununla beraber, geri kazanılmış kostik ile yapılan matlaştırma işleminde elde edilen matlık derecesi, normal banyolara göre daha azdır. Ayrıca, homojen matlık elde edilmesinde de problem oluşabilir.

6.1.4.4. Parlatma (Polisaj)

Parlak yüzeyli alüminyum, Avrupa’da, sadece dekorasyon için tercih edilir. Bununla beraber, yarı parlak yüzeyli levhalar bazı otomobil firmalarının garaj binalarının kaplanması için kullanılmaktadır. Türkiye ve Ortadoğu ülkelerinde ise, mimari amaçla kullanılan alüminyum profiller, daha çok parlak görünümde tercih edilmektedir. Parlatma iki metodla yapılabilir: “Kimyasal parlatma”, veya “Elektro-kimyasal parlatma”.

Kimyasal parlatmada en parlak yüzey alüminyumun önce mekanik polisaj işleminden geçirilmesi, sonra da 100°C civarında çalışan ve fosforik, sülfirik, nitrik asit içeren çözeltilere (banyo), daldırılması ile elde edilir. Yarı parlak kimyasal parlatma banyoları ise, 80-95°C sıcaklıkta çalışır ve sülfirik-nitrik asit karışımından oluşur [47].

Elektro-kimyasal parlatma ise, adından da anlaşılacağı gibi, kimyasal parlatma banyosuna elektrik akımı (DC, doğru akım) verilerek yapılır. Bu banyolar, fosforik, kromik, sülfirik ve nitrik asitlerin karışımlarından hazırlanır. Çalışma sıcaklıkları 75-85°C arasında olup, uygulanan akım yoğunluğu 20 A/dm²’ye ulaşabilir. Elektro-kimyasal parlatma prosesi, alüminyum kalitesinde daha seçici olduğundan, sektörde daha çok kimyasal parlatma tercih edilmektedir [47].

Avrupa’da, 6060/6063/AlMgSi0,5 alaşımından parlak yüzeyli ekstrüzyon ürünleri, en fazla duş kabinlerinin üretimi ve halı profilleri gibi uygulama alanları bulur. Bununla beraber, ekstrüzyon sektöründe en parlak yüzey eldesi için 6463 alaşımı tercih edilmektedir[47].

6.1.4.5. Temizleme (nötralizasyon) [47]

Kostikle yapılan matlaştırma veya kimyasal parlatma işlemleri sonucunda, alüminyum yüzeyinde bir çamur tabakası (reaksiyon ürünü) oluşur. Bunun temizlenmesi için, asidik bir banyo kullanılır. Bu amaçla en yaygın kullanılan banyo, %30-50 konsantrasyonda nitrik asit içeren bir banyodur. Alüminyum profiller burada normal ortam ısısında yaklaşık 5 dk. tutulur ve tamamen nötral hale gelmesi sağlanır, kostik kalıntıları yok edilir, sonra 2 adet yıkama banyosunda çok iyi temizlendikten sonra en önemli işlem olan eloksal banyosuna alınırlar.

6063 alaşımının kostikle matlaştırılmasından sonraki yüzey temizliği için, sülfürik asit içeren atık eloksal  z ltisi de kullanılabilir. Bu  z ltiye, düşük konsantrasyonda bir oksitleyici asit veya bileşik ilave edilmesi, alüminyum yüzeyinde korozyon oluşmaması için tavsiye edilir.

6.2. ELOKSAL (ANODİK OKSİDASYON)

Eloksal, dilimize Almanca’dan girmiş bir terimdir. Uluslararası terminolojide “anodik oksidasyon” veya “anodizasyon” olarak tanımlanır. Eloksal, alüminyum üzerinde kalın ve homojen bir oksit tabakası oluşturulması işlemidir [48]. Alüminyum için çok özel bir yüzey kaplamadır; elektro-kimyasal bir proses ile yapılır. Kullanılan elektrolit, genelde asidik bir  z ltidir. Kaplanacak alüminyum elektroliz işleminin “anot”udur. Belirli ve kontrol edilen bir akım (genellikle doğru akım DA) yoğunluğu, kaplanacak alüminyum (iş parçası) ile uygun bir katot arasında, yine belirli bir süre için geçerlidir. Bu süre, oluşacak eloksal tabakasının özellik ve kalınlığına göre belirlenir. Proses sırasında ısı ortaya çıkar ve elektrolitin sıcaklığını sabit tutmak için bu ısının işlem ortamından alınması(elektrolitin soğutulması) gerekir [47].

Eloksal işlemi, yetmiş yıldan beri gerek dekoratif, gerekse endüstriyel uygulamalar için kullanılmaktadır. Mimari uygulamalar için eloksal tabakasının renklendirilmesi amacı ile birçok çalışmalar yapılmış ve prosesler geliştirilmiştir. Bu proseslerin çoğu, eloksal tabakasının gözenekli (poröz) yapısının, renk verici pigmentleri barındırması esasına dayanır.

6.2.1. Eloksal tabakasının yapısı

Eloksal tabakası, alüminyuma entegre bir tabaka olarak oluşur. Ve metal/oksit ara kesitinde oluşan bölüme özel olarak “baraj tabakası”(barrier layer) adı verilir. Eloksal tabakasının gözenekli yapısı, bu baraj tabakasının üstünde büyür [48].

Genel olarak, gözenek çapı, hücre boyutları ve baraj tabakası; uygulanan voltajla doğru orantılıdır. Uygulanan her volt için gözenek çapı ve baraj tabakası 10 Angström, hücre boyutu ise 30 Angström büyür [47].

Eloksal tabakasının kalınlığı, amper dakika miktarına bağlı olarak artar ve 1 ila 100 mikron arasında değişen kalınlıklar elde edilebilir. Tabaka kalınlığı; kullanılan elektrolit, sıcaklık ve uygulanan akıma göre değişir. Eğer eloksal prosesi oluşan tabakayı eritmeyen bir çözeltide (örneğin, borik asit) yapılıyorsa, tabaka gözeneksiz bir yapı gösterir, ayrıca kalınlığı da uygulanan voltaja bağlı olur. Bu tip eloksala “baraj eloksalı” adı verilir [47].

6.2.2. Eloksal tabakasının genel özellikleri

Eloksal tabakasının alüminyuma tutunması, alüminyum ile bütünleşerek oluşmasından dolayı mükemmel sonuç verir. Eloksal tabakası çok sert ve böylece aşınmaya karşı çok dayanıklı olduğundan, alüminyuma üstün özellikler kazandırır. Tespit işlemi tamamlanmış bir eloksal tabakası çeşitli asit ve diğer kimyasallara karşı dayanıklı olduğundan, birçok ortamda alüminyum korozyona karşı korur. Eloksal tabakasının şeffaf yapısı, alüminyumun metalik görünümünü ortaya çıkarır, ve bu özellik sayesinde alüminyum yüzeyine parlak veya mat görünüm verecek çeşitli mekanik veya kimyasal işlemler uygulanabilir.

Eloksal tabakası, elektrik yalıtkanıdır. Elektrik geçirgenliği için, tabaka kalınlığının her mikronu için 40V gerekir. Bununla birlikte, gerçek değer, alüminyum alaşımına bağlıdır, Al-Si5% alaşımında, eloksal tabakasının geçirgen olması için 25V yeterli olur [47].

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

6.2.3. Eloksal işlemleri

Alüminyum üzerine, istenilen özelliklere göre, çeşitli elektrolitler kullanılarak, çeşitli eloksal (anodik oksidasyon) tabakaları oluşturulur [47].

Tablo 6.1. Endüstride kullanılan çeşitli eloksal elektrolitler ile elde edilen tabakaların özellikleri [47]

Çeşitli Eloksal İşlemleri					
Eloktrolit Asidi	Derişiklik g/lt	Sıcaklık, C	Akım Y. A/dm ²	Voltaj, V	Tabaka K. mikron
Sülfürik	150/200	18/20	1,0/2,0	11/22	5/30
Sülfürik	180/400	-5/+5	1,5/3,0	15/70	25/125
Sülfürik/Okzalik	160/180 5/10	10/20	1,2/2,0	12/25	5/35
Kromik	30/100	25/55	0,1/1,0	30/70	2/8
Sulfosalisilik	60/70	18/25	2,0/3,0	35/75	15/35
Fosforik	120/250	20/30	1,0/2,0	30/120	1/30
Borik	40/50	70/100	1,0	50/5000	Up to 0,5
Tartarik	20/40	70/80	2,0	120/150	Up to 0,16

6.2.4. Mimari ve parlak eloksal [47]

Mimari ve dekoratif eloksal işleminde sülfürik asit elektroliti kullanılır. Tipik bir eloksal banyosunda, 160-170g/lt H_2SO_4 bulunur ve arasında 1,5 A/dm² doğru akım uygulanır. Banyonun derişikliğine, sıcaklığına ve alüminyum bileşğine bağı olarak voltaj 17-19 V arasında değışir. Tabak oluşma hızı, dakikada 0,5 mikrondur. Mimari uygulamalarda, istenen eloksal tabakası kalınlığı, bina dışında 20-25 mikron, bina içinde 10-15 mikrondur.

Eloksal tabakası oluşurken, elektrolite alüminyum geçer. Tipik olarak, alüminyumun elektrolitte erime hızı 0,6 g/mikron/m²'dir. Eloksal banyosunda bulunan alüminyum miktarı 5-15 g/lt arasında bulunmalıdır. Daha yüksek konsantrasyonlarda eloksal işlemi için gerekli voltaj yükselerek enerji sarfiyatının artmasına ve banyonun ısınmasına neden olur. Daha düşük değerlerde de elektrolitin iletkenlik değeri azalır. Yüksek Al^{+3} değeri, parlak eloksal eldesini de zorlaştırır.

Eloksal banyosundaki Al^{+3} miktarının kontrolü, banyodan dışarı elektrolit alınarak temiz elektrolit verilmesi ile yapılabilirse de, bu işlem iyi sonuç vermez. Daha hassas kontrol için, iyon değıştirici ozmoz metodu ile çalışan asit temizleme üniteleri kullanılır.

Parlak eloksal ise daha yüksek konsantrasyon ve sıcaklıklarda yapılır. Akım yoğunluğu daha düşük seçilir. Tipik bir parlak eloksal, 175-185 g/lt H_2SO_4 , 22-25°C, 1,0 A/dm², 15V şartlarında yapılır. Bu sayede daha şeffaf tabaka elde edilir. Bununla beraber, parlak eloksal için alüminyumun kimyasal bileşiminin çok önemli olduğu unutulmamalıdır. Alüminyum içinde empüriteler, belli limitlerin altında bulunmalıdır. Özellikle, AlMgSi0,5 (AA6063) alaşımında, Fe oranı %0,18'in altında bulunmalıdır. (Tercihen Fe: %0,1-0,15). Eloksal kalınlığı arttıkça, parlak görünüm azalır. Tabaka kalınlığı, kullanma yerine göre seçilmelidir. Bir otomobil farı 3 mikron, otomobil yan çıtaları 7-10 mikron eloksal kaplanır.

6.2.5. Sert eloksal

Sert eloksal işlemleri, endüstriyel uygulamalar için yapılır. Çeşitli mühendislik uygulamaları için alüminyum üzerinde son derece sert, sürtünmeye dayanıklı bir

tabaka istendiğinde, 5-10 g/lt H₂SO₄, 30-80 V doğru akım ve 0°C sıcaklıktaki şartlarda eloksal yapılır. Sert eloksal tabakaları, 25-150 mikron kalınlıkta olabilir.

6.2.6. İntegral renklendirme eloksalı

İntegral renklendirme, eloksal ile renklendirme işleminin aynı banyoda aynı anda yapılmasıdır. 1960-70'lerde özellikle Amerika'da yaygın olarak kullanılan ve yüksek enerji sarfı ile çalışan bu metot, yerini daha ekonomik ve verimli “iki etaplı renklendirme” metoduna bırakmıştır. İntegral eloksal banyosunda, sülfürik asit ile sülfosalisik asit gibi organik asitlerin karışımının oluşturduğu bir elektrolit, 20°C sıcaklık, 40-70 V doğru akım, 1,5-3,0 A/dm² akım yoğunluğu kullanılır. Oluşan eloksal tabakası, sert eloksal ile kıyaslanabilecek kadar serttir [47].

6.2.7. Kromik asit eloksalı

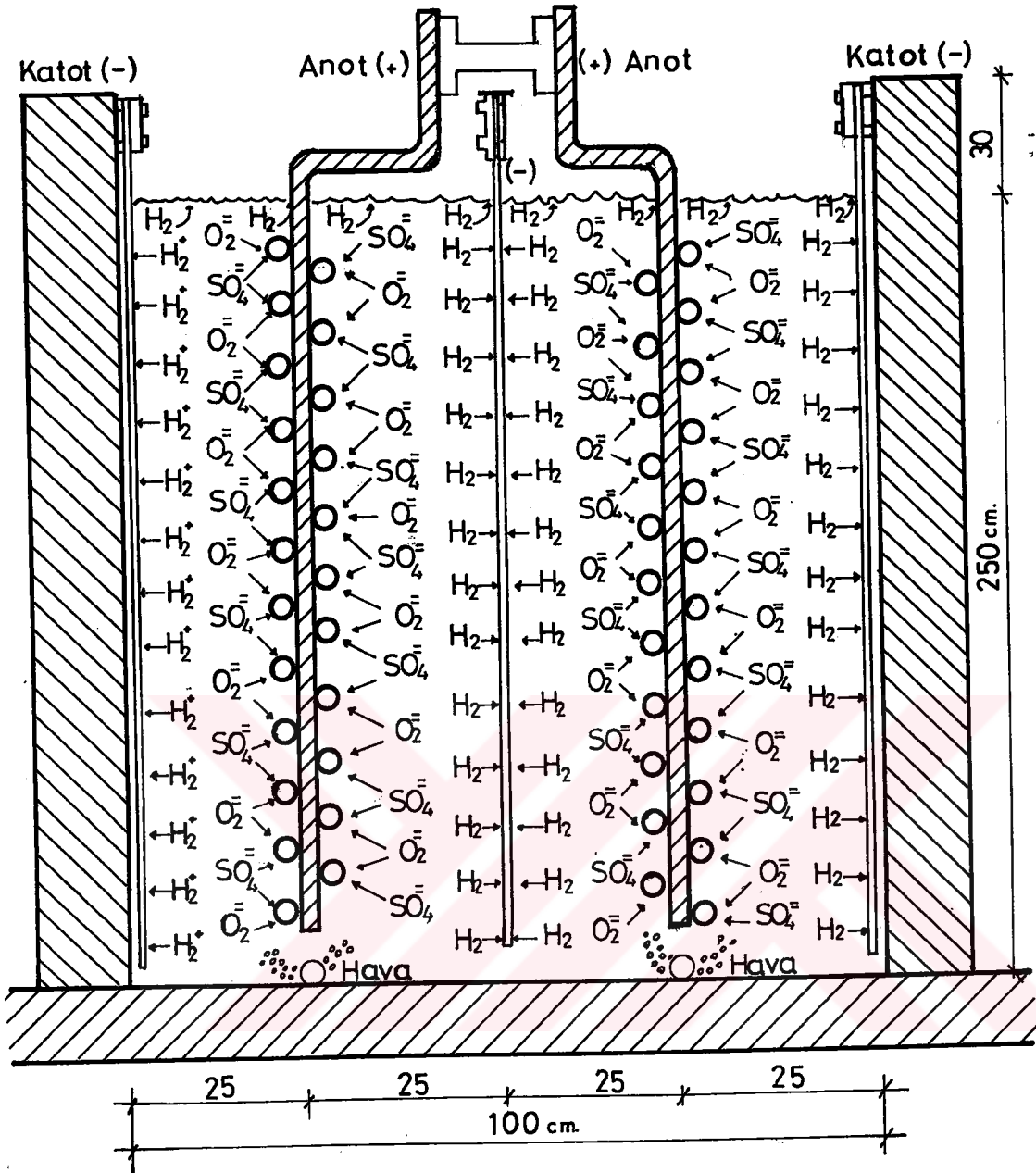
Kromik asit eloksalı, daha çok uçak sanayinde kullanım yeri bulmuştur. Bu eloksal tabakası ince olmasına rağmen (5-10 mikron), korozyona karşı çok dayanıklıdır. Alüminyum komponentlerin perçin ile birleştirildiği yapılarda kromik asit araya girse bile korozyon problemi görülmez. Ayrıca, kromik asit eloksalı, alüminyum yüzeyinde bulunabilecek çatlak ve hataları gösterdiğinden, uçak imali gibi önemli bir konuda bir bakıma kalite kontrol prosesi görevi görür [48].

Kromik asit eloksalının bir diğer uygulaması da, AA6063 (AlMgSi0,5) alüminyum alaşımından yapılan yün örgü şişlerinin kaplanmasıdır.(Bengough Stuart metodu). Bu proseste, 40°C' de %3'lük kromik asit elektroliti, 0-50V arasında değişken voltaj, 0,3-0,8 A/dm², 50 dk süre ile uygulanır ve 4-8 mikron kalınlığında eloksal tabakası elde edilir [30].

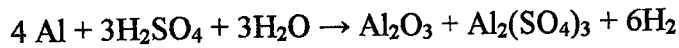
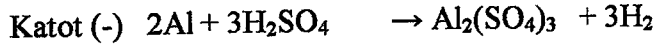
Daha yüksek konsantrasyon (%10), daha yüksek sıcaklık(50°C) ve 40 V sabit akım şartlarında daha kalın ve opak tabaka elde edilir [47].

6.2.8. Fosforik asit eloksalı

Fosforik asitte yapılan eloksal işleminde, 150 gr/lt fosforik asit (H₃PO₄), 20-25°C, 1,0-1,5 A/dm² akım yoğunluğu kullanılır. Bunun için eloksal banyo şartlarına bağlı olarak, 30-70V gerilimde doğru akım gerekir [47].



Kimyasal reaksiyonlar



Eloksal (Anodik kaplama)

Şekil 6.1. Eloksal banyo dizaynı ve kimyasal reaksiyonlar [40]

Fosforik asit elde edilen eloksallı tabakası, boyama ve “adhezif bonding” işlemleri için bir yüzey hazırlama görevi gördüğü gibi ayrıca filtrasyon membranlarının üretiminde kullanılır.

6.2.9. Bariyer tabakalı eloksal

Borik asit ve tartarik asit ile hazırlanmış elektrolitlerle yapılan eloksal tabakası gözeneksiz bir yapıya sahip olduğundan, bunlara “bariyer elektroliti” adı verilir. Bu tip eloksal yüksek sıcaklıkta (70-100°C) yapılır. Eloksal tabakasının kalınlığı uygulanan voltaja bağlıdır. (14-15 Angström/V). Tipik olarak 80°C’de, %3’lük tartarik asit elektrolitinde 5 dk. süre ile 120 V doğru akım uygulandığında, 1600 Angström kalınlığında bir anodik oksidasyon filmi oluşur [47].

Bariyer eloksalı, elektronik kapasitör ve alüminyum trafo bobinleri gibi elektrik yalıtkanlığı istenen uygulamalarda kullanılır.

6.2.10. Eloksal tabakasının renklendirilmesi

Eloksal tabakasının renklendirilebilme özelliği, alüminyum ürünlerin yaygınlaşmasını sağlamıştır. İlk önce, sülfürik asitle yapılan eloksal tabakalarının gözenekli yapısına, organik veya inorganik boyalar uygulanmıştır (Daldırma boyama). Bu boyaların UV(morötesi) ışınlara dayanımı sınırlı olduğundan, özellikle mimari uygulamalarda renkli eloksallı alüminyum ürünlerin güneş ışınlarına dayanıklı olması için; integral eloksal (renklendirme), iki etaplı elektrolitik renklendirme gibi prosesler geliştirilmiştir.

İntegral eloksal, güneşe dayanıklı uzun ömürlü, gri ve siyah renkler elde edilmiştir. Ancak, eloksal işletme şartlarının hassas kontrolü, yüksek enerji sarfı gibi maliyeti yükseltici faktörler nedeniyle, yerini iki etaplı renklendirme işlemlerine bırakmıştır.

İki etaplı elektrolitik renklendirmenin esası, eloksal tabakasının gözeneklerine metal iyonlarının pigment görevi göreceği şekilde emdirilmesidir. Bu sayede, açık bronzdan koyu bronz ve siyah renge kadar geniş bir yelpazede çeşitli renkler elde edilir. İki etaplı renklendirme, Japonya’da Dr. Asada tarafından keşfedilmiş ve Alcan tarafından patenti satın alınarak nikel, kobalt ve bakır esaslı anolok renklendirme geliştirilerek lisansiyer üreticilere sunulmuştur. Daha sonra, kalay esaslı elektrolitlerin geliştirilmesi ile iki etaplı renklendirme, tüm dünyada yaygınlaşmıştır.

Daldırma boyama ile elektrolitik renklendirmenin birlikte kullanılması ile, daha çeşitli renkler elde edilmesi mümkün olmakla birlikte, prosesin hassas kontrolü renk uyumunu zorlaştırmaktadır.

Elektrolitik renklendirmenin günümüzdeki son aşaması, interferans renklendirme adı verilen ve mavi-gri renklerin elde edildiği prosestir. Bu yöntemde de, renk uyumu için eloksallık ve renklendirme parametrelerinin çok hassas kontrolü gerekmektedir.

6.2.10.1. Renklendirme mekanizmaları

Alüminyum sektöründe endüstriyel uygulama alanı bulan eloksallık renklendirme metotları şu şekildedir:

6.2.10.1.a. Daldırma boyama [47]

Özel eloksallık boyalarının sulu çözeltilerine daldırılan eloksallık alüminyumun eloksallık tabakasının gözenekleri içine organik-inorganik boya pigmentlerinin absorpsiyonu ile sağlanır. İnorganik boyalarda, boya çözeltisi ile eloksallık tabakası arasında kimyasal bir reaksiyon da görülebilir.(örneğin, sarı renk için kullanılan ferric ammonium oxalate).

Pigmentler, eloksallık tabakası gözeneklerinin üstten 2-6 mikron derinliğe kadar absorbe edilir. Eloksallık tabakasının yansıttığı ışığın %90'ından fazlası, metal-oksit ara tabakasından yansıtılır, absorbe edilen boya pigmentleri beyaz ışık içindeki dalga boylarını tutarken, kendi renkleriyle ilgili olan ışık dalga boyunu yansıtırlar.

6.2.10.1.b. İntegral eloksallık renklendirmesi [47]

Bu metotta, alüminyum alaşımındaki bazı intermetalik partiküller, eloksallık gözeneklerinin duvarları içinde veya metal-oksit ara yüzeyinde çökelirler. Bu çökelmiş partiküller, eloksallık tabakasının yoğunluğu ve kalınlığına bağlı olarak ışığı dağıtırlar. Bronz renk eldesinde, uzun dalga boyları eloksallık tabakası tarafından yansıtılırken, siyah renk eldesinde beyaz ışığın tüm dalga boyları dağıtılır veya absorbe edilir.

6.2.10.1.c. Elektrolitik (iki etaplı) renklendirme [47]

Bu metotta, renk eldesi, integral renklendirmeye benzer, ancak, ışığın dağıtılması, eloksal tabakası gözeneklerinin dibine yerleşen pigmentler tarafından sağlanır. Bakır, nikel, kobalt veya kalay iyonlarından oluşan pigmentler, eloksal tabakası gözeneklerinin dibine yerleşmiş durumdadır.

Eloksal gözeneklerinin dibinde çökelmiş pigmentlerin kalınlığı arttıkça, daha koyu renkler elde edilir. 7 mikron' dan daha kalın pigment çökeltisinde siyah renk elde edilir.

Bakır tuzları ile yapılan renklendirmenin güneş ışığı karşısında dayanıksız olması (renk solması), nikel tuzları kullanan elektrolitlerin de proses parametrelerinin zor kontrol edilmesi nedeniyle bu metotlar günümüzde tercih edilmektedir. Öte yandan, kobalt ve kalay tuzları kullanan elektrolitler, gerek kullanım kolaylığı, gerekse uzun ömürlü renkleri nedeniyle en çok kullanılan metotlardır.

6.2.10.1.d. İnterferans renklendirme

Bu metot, eloksallı alüminyum renklendirilmesinde geliştirilen en yeni metot olmasına rağmen, ilave ekipman yatırımı gerektirmesi ve proses parametrelerinin kontrolünün zor olması, parametrelerdeki sapmaların renk sapmalarının renk farklılığına yol açması nedeniyle henüz yaygın bir kullanım alanı bulamamıştır [30].

Bu renklendirme metodu iki veya üç etaplı olabilmektedir. Renk eldesi, yansıtılan ve dağıtılan ışıktan ziyade, çeşitli dalga boylarının interferansı (girişim) ile temin edilir. Nikel veya kalay esaslı elektrolit ile pigment özel olarak hazırlanmış eloksal tabakasının gözenekleri dibine çökeltilir. Bu metotta, eloksal tabakasının yapısı, diğer metotlarınkinden farklıdır. Eloksal işlemi sırasında özel elektrik ekipmanı kullanılarak veya eloksaldan sonra fosforik asit elektroliti içeren ikinci bir eloksal banyosunda, "modifikasyon" adı verilen bir işlemle, konvansiyonel eloksal gözeneklerinin yapısı değişime uğratarak, gözenekler yapısı değişime uğratarak, gözenekler metal-oksit ara yüzeyinde genişletilir [47].

6.2.11. Eloksal tabakasının tespit işlemi

Eloksal tabakasının ve gerekiyorsa renklendirilmesinin ardından, gözeneklerin kapatılması amacı ile tespit işlemi yapılır. Böylece, eloksal tabakasının kimyasal ve fiziksel etkilere dayanıklı olması, renkli ise pigmentlerin dışarı kusmaması ve gözenekler içine emperütelerin girmemesi sağlanır. Tespit işlemi iki metotla yapılır:

6.2.11.1. Sıcak (Hidrotermal) tespit

Sıcak tespit, kaynama derecesindeki de-iyonize su ile yapılır. Suyun pH değeri 5,5-6,5 arasında bulunmalı (asetik asit/amonyak kullanılarak ayarlanır) ve eloksal kalınlığının her mikronu için 2 dk. beklenmelidir. Bazı katkı maddeleri genellikle nikel esaslı bileşiklerdir, bununla birlikte daha çevreci zararsız maddeler de geliştirilmektedir [48].

İyi bir tespit sonrasında, eloksal tabakasının yüzeyinde beyaz bir toz tabakası oluşur. Bu tabakanın silinerek temizlenmesi zahmetli bir işlem olduğundan, tespit banyosuna ilave edilecek bazı katkı maddeleri ile önlenmesi tercih edilmektedir. Ancak, tespit kalitesinin bozulmaması için, bu katkı maddelerinin miktarı ve ilave zamanı son derece dikkatle takip edilmelidir. Daha ender kullanılan bir sıcak tespit yöntemi de su buharı kullanmaktır [47].

6.2.11.2. Soğuk (Emprenye) tespit

Bu metotta, de-iyonize su ile birlikte nikel sülfat veya nikel florür esaslı kimyasal bileşiklerin oluşturduğu bir çözelti kullanılır. İşlem sıcaklığı 20-30°C, süresi mikron başına bir dakikadır. Ancak, yapılan testler ve tecrübeler sonucunda, soğuk tespit, sıcak tespit kadar iyi sonuç vermediğinin anlaşılması üzerine, soğuk tespitten sonra, 60-70°C sıcaklıkta bulunan su banyosunda tutulması ile daha iyi sonuçlar elde edildiği anlaşılmıştır. Soğuk tespit, banyonun kontrolü, özellikle natürel (beyaz) eloksalda renklenme oluşmaması açısından (yeşil), önem taşır.

Eloksal tespit işleminin sıcak veya soğuk işlemlerden hangisi ile yapılacağı, enerji ve kimyasal madde maliyetlerinin kıyaslanması, kalite faktörü ve tesisin günlük çalışma saati göz önünde tutularak belirlenmelidir [47].

6.2.12. Eloksalde önemli kabul kriterleri [40]

- Banyo konsantrasyonu : Sülfürik asit (180-200 gr/lt), Alüminyum (7-15 gr/lt)
- Banyo sıcaklığı : Min. 16 °C, max. 20 °C'dir.
- Banyo akım yoğunluğu : 3-15 mikron arası 1,2 A/dm
15-30 mikron arası 1,5 A/dm
- Banyo süresi : Mikron ve akım yoğunluğuna göre değişir. $t = s / 0,33.d$ formülü ile hesaplanır. t (zaman, dk), s (kalınlık, mikron), d (akım yoğunluğu, amper).
- Reaksiyon sonucu oluşan ısı: $0,86 \times A(V+3)$ Kcal/h
- Profillerin yüzeyinde oluşan ısı: yaklaşık 50-60°C civarındadır.
- Sıcaklık homojenizasyonunun sağlanması ve anodizasyon esnasında alüminyum yüzeyinde oluşan ısıнын uzaklaştırılması için banyo çok iyi karıştırılmamalıdır. Karıştırma en az 5m³ miktarında hava ile olmalıdır. Rotometre ile ölçülür.
- Katot-anot arası min. 15 cm, max. 25 cm olmalıdır.
- Banyo ısısı, 16 °C'nin altında olursa profillerin yüzeyi matlaşır, donuk bir görünüm oluşur.
- Banyo ısısı 20 °C'nin üstünde olursa profillerin yüzeyi yanar, sarımsı bir görünüş oluşur.
- Her iki durumda da tespit sonrası renklerde dalgalanma görülür.
- Yüksek ısıda banyo normalden fazla amper çeker ve akım yükselir.
- Asit konsantrasyonu yüksek olursa, voltaj düşer, amper yükselir.
- Banyo alüminyum oranı yüksek olursa, banyonun iletkenliği azalır, banyo fazla amper çeker ve profil yüzeyinde kararma görülür.
- Banyo klorür içeriği max. 100 mg/lt olmalıdır. Bu değerlerin üzerinde olursa profillerin korozyon direnci düşer.
- Banyo elektrik sarfıyatı: ortalama 60 kwh/ton/1 mikron

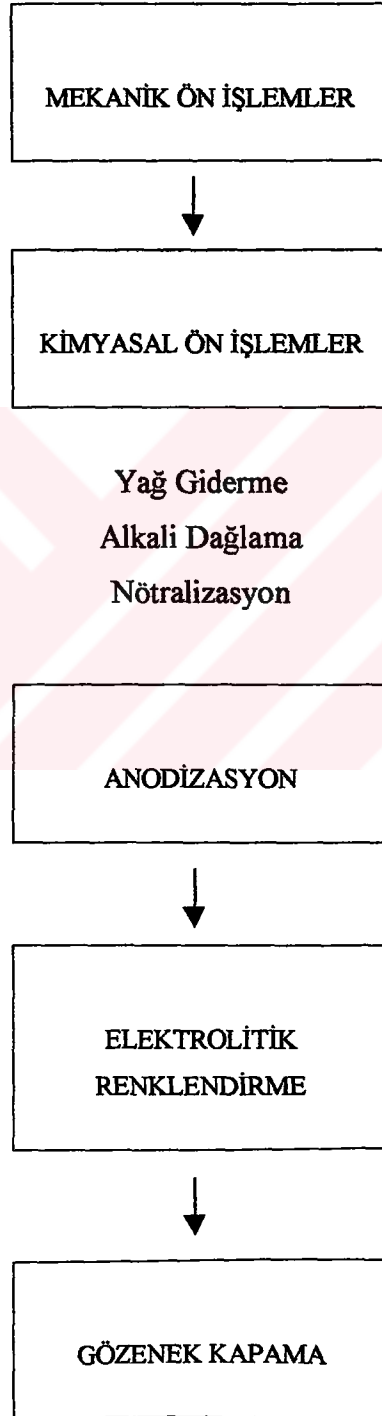
6.2.13. Alüminyum alaşımlarındaki elementlerin yüzey görünümüne etkisi [40]

- **Silisyum (Si):** % 0,20-0,60. Fazla olursa oksit tabakası renk tonu bulanık olur. Sert ve minik pütürler oluşur.
- **Magnezyum (Mg):** % 0,45-0,90.
- **Manganez (Mn):** %0,05-0,1. Şeffaf parlak renkleri olumsuz yönde etkiler.

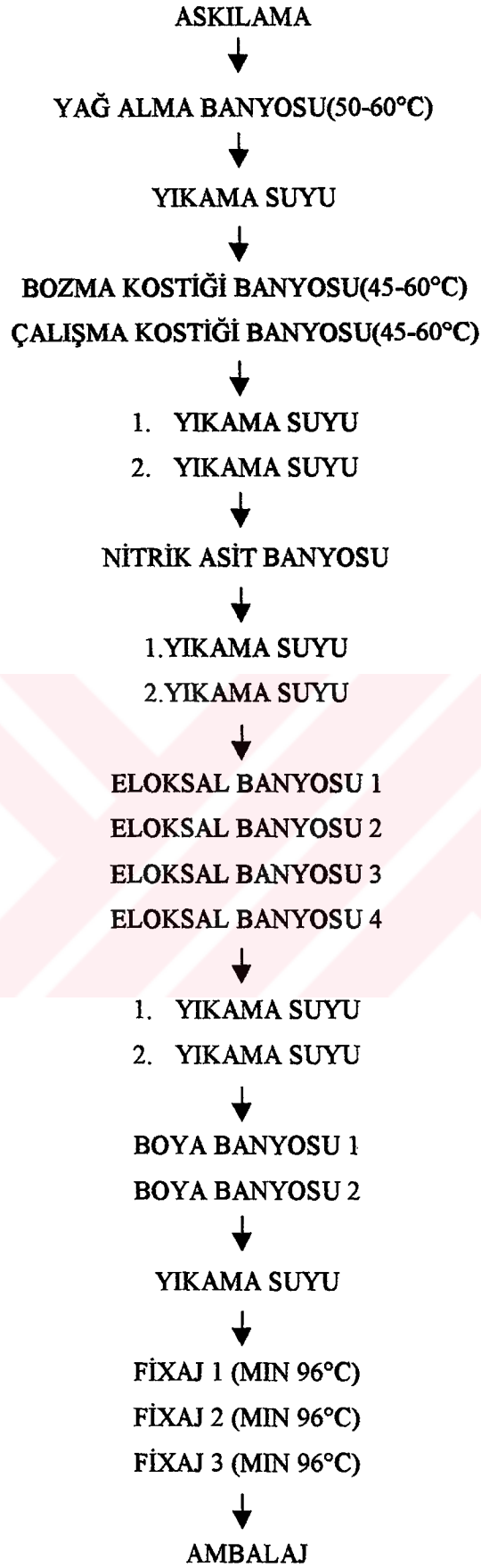
- **Bakır (Cu):** %0,10. Kül rengi ve mavi tonlara kaçış yaratır.
- **Demir (Fe):** % 0,15-0,30. Saydam tabakayı paslı gibi gösterir.

Uygun olmayan alaşımlar kullanıldığında anodik film donuk ve renkler mat olur, istenen kaplama kalınlığı elde etmek zordur.

ALÜMİNYUM LEVHA, BÜKÜM, PROFİL



Şekil 6.2. Eloksal tesisinde işlem sırası [48]



Şekil 6.3. Eloxal proses akım şeması

6.2.14. Eloksallı malzemelerde muayeneler ve deneyler [48]

6.2.14.1. Muayeneler

Dekoratif görünüm, renk ve parlaklık kontrolü için gün ışığında yüzeye dik olarak bakılarak göz ile muayene yapılır. Göz ile muayenede aşağıdaki mesafeler kullanılır:

- Renk kontrolü için (yüzey örneklerine göre), en çok 1 m,
- Dekoratif görünüm ve parlaklık için:

Bina giriş katının dış cephesinde kullanılacak malzemelerde 3 m,

Binaların birinci kat ve daha yukarı katlarının dış cephesinde kullanılacak malzemelerde 5 m,

Bina içlerinde kullanılacak malzemelerde 2 m.

Monte edilmiş durumdaki eloksallı kaplanmış malzemelerin yüzeyleri temizlendikten sonra kontrol işlemi yapılmalıdır.

6.2.14.2. Deneyler [48]

6.2.14.2.a. Eloksal kaplama kalınlığının ölçülmesi

Alınan numunelerin eloksallı kaplama kalınlığı aşağıdaki metotlardan birisi ile ölçülür.

1. Fuko akım cihazı kullanarak eloksallı kaplama kalınlığının ölçülmesi (TS 2674)

Bu metot ile genellikle düz yüzeylerin eloksallı kaplama kalınlığı ölçülür. Eloksallı kaplama kalınlığı her biri 0,5 cm² alanı kapsayan en az 5 noktada ölçülmeli ve her noktada 3 ila 5 okuma yapılmalıdır. Deney raporuna bu okumaların ortalaması yazılır. Metodun hassasiyeti $\pm \% 10$ 'dur.

2. Mikroskop kullanılarak eloksallı kaplama kalınlığının ölçülmesi (TS 1542)

Tahribatlı bir ölçme metodudur. Numunenin birbirinden en az 800 mm uzakta bulunan iki farklı noktasında ölçme yapılır. Metodun hassasiyeti $\pm 0,8 \mu\text{m}$ 'dur.

6.2.14.2.b. Tespit kalitesinin ölçülmesi

Alınan numunelerin tespit kalitesi aşağıdaki metotlardan birisi ile ölçülür:

1. Admitans değeri ölçülerek tespit kalitesinin tayini (TS 3180)

Bulunacak admitans değeri, 20µm eloksal kaplama kalınlığı için 20 µs(mikrosiemens) den çok olmamalıdır. Eloksal kaplama kalınlığı ile admitans değerinin çarpımı neticesinde bulunacak değer en çok 400 olmalıdır. Deney, tespit işlemi takip eden ilk 48 saat içinde yapılmalıdır.

2. Boya lekesi deneyi (TS 1382)

Renkli eloksal kaplamalara uygulanmaz. Tespit işleminin ağır metal tuzları veya organik maddelerin ilave edilmediği eriyiklerle yapıldığı durumlarda uygulanır.

Ağırlık kaybı deneyi (TS 2676)

Fosforik-kromik asit karışımı kullanılarak yapılan deneyde, ağırlık kaybı 30 mg/dm²'den çok olmamalıdır.

6.2.15. Eloksal kaplanacak malzemelerde dikkat edilmesi gereken hususlar[40]

1. Malzemelerin maksimum genişliği 550 mm, maksimum yüksekliği 2100mm, maksimum uzunluğu ise 7000 mm olmalıdır.
2. Bir baraya askılanacak malzeme miktarı minimum 12m²'dir. Bu miktarın altındaki talepler proseste sorun yaratmaktadırlar.
3. Mekanik ön işlemler için kullanılan makinelerin , minimum ve maksimum ölçüleri göz önüne alınmalıdır.
4. Tüm malzemelerde askı payı verilmelidir. Profil ve levhalarda her iki uçtan 25'er toplam 50 mm orta askı verilmesi gereken ince malzemelerde her iki uçtan ve ortadan 25'er toplam 75 mm askı payı verilmelidir.

6.2.16. Eloksallı malzemelerin saklanma, taşınma ve temizlenmesi

Taşıma işlemleri sırasında yüzeylerin birbirini çizmemesi, darbe ve hasar görmemesi için dikkat edilmelidir. İnşaat sahası veya inşaat sahası yakınında bulunan eloksal kaplanmış alüminyum alaşımları mamul ve yarı mamulleri yüzeyine kireç, harç, çimento veya boya temas etmesini önleyici tedbirler önceden alınmalıdır. Kaplanmış yüzeyler asit ve alkali maddelerle temas ettirilmemelidir.

Eloksal kaplaması yapılmış mamul ve yarı mamul malzeme, kullanım yerinde, çevre şartlarına göre yılda 2-12 kez temizlenmelidir. Temizlik işleminde, eloksallı kaplamaya zarar vermeden yüzeydeki kir ve diğer birikintiler temizlenir [48]. Temizleme işleminde ılık su veya hafif sabunlu ılık su kullanılır. Asit veya alkali karakterli deterjan, zımpara, telli fırça ve temizlik teli kullanılmaz.

6.3. TOZ BOYA

Polimer tozlarının elektrostatik olarak kaplanacak parçaların üzerine yapıştırıldıktan sonra eritilmesiyle meydana gelen kaplama türüdür. Toz boya korozyona karşı koruyucu ve dekoratif amaçla kullanılmaktadır. Yapısında renk örtme özelliği olan pigmentler, aşınma direnci sağlayan, korozyondan koruyan dolgu maddeleri ve kürlenmeyi sağlayan reçine içeren bağlayıcılar mevcuttur [48].

6.3.1. Toz boya kaplamanın getirdiği avantajlar [48]

1. Toz boya kullanıma hazırdır. Herhangi bir katkı maddesi solvent gerektirmez.
2. Toz boyanın yanma, alev alma özelliği yoktur. Solvent içermediği için yağ boyaya göre daha emniyetlidir.
3. Çevre ve tabiata zarar vermez. Geri kazanım toz boyada kabin içinde gerçekleşir.
4. Toz boyanın insan sağlığı için tehlikesi yoktur. Solunum ve cilt hastalıklarına hemen hemen hiç rastlanılmaz.
5. Hazırlama işlemi olmadığı için, üretim süresini kısaltır.
6. Değişik iklim ve atmosfer şartlarında üstün korozyon dayanımı sağlar.
7. Yüksek darbe dayanımı ve yapışma sağlar. Bu da boyalı malzemenin kesilmesinde ve delinmesinde avantaj sağlar.
8. Değişik renk ve parlaklıkta uygulama imkanı sağlar. Metalik, parlak, yarı mat, mat çeşitleri vardır.
9. Yanlış ve bozuk uygulamalar kolaylıkla düzeltilebilir. Fırına girmeden basınçlı hava püskürtülerek temizlemek mümkündür.
10. Depolama ve paketleme kolaylığı, polietilen torbalar içinde paketlenir. 25°C kapalı bir odada 1 yıl hiç özelliğini kaybetmeden depolanabilir.

6.3.2. Ön kontroller ve yüzey temizliği

Toz boya yapılacak alüminyum malzemeler, ekstrüzyon yüzey kalitesine göre satinaj makinesinden geçirilir veya direk olarak ön işlem banyolarına alınabilir.

Ön işlem banyolarında yüzey temizliği ve kromat kaplama yapılır. Bir boya tabakasının dayanıklı olması için, her şeyden önce boyanın metal yüzeyine çok sağlam yapışması gerekir. Bu ise yüzey temizliğine bağlıdır [40]. Yüzeyde toz, kir, çeşitli yabancı maddeler ve özellikle yağ tabakası varsa boya metal yüzeyine yapışmaz. Yüzey temizliği kaplama kalitesinin temelini oluşturur. Boya tabakasının metal yüzeyine tam olarak yapışmaması halinde, termal etkiler ve atmosfer şartları neticesinde boya olumsuz etkilenir. Kabarma çatlama, kalkma v.s. gibi durumlar olabilir.

6.3.3. Toz boya ön işlem şartları

1. Ön işlem yapılmak üzere bağlama istasyonuna getirilen alüminyum malzemeler, bağlama elemanlarınca göz kontrolünden geçirilir [40].
2. Boyanmaya ve kullanılmaya uygun olmayan malzemeler ayrılır.(ezik, çizik, yırtık, aşırı korozyonlu, rutubet lekeli, ölçü hatalı v.s.)
3. Alüminyum malzemeler, tel ile aralarında belirli mesafeler bırakılarak, eğik olarak, kanallı kısımlar aşağı bakacak şekilde askı çubuklarına fazla sıkma yapmadan (düşmeyecek ve kaymayacak kadar sıkılır) bağlanır.
4. Baralara, boylarına ve şekillerine göre usulüne uygun olarak bağlanan malzemeler yüzey temizliği için ön işlem banyolarına alınır. Boyama yapılacak bütün alüminyum malzemeler gerekli olan banyolarda aynı işleme tabi tutulurlar.
5. Malzemeler önce yağ alma banyosuna alınırlar,burada 60-70°C’ de hafif hava karıştırmalı olarak 5-10 dk. bekletilirler [40]. Alüminyum malzeme, yüzeyindeki bütün yabancı malzemelerden temizlenir. Burada sanayi tipi deterjan kullanılır.
6. Malzemelerin iyice temizlenmesi ve kimyasalların bir sonraki banyoya taşınmaması için, her kimyasal banyodan sonra mutlaka yıkama banyolarında yıkama yapılır.

7. Yağ alma banyosundan sonra malzemeler, yüzeyinin kimyasal reaksiyon sonucu dağlama yöntemiyle temizlenmesi için kostik banyosuna alınır. Burada 60-70°C civarında yüzey kalitesine göre 5-15 dk. arasında bekletilir. Çıkartılıp iyice süzülerek yıkanır. Banyoda % 50'lik kostik sıvı kullanılır [40].

8. Kostik banyosundan sonra malzemeler, nötralizasyon için nitrik asit banyosuna alınır. Burada normal ortam ısısında (20-25°C) 5 dk. civarında bekletilerek nötralize edilir. Süzülerek çıkartılıp yıkama yapılır [40].

9. Nitrik asit banyosundan sonra malzemeler, korozyona karşı korunmak ve boyanın metale iyi yapışmasını sağlamak için kromat banyosuna alınır. Bu banyo hava karıştırmalı, asidik ($\text{Ph} = 1,5-2$) ve 25-35°C sıcaklığında sarı renkli bir banyodur. Malzemeler banyo konsantrasyonuna bağlı olarak 30 sn. ile 2 dk. arasında tutularak, açık sarı renkte kromat yapılır. Boyama öncesi yüzey hazırlama için en yaygın olarak kullanılan işlem "kromatlama" işlemidir. Kromatlamadan sonra, yüzeyin aldığı renge göre kromatlama iki sınıfa ayrılır:

- Sarı kromatlama,
- Yeşil kromatlama.

Yeşil kromatlamada, kromat-fosfat bileşikler kullanılır. Filiform korozyonu önlemekte, sarı kromatlamadan daha etkili olduğu iddia edilmektedir. Kromatlama sonrasında, de-iyonize su ile yıkama yapılmalı ve kurutma sıcaklığı da 70 °C' yi geçmemelidir [47].

Kromatlama prosesinde kullanılan krom bileşiklerinin çevreye olan olumsuz etkisi nedeniyle, krom içermeyen yüzey hazırlama prosesleri geliştirilmiştir. Bu kimyasallar, titanyum, zirkonyum ve polimerler içerirler [47].

Boya öncesi yüzey hazırlama için, anodik oksidasyon (eloksal) da kullanılabilir. Bazı boyama spesifikasyonları, eloksal kaplamayı boya öncesi yüzey hazırlama olarak kabul etmiştir. Mimari amaçla kullanılacak alüminyum ürünlerin boya öncesi yüzey hazırlanmasında eloksal tercih edilecekse, şu parametreler kullanılabilir: Sülfürik asit 160-200 g/lt, sıcaklık 25°C, akım yoğunluğu 1,2-1,5 A/dm² ve 50°C sıcaklıktaki de-iyonize su ile son yıkama.

10. Kromat kaplanıp, yıkama banyosunda iyice süzöldökten sonra çıkarılan malzemeler de iyonize su banyosuna alınır. İletkenliğı 30 ms. altındaki ve devamlı pompa devir daimi ile sirköle edilen bu banyo, toz boya ön işlemlerinde kromat hattının son ve en önemli banyolarından biridir. Malzemeler burada 1 dk. civarında bekletilerek kimyasallardan tamamen arındırılır [40].
11. Kimyasal işlemleri ve yıkamaları tamamlanan malzemeler sularının süzölmesi için bekleme istasyonuna alınır. Burada 5 dk. civarında bekletildikten sonra kurutma fırınına alınır [47].
12. Kurutma fırınında fan sirkölasyonu ile sağlanan 60-70 °C' lik ısı altında yaklaşık 10-15 dk. tutularak tamamen kurutulan malzemelerin ön işlemleri tamamlanmış olur.

6.3.4. Toz boyamada ön işlemin faydaları [40]

Yüzeyleri belirli metotlarla temizlenen alüminyum malzemeler, daldırma yöntemiyle asidik bir ortamda kromat kaplandıktan sonra toz boya işlemine hazırlanmış olur.

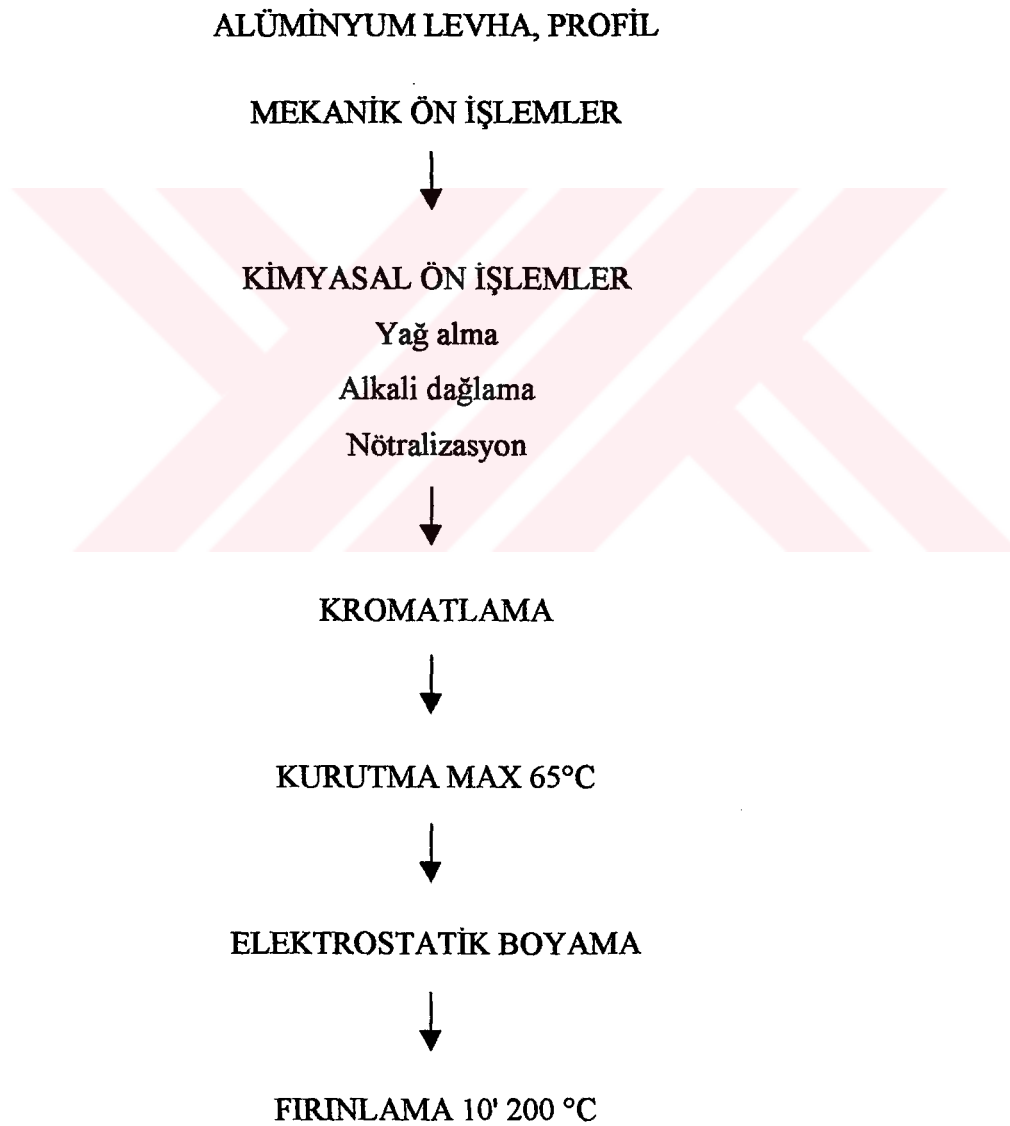
1. Kromat yapılmadan veya çok zayıf olarak kromat kaplanan malzemeler boyanırsa, malzemenin korozyon direnci düşer.
2. Kromatlanan malzemeler kurutulurken 70°C' nin üzerine çıkılmamalıdır. Zira yüksek sıcaklıklardaki kurutmalarda kromat yüzeyinde çatlamalar olabilir, buda malzeme yüzeyini olumsuz yönde etkiler, boya kabarmaları olabilir.
3. Kromatlanan malzemelere çıplak elle dokunulmaz, yumuşak bez eldiven kullanılır. Çünkü, insan eli kromatlı yüzeyde iz bırakır, bu durum boyanın yapışmasını engeller.
4. Kromatlanan malzemeler fazla bekletilmeden (max 16 saat), hatta metal yüzeyi soğumadan hemen boyamaya alınmalıdır. Bu durum boyanın yapışmasını kolaylaştırır.

Gecikme olursa, malzeme yüzeyi ortam şartlarından olumsuz yönde etkilenir. Kirlenme, tozlanma, çizilme gibi nedenlerden dolayı boyanın yapışması ve yüzey kalitesi iyi olmaz . bu tür durumlarda, malzemeler tekrar ön işlemlere tabi tutulur.

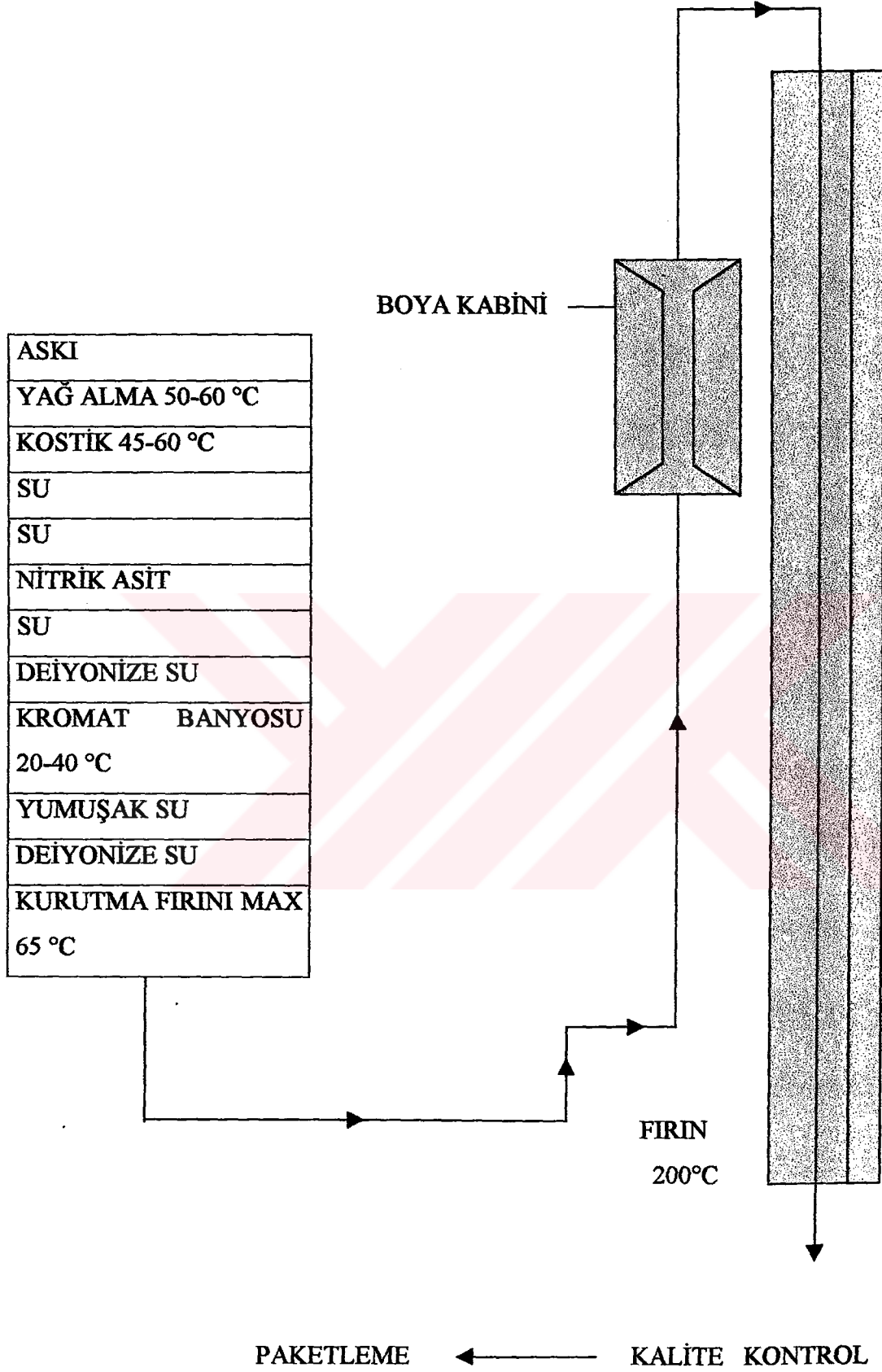
Çevredeki rüzgarlı ve tozlu ortam bilhassa delikli ve kanallı profillerin aşırı kirlenmesine sebebiyet verir, bu durumda toz boyama öncesi gerektiğı şekilde

tozlardan arındırılmayan malzeme içindeki ve yüzeyindeki tozlar, fırın içinde boya erimeye(kürlenme) başlayınca, ısınmada etkisiyle uçuşa geçer, fırın içindeki sirkülasyonunda yardımıyla malzeme yüzeyine yapışır. Bu şekildeki olumsuz durumlarda çapaklama dediğimiz durumlar ortaya çıkar.

5. Ön işlemlerde önemli bir konuda askı çubuklarının ve askı aparatlarının çok iyi temizlenmesidir. Yakıldıktan sonra tel fırça ile kazınır, bez ile silinerek hava ile de temizlendikten sonra kullanıma alınan aparatlar daha sağlıklı olmaktadır. Bu şekilde temizlenmeden kullanılan aparatlarda bir önceki maddede belirtilen problemlerin benzeri yaşanır.



Şekil 6.4. Toz boya tesisinde işlem sırası [48]



Şekil 6.5. Toz boya proses akım şeması [48]

6.3.5. Elektrostatik toz boya uygulamaları

QUALICOAT şartlarına uygun olarak ön işlemlerden geçirilmiş olan malzemeler, boyanmak üzere boyahaneye alınır. Burada malzemeler, boylarına ve şekillerine göre uygun olan askı ve aparatlar kullanılarak boyama yüzeylerinin pozisyonlarına göre baralara dizilir. Boyama rengine göre seçilen kabin ve tabancalar grubu hazırlanır. Basıncılı hava kullanılarak tribomatik tabancalar vasıtasıyla boya metal yüzeyine pulverize olarak püskürtülür. Böylece istenilen kalınlıkta düzgün ve homojen bir film tabakası elde edilir [40].

6.3.6. Toz boya çeşitleri [40]

Epoksi (EP): Kimyasal maddelere ve solventlere karşı dayanıklı olup korozyon mukavemeti çok iyidir. Güneş ışığına maruz kaldığında tebeşirlenme görülür. Oda içinde kullanılır.

Epox/poly (MX): MX boyalar ultraviyoleye, epoksiye nazaran daha dayanıklı olup kimyasal maddelere karşı direnci daha sınırlıdır. Oda içinde kullanılır.

Polyester (PE_s): Polyester boyaların en önemli özelliği dış etkenlere maruz kaldığında renk ve parlaklık koruma kabiliyetinin mükemmeliyetidir. PE_s boyaların mekanik özellikleri güçlüdür. Korozyona karşı yüksek dayanıklılığı vardır. Mat, yarı mat ve parlak çeşitleri vardır.

Polyester for facades boyalar (PE_sF): Bina dış cephe ve alüminyum profilleri için hava koşullarına çok dayanıklı özel bir polyesterdir. PE_sF boyalar standart sıcaklıkta kürlenmiş dış cephe dayanımı yüksek olup inşaat endüstrisinin ihtiyacını karşılamak üzere formüllendirilmiştir. PE_sF serisinin parlaklığı 77±7 gloss değerindedir.

Polyester super durable facades boyalar (PE_s- SDF): Süper durable sistem boyalar, inşaat sektöründe, dış cephe kaplamaları ve doğramalarda çok uzun süreli dayanım gerektirdiği için geliştirilmemiştir. Bu sistem, normal dış cephe boyalarına göre 3-5 kez daha uzun süreli parlaklık ve rengini koruyabilmektedir. Ancak, fiziksel etkilere karşı dayanımı daha zayıftır.

6.3.7. Toz boya uygulamasında emniyet önerileri

Toz boya, toz halinde iken fırınlama şartlarına girmeden önce her ne kadar insan sağlığı için tehlikeli olmasına rağmen, boyanın kimyasal yapısından dolayı içerisindeki pigmentler ve reçineler eridikten sonra insan sağlığı ve çevre için çeşitli sorunlar yaratmaktadır.

Başta insan sağlığı olmak üzere, boya uygulamalarında, çevre kirliliğini önlemek açısından aşağıda belirtilen önlemlerin alınması gerekmektedir [40]:

1. Kapalı yerlerde boya yapılırken mutlaka havalandırma sistemi çalıştırılmalıdır.
2. Boya uygulaması yapılan bölgelerde, sigara içmemeli ve en az 10 m. yakınına kadar ateşle yaklaşılmalıdır.
3. İşçiler mutlaka eldiven ve koruyucu maske kullanmalıdır.
4. Boyahane çalışan bütün elemanlar özel elbise ve ayakkabı kullanmalıdır.
5. Boyama yapılan bölgede iklimlendirme düzeni sağlanmalı ve ortam şartları devamlı kontrol edilmelidir.
6. Rölatif rutubet % 40-60 arasında tutulmalıdır. Rölatif rutubet yüksek boyama yapılmamalıdır. Yüksek rutubet, metal yüzeyindeki kapiler boşluklar içinde çiylenmeye neden olur. Bu durum fırında yüzey bozukluğu şeklinde problemler yaratır. (Çiylenme noktası, havada bulunan su buharının doymun hale geldiği sıcaklıktır. Rölatif rutubetle doğru orantılıdır.)
7. Metal yüzeyinin sıcaklığı da boyamada çok önemlidir. Metal yüzeyi, ortam sıcaklığından düşük olmamalıdır. Hatta metallerin boyamaya girmeden önce 40-50°C' lik bir ısı tünelinden geçirilmesi tavsiye edilir.
8. Boyanacak metallerin topraklanması(- kutup), boyama işleminin kalitesi için çok önemlidir.
9. Fırın ısı kontrolü ve sirkülasyon, pişirme(kürleme) için devamlı kontrol altında tutulmalıdır.

Boya kalınlığı [40]

Tek kat boya tabakası kalınlığının homojen dağılımlı ve belli bir değerde tutulması, uygulama sırasında kontrol edilmesi gereken önemli bir özelliktir.

$$T = 1000 \times B/A$$

T: Film kalınlığı (mikron)

B: Boya miktarı (kg)

A: Boyanan alan (m²)

6.3.8. Boya uygulamalarındaki hatalar

1. **Homojen olmayan film kalınlığı:** Boyandıktan sonra metal yüzeyindeki homojen olmayan film kalınlığı, atmosferden yüzeye olan oksijen difüzyonunda farklılık yaratır. Bu da çok kısa mesafede anot-katot bölgelerinin oluşmasına neden olur. Bunu önlemek için, boyanan yüzey ile tabancalar arasındaki mesafenin iyi ayarlanması gerekir. (20-25 cm.)

Bu mesafe normalden fazla olursa, pulverize haldeki (+ yüklü) boya tanecikleri metale ulaşmadan düşüşe geçer ve boyanan yüzeyde yapışma zayıf olur. Bu mesafe normalden az olursa, pulverize haldeki (+ yüklü) boya tanecikleri metal yüzeyinde aşırı birikme yaparak kalın bir tabaka oluşturur ve pişme esnasında akma şeklinde bir görünüm oluşur.

2. **Boya kabarması:** Uygun şartlarda ön işlem yapılmamış, ön işlemden sonra boyama geciktirilmiş (max 16 saat), çift kat boyama yapılmış, uygun olmayan boya (raf ömrü dolmuş boya) kullanılmış yüzeylerde boya kabarması görülür.
3. **Boyanın pişmemesi:** Fırın ısısının uygun olmaması (polyester boyalar: 200°C, epoksi polyester boyalar: 180-190°C), fırında kalma süresinin yetersiz oluşu, boya film kalınlığının fazla oluşu, metallerin, farklı ortamlardaki şartlara uyumsuzluğu (et kalınlığı fazla olan malzemeler fırında geç ısınır bu nedenle kurlenme gecikir) gibi nedenlerle boyanın pişmemesi söz konusu olabilir.
4. **Matlaşma:** Uygun boya seçilmelidir. Fırınlama sürelerine dikkat edilmelidir. Fırında normalden fazla kalırsa boya matlaşmaya başlar. Mikron dağılımı homojen olmalıdır. Kalın ve uygun olmayan film tabakası mat görünüm verir.
5. **Portakallanma:** Tanecik dağılımı uygun olmayan boyaların kullanılması, fırında kalma süresinin yüksek olması, boyanın çok aktif yapılı olması, tabancaların boyanan malzemeye normalden fazla yakın olması, topraklamanın yetersiz olması, film kalınlığının fazla ve homojen olmaması, gibi nedenler portakallanmaya sebebiyet verebilir.

6. **Yetersiz yapışma:** Malzeme yüzeyi iyi temizlenmemiş, tabancada boya basınçları uygun değil ve de askı aparatları yalıtkan hale gelmiş ise boya metale iyi yapışmaz.
7. **Yetersiz örtücülük:** İnce mikron dağılımlı boyalar fazla kullanılmış ise, malzeme yüzeyindeki mikron dağılımı homojen olmamışsa, boya rutubetli veya ortamın bağıl nemi yüksek ise, tabanca boya basınçları uygun seçilmemişse, boyanın örtücülüğü zayıf olacaktır.
8. **Yüzeyde delikler veya krater oluşumu:** Ön işlemler uygun yapılmamış, malzeme yüzeyi hatalı, karışık yapıda boya kullanılmış, boyaya silikon su veya yağ karışmış, çok yüksek sıcaklıkta pişirme yapılmış gibi olumsuz şartlarda çalışma yapılırsa boya yüzeyinde delikler veya kraterler oluşur.
9. **Bütün şartlar uygun olmasına rağmen boyama yapılamaması:** Kullanılan boya, sistem için uygun değildir veya boyanan malzeme, boyamaya uygun değildir.

6.3.9. Elektrostatik toz boya kaplama kalitesi kontrolü [48]

1. Yüzey görünümü

Boya plaka yüzeyinin her tarafında homojen dağılım göstermelidir. Portakallanma, kontaminasyon, aşırı dalgalanma, iğne başı delikler ve akma izleri olmamalıdır.

2. Boya kalınlığı

Test panelinin en az 5 yerinden alınan ölçümlerin ortalaması boya kalınlığını verir. Min 60 μm olmalıdır. Diğer testlerde film kalınlığı ölçülür.

3. Yüzey parlaklığı

Cam yüzeyi ile karşılaştırma yöntemidir. Glossmetre ile ölçüm yapılır. PE_sF boyalarda parlaklık 77 ± 7 gloss PE_s boyalarda $90^\circ\text{C} >$ olmalıdır.

4. Darbe

Boyalı yüzeyin darbeye karşı direncini belirler. Min 25 kg/cm² e dayanmalıdır.

5. Silindirik mandrel

Boyalı yüzeyin bükmeye karşı direncini belirler. Min 5 mm' de burulmada çatlama olmamalıdır.

6. Yapışma testi

Kesme bıçağı ile yüzey metale kesilir. Film tabakasının yüzeye ve/veya katlara yapışmasını test eder.

7. Cupping test

Film tabakasının esnekliğini ve deformasyona karşı direncini belirler. Min 5 mm' de çatlama olmamalıdır.

8. Buchholz testi

Film tabakasının sertliğini buchholz aletinin ayakları yüzeye batılır. Disk yavaşça yüzeye bırakılır. Disk film tabakası üzerinde bir çentik atar. Çentik boyunun uzunluğuna göre sertlik hesaplanır.

9. Eritken testi

Film tabakasının polimerizasyon kalitesini ölçer. Kullanılan solvent ksilenttir.

10. Machu testi

Bu test, boya tabakasının altındaki kromat kaplamasının kalitesini belirler.

6.3.10. Toz boya kaplanmış yüzeylerde bakım

Toz boya ile kaplanmış alüminyum malzemelerin bakımı ve alüminyum malzemelerin yakın çevresindeki diğer elemanların (örneğin, mermer, granit, çelik v.s.) bakımı ve temizliği esnasında;

- Boyalı yüzeyler su ve pH değeri 6-8'i geçmeyen sıvı sabun ile temizlenmelidir. Asidik veya bazik karakterli kimyasallar kullanılmamalıdır [48].
- Kesinlikle solvent kullanılmamalıdır.

7. DENEYLER

7.1. Sızdırmazlıkla ilgili deneyler

Giydirme cepheler günümüzde daha çok prestij binalarda uygulandığından, bu önemli yapılarda her tür doğramaların özellikle asma cephelerin imalatından önce gerçek boyut ve şartlarda, uluslararası normlara uygun olarak denenmesi ve binaya monte edilmiş durumdaki performansının tespit edilmesi ile kullanım periyodundaki problemler saptanarak, çözümlenebilir. Sistemin su alıp almadığı, hangi şartlarda su aldığı, sistemin hava geçirip geçirmediği, geçiriyorsa ne kadar geçirdiği, yapılacak deneylerle saptanabilir (Şekil A.2).

Bu deneyler Avrupa Normu esas alınarak yapılmaktadır. Bu Avrupa Normu, Teknik Komite CEN/33 (Kapı, pencere, kilit ve menteşeler için teknik deneyler) ve onun bağlı olduğu sekreterlik AFNOR tarafından hazırlanmıştır. Bu Avrupa Normu Belçika, Almanya, Finlandiya, Fransa, İrlanda, İtalya, Hollanda, Avusturya, Portekiz, İsviçre, İspanya ve İngiltere gibi ulusların kabul etmesi ile tasdik olunmuştur. Bu norm, malzemeye hiç bağlı olmadan, kapı pencere elemanları dahil, imalatçının tavsiyelerine uygun, bitmiş yapıya monte edilecek ve kullanılacak giydirme cephe ve pencere sistemleri için geçerlidir.

Giydirme cepheler ve pencereler için sızdırmazlık ile ilgili olarak yapılacak deneyler şunlardır:

1. Su geçirimsizlik deneyi,
2. Hava sızdırmazlık deneyi.

7.1.1. Statik basınç altında çarpan yağmura karşı su geçirimsizlik deneyi

Deney, belirtilmiş şartlar altında, pencerenin veya giydirme cephenin dış yüzüne su ve hava basıncı uygulanarak, muhtemel su girişini tespit etmekten ibarettir.

7.1.1.1. Tarifler [24]

1. Çarpan yağmur geçirimsizliği

Çarpan yağmur geçirimsizliği, kapalı bir pencerenin veya giydirme cephenin suyun girmesine karşı direnme kabiliyetidir.

2. Su girmesi

Suyun içeri girerek devamlı ya da mükerrer olarak, ıslanmaması gereken pencere yada inşaat elemanları ile temasıdır.

3. Çarpan yağmur emniyet sınırı

Deney esnasında kaydedilen, çarpan yağmur geçirimsizliğinin devam ettiği son basınç seviyesidir.

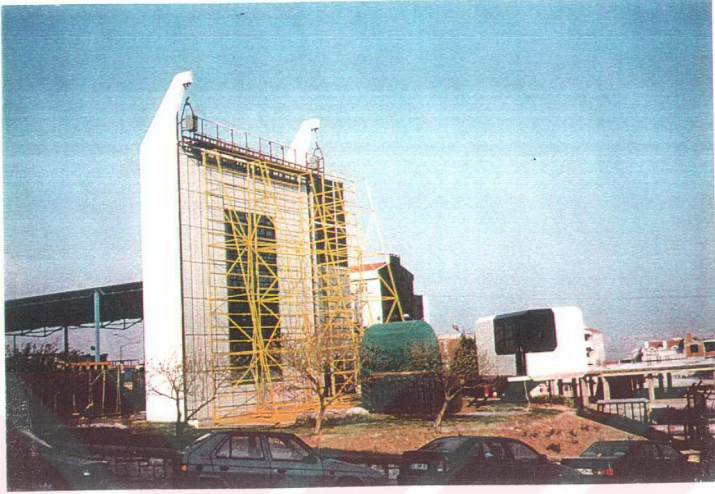
7.1.1.2. Deney malzemeleri

Deney masasında bulunması gereken malzemeler aşağıda sıralanmıştır [24]:

1. Önüne deneyi yapılacak pencerenin monte edilebileceği bir tarafı açık kutu,
2. Pencere yüzeyleri arasında ayarlanabilir farklı basınç sağlayan alet,
3. Hava basıncını, önceden tespit edilmiş sınırlar arasında süratle ayarlayan alet,
4. Deneye tabi tutulan bütün yüzeylerde devamlı bir su filmi sağlayan, su püskürten bir aygıt (Fotoğraf 6.1),
5. Püskürtülen su miktarını ölçen bir alet (Fotoğraf 6.2),
6. Her iki pencere yüzeyi arasındaki basınç farkını ölçen alet.

7.1.1.3. Pencerenin deneye hazırlanması

Öncelikle, denemeye tabi tutulacak parça için bir çerçeve hazırlanır. Bu çerçeve, deney basınçlarına şekil değiştirmeden dayanabilmelidir ki, bağlantıların bozulması veya deneye tabi tutulan cismin deformasyonu önlensin. Kullanış şartları belli olduğuna göre denemeye tabi tutulacak cismin bağlanması da ona göre olmalıdır. Örneğin, bir cephe elemanı için yerleştirilmiş pencere, torsiyon ve eğilme olmadan, her yönde düz ve dik açılı yerleştirilmelidir. Pencere veya giydirme cephe tamamen temizlenmiş ve kuru olmalıdır.



Şekil 7.1. Çuhadaroğlu A.Ş'nin Başbakanlık Binası cephe testi için oluşturduğu deney laboratuvarındaki su püskürtme kulesi, Haramidere, İstanbul.



Şekil 7.2. Komputer kontrol odası

Cam kalınlığı, cam cinsi ve cam montajı imalatçının verilerine uygun olmalıdır. Bunlar olmaz ise veya çeşitli cins camların montajı mümkünse deney, ulusal normlar gereği kullanılabilir en ince cam ile yapılmalıdır.

7.1.1.4. Deneye hazırlanma

Deney yapılan odadaki havanın sıcaklığı ile deney yapılan tezgahın sıcaklıkları deney raporunda belirtilmelidir. Deney kutusundaki suyun iç sıcaklığının, yaklaşık +8°C ile +25°C arasında tutulması gerekir. Suyun yüzey gerilmeleri $6 \times 10^{-3} \text{ N/m}^2$ den az olmamalı ve uygun bir aletle ölçülebilmelidir [24]. Su püskürten gerecin deney yapılacak yüzey üzerine dakikada yaklaşık 2 lt/m su püskürtebilecek kabiliyette olması şarttır.

Başlangıçta yükleme 3 basınç darbesiyle uygulanacaktır. Bu sırada basınç artışı en az 1 saniye sürecektir. Beher basınç darbesi en az 3 saniye devam etmelidir.

$$-1 \text{ Pa} = 1 \text{ N/m}^2 = 0,1 \text{ kp/m}^2$$

Basınç sıfıra indirildikten sonra, pencerenin bütün hareketli parçaları beşer defa açılıp kapanmalı ve sonunda kapalı bırakılmalıdır [24].

7.1.1.5. Deney

Pencerelere su püskürtüldükten sonra deney tezgahındaki basınç, gerekli basınç $P_{\max}$ 'a aşağıdaki program dahilinde arttırılacaktır.

Deney tezgahı ile deney odasındaki fark, (pascal olarak)	Dakika cinsinden süre
0	15
50	5
100	5
150	5
200	5
300	5
400	5
500	5
devamı en fazla 250 Pa arttırılacaktır [24].	her atışta 5 dk

7.1.1.6. Deney raporu

Uygulanan püskürtme metodu belirlenmelidir. Suyun girmeye başlamasının tespit edildiği basınç seviyesi ile zaman, deney raporunda belirtilmelidir. Deney raporu, çarpan yağmura karşı geçirimsizlik sınırını belirtir.

7.1.1.7. Püskürtme metotları [24]

7.1.1.7.a. Püskürtme metodu 1

Bu gereç, düşeyde denenecek cismin yüzeyine 0,15 m ile 0,20 m aralıklarla paralel olarak yerleştirilmiş, yatayda 0,30 m aralıklarla monte edilmiş 2 püskürtme borusundan oluşur. Yatay kayıtları olan pencerelerin dahi her noktasına eşit miktarda su püskürterek deneyini yapabilmek için, püskürtme boruları düşeyde hareket ettirilebilmektedir.

Püskürtme borularına memeler takılmıştır. Memeler arasındaki mesafe 0,25m, iki boru ucundaki mesafe 0,125m' dir. Püskürtme borularının uzunluğu 0,25m'nin katıdır. Memeler yaklaşık 100 gradlık bir açıyla yaygın şekilde bir su püskürtmesini temin etmelidir. Püskürme boruları birbirinden bağımsız tarzda ayarlanabilmelidir.

Püskürtülen bölgelerin değiştirilmesi, memelerin değiştirilmesi ile mümkündür. Gerekli olduğu zaman, hareket edebilen püskürtme boruları, suyun akışını engelleyen her yatay pencere kaydının altına 0,15m'lik bir aralıklarla yerleştirilebilir.

Üst püskürtme teçhizatındaki su miktarı, beher mt. Genişlik için yaklaşık 2 lt/dk olarak ayarlanmalıdır. Diğer püskürtme teçhizatındaki su miktarı, pencerenin püskürtme yapılan yüzeyinin büyüklüğü ile bağlantılı olmak şartıyla, dakikada yaklaşık 1 lt/m² olarak ayarlanmalıdır.

7.1.1.7.b. Püskürtme metodu 2

Bu püskürtme metodu, püskürtme memelerinin dikdörtgen bir modüler sisteme uygulanmış şekinden oluşmaktadır. Yerleşim tarzı şekillerde gösterilmiştir. Her püskürtme konisi kare bir yüzeyi etkisinde tutacaktır.

Yatay durumda tespitlerini sağlamak için püskürtme memeleri sağlam bir yere tespit edilmiş olmalıdır. Modül veya pencere o şekilde yerleştirilmelidir ki, yatay bir meme dizisi denenecek pencerenin yatay üst hizasında bulunsun ve pencerenin diğer bütün yüzeyleri diğer püskürtme memeleriyle kaplanmış olsun. Eğer denenecek pencerede damlalık varsa, püskürtme konileri o şekilde yerleştirilmelidir ki, damlalığın altına doğrudan doğruya su gelmesin (Fotoğraf A.2)

7.1.1.7.c. Püskürtme metodu 3

Deneyi yapılacak yüzeye dakikada 2 lt/m² olarak tespit edilen su miktarı iki kısma ayrılır:

a) 102 lt/m² saat (1,7 lt/m²)

Üstteki bir duvardan gelen su, deney yapılan cismin üzerindeki yatay bir meme dizisinden devamlı olarak dağılacaktır.

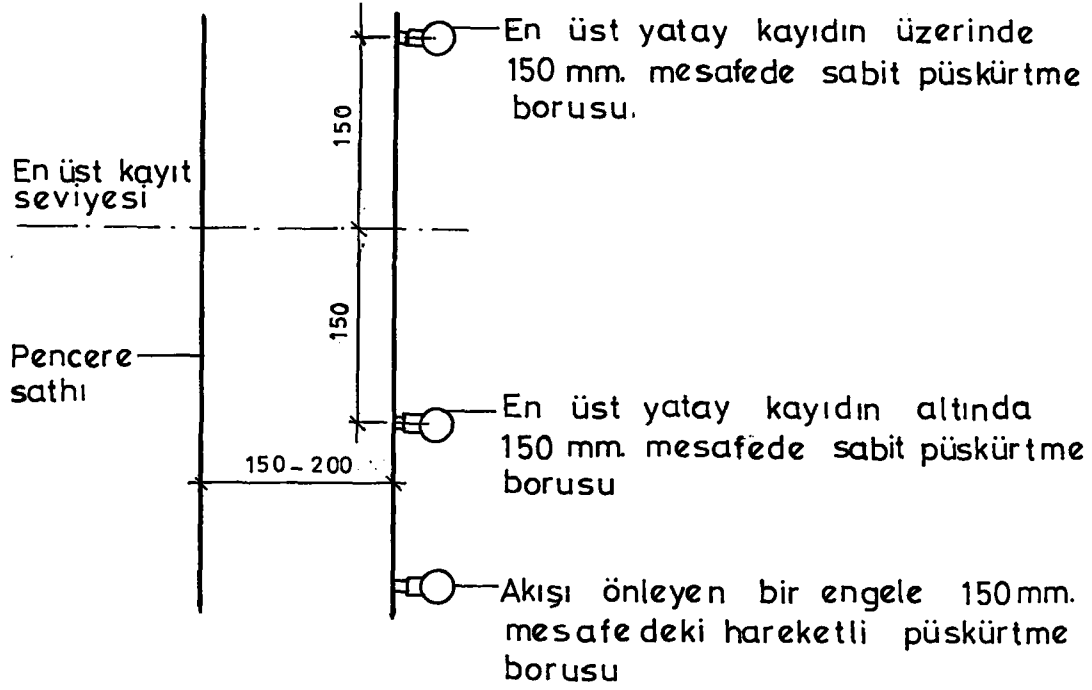
b) 18 lt/m² saat (0,3 lt/ m² dk)

su damlalarını da beraberinde sürükleyecek hava akımını meydana getiren deliklerle bir sürgü vasıtasıyla tüm dış deney yüzeyine dağıtılacaktır. Şekil 4.11'e göre yapılması gereken işlemlerin sırası aşağıdaki gibidir:

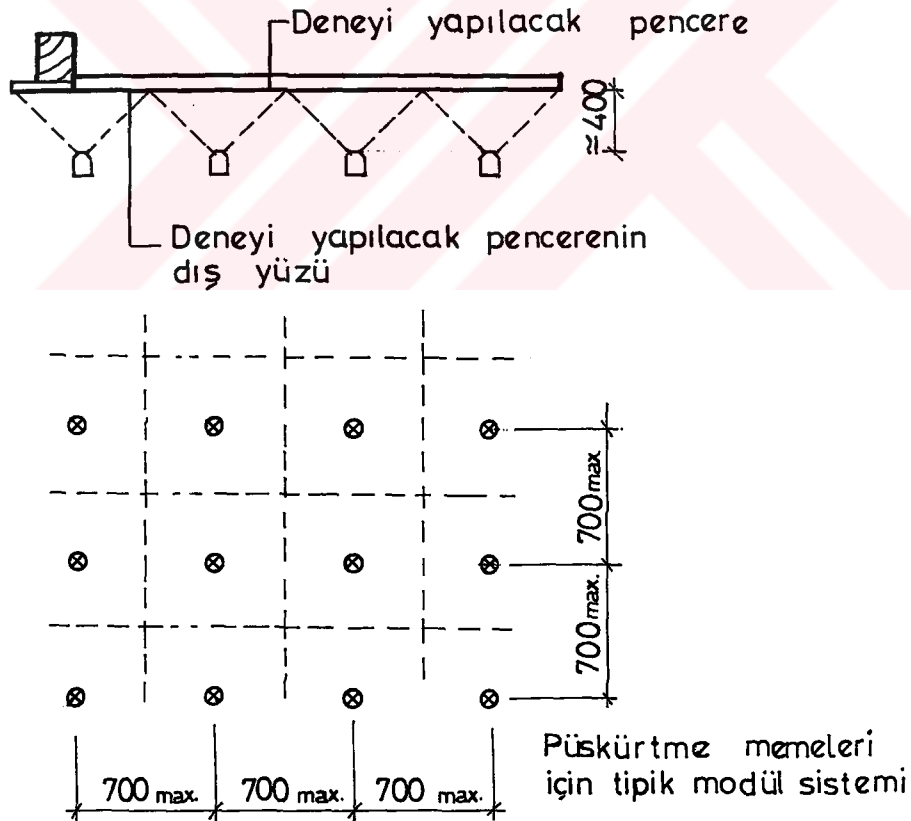
Yüksek basınçlı hava üfleyen bir aygıttan çıkan hava akımı, ağız parçaları ile donatılmış, dizi halinde deliği bulunan bir toplama kabından eşit olarak dağıtılacaktır. Damlalıktan akan su, ağız parçasının önünde küçük bir pirinç plakanın üzerinde sıçrarken, hava akımının etkisiyle deney yüzeyine taşınacaktır. Memelerin deneyi yapılacak cisme olan mesafesi 400 mm'dir. Memeler arasındaki yatay aralıklar o şekilde ayarlanacaktır ki, su deneyi yapılacak cismin her kısmına eşit miktarda dağılabilsin.

7.1.2. Hava sızdırmazlık deneyi

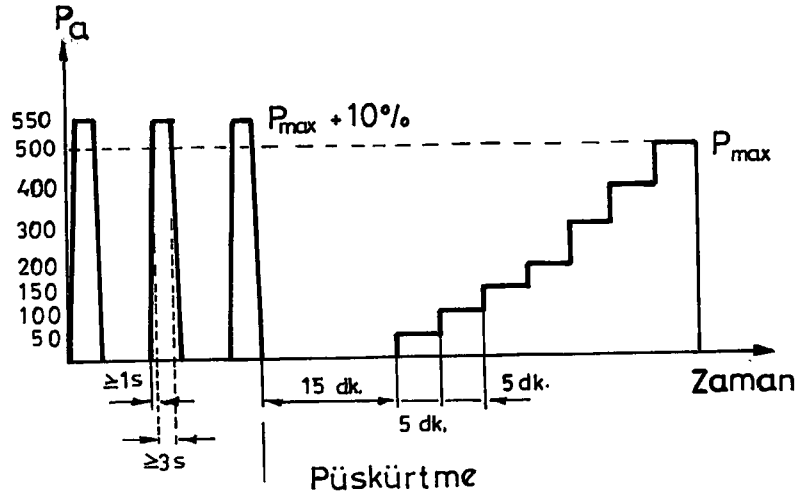
Deney, belirtilmiş şartlar altında, pencerenin veya giydirme cephenin iç yüzünde + basınçla vakum uygulanarak, dış yüzünde meydana gelen hava girişinin tespit edilmesinden ibarettir.



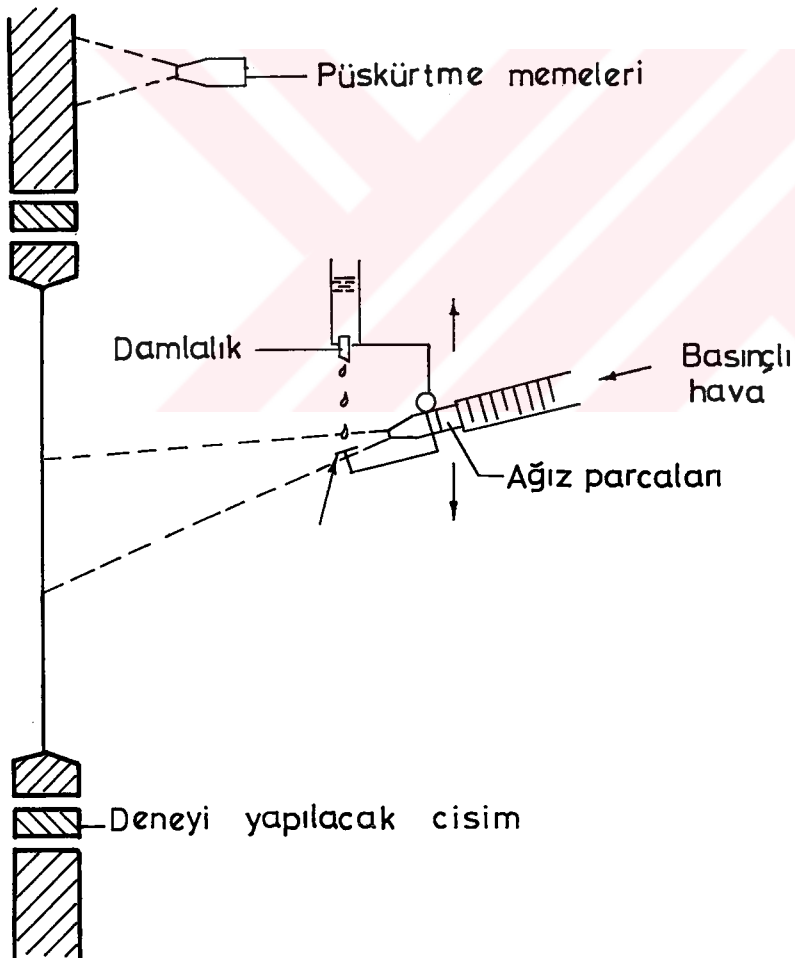
Şekil 7.3. Püskürtme metodu 1 [24]



Şekil 7.4. Püskürtme metodu 2 [24]



Şekil 7.5. Çarpan yağmura karşı su geçirimsizlik deneyi [24]



Şekil 7.6. Püskürtme metodu 3 [24].

7.2. Korozyon testleri

7.2.1. Korozyon test kabinleri

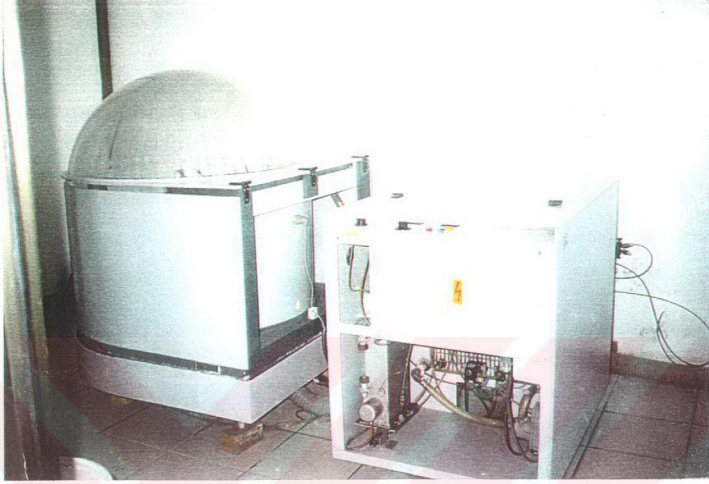
Boyalı ve eloksalı alüminyum alaşımlarının filiform korozyonu çalışmalarında genelde kullanılan deney yöntemi DIN 65472 standardıdır. Bu standarda göre boyanmış ve eloksalı numuneler bir bıçak yardımıyla çapraz olarak çizildikten sonra filiform korozyonunun başlatılması için HCl buharı içeren bir ortamda 1 saat tutulduktan sonra 40 °C’ de % 85 nispi nem içeren iklim odasında 1000 saat bekletilirler (Şekil 7.7.,7.8). Bu süre sonunda oluşan iplikçiklerin boyu ve genişliği ölçülerek sonuçlar karşılaştırılır [29].

Literatürde DIN 65472 standardının değiştirilmiş halde kullanımına sık sık rastlanmaktadır. Bu değişiklikler de genelde kullanılan başlatıcı tuzun değiştirilmesine dayanır. Örneğin, Nişancıoğlu ve grubu [28] ince poliüretan kaplamalarda kaplamaya zarar vermesi nedeniyle bazı çalışmalarda başlatıcı tuz olarak kullanılan HCl buharı yerine $AlCl_3$ tuzu kullanmışlardır. Pietschmann ve grubu [29] ise, % 32 HCl buharı, % 5’ lik NaCl sisi, % 5’ lik NH_4Cl çözeltisi ile nemlendirme gibi farklı aşılama yöntemleri kullandıkları çalışmada diğer yöntemlerle de filiform korozyonun başlatılabildiğini, ancak en tekrar edilir sonuçların HCl buharı kullanılan yöntemde elde edildiğini gözlemişlerdir.

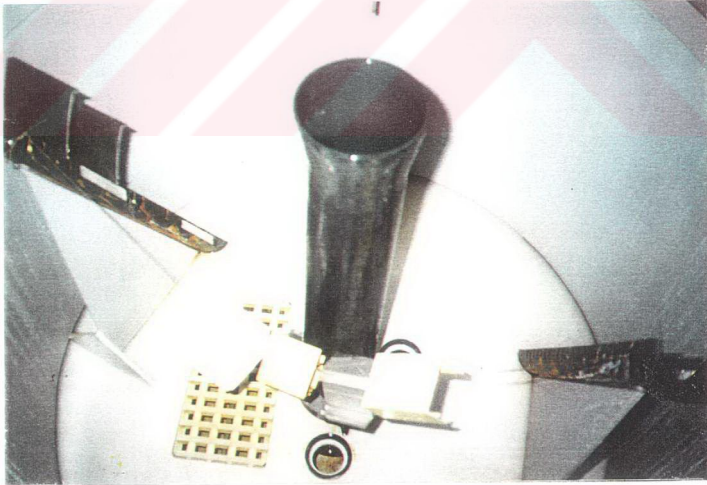
7.2.2. Çeşitli malzemelerin saf, eloksalı ve toz boyalı alüminyum üzerinde koroziyon etkileri

Ortalama sıcaklığı 20-22°C olan ve %70 nem içeren bir ortamda saf alüminyum, eloksalı alüminyum ve toz boya ile kaplanmış alüminyum örnekleri 2880 saat süren çeşitli deneylere tabi tutulmuşlardır (Şekil 7.9).

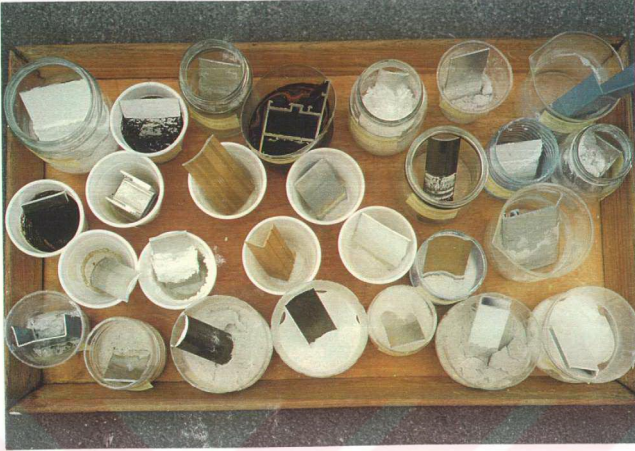
Saf, eloksalı ve toz boyalı alüminyum örnekleri tuzlu su, deniz suyu, alçı, çimento, kireç, Na_2CO_3 , deterjanlı su, sabunlu su ve çaylı su ile temas ettirilerek bu malzemelerin alüminyum malzemeler üzerinde meydana getirdiği koroziyon etkileri gözlemlenmiştir.



Şekil 7.7. Devirli korozyon test kabini (Çuhadaroğlu Kimya A.Ş).



Şekil 7.8. Kabin içerisindeki boyanmış ve eloksallı alüminyum örnekleri (Çuhadaroğlu Kimya A.Ş)



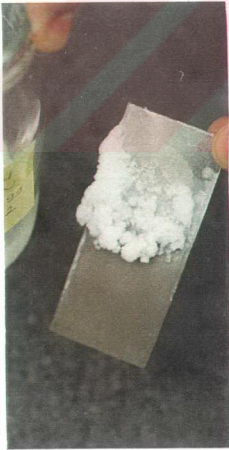
Şekil 7.9. Saf, eloksalı ve toz boya ile kaplanmış alüminyum örnekleri için korozyon deneyi

7.2.2.1. Tuzlu suyun koroziv etkisi

NaCl tuzu kullanılarak hazırlanmış % 5'lik tuzlu su içerisinde saf, eloksalı ve toz boyalı alüminyumun 2880 saat bekletilmesi sonucu saf ve eloksalı alüminyumda mekanik olarak değil dekoratif olarak malzemeyi bozan korozyon oluşmuştur. Deney başlangıcından 480 saat sonra saf alüminyumda korozyon başlamıştır. Deney sonucunda örneklerde metal kaybı olmamakla birlikte saf alüminyum yüzeyinde renk kararması ve matlaşma görülmüştür (Şekil 7.10).

7.2.2.2. Deniz suyunun koroziv etkisi

Saf, eloksalı ve toz boya ile kaplanmış alüminyum örnekleri %2,73 oranında tuz içeren deniz suyu içerisinde 2880 saat bekletilmişlerdir. Deney başlangıcında 480 saat sonra saf alüminyumda korozyon başlamıştır. Deney sonucunda, örneklerde metal kaybı olmamıştır. Elosalı ve saf alüminyum yüzeyinde matlaşma ve kararma olduğu görülmüştür. (Şekil 7.11).



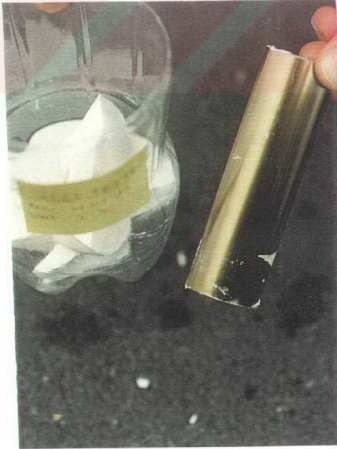
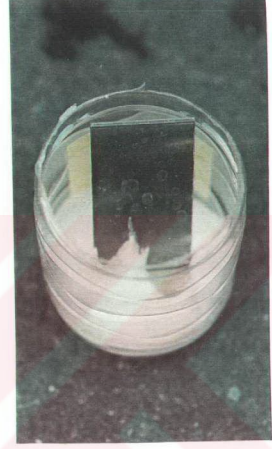
Şekil 7.10. Tuzlu suda bekletilmiş saf, eloksalı ve toz boyalı alüminyum örnekleri



Şekil 7.11. Deniz suyunda bekletilmiş saf, eloksalı ve toz boyalı alüminyum örnekleri

7.2.2.3. Alçının korozif etkisi

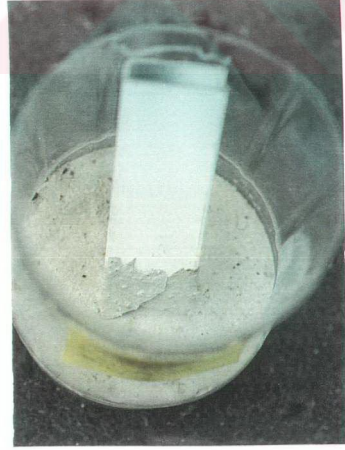
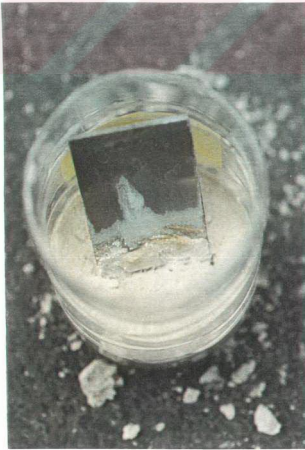
Saf, eloksalı ve toz boya ile kaplı alüminyum örnekleri alçı oranı %60 olan karışımda 2880 saat bekletilmişlerdir. Deney sonucunda saf alüminyumda yüzeyde çok az korozyon oluşumu görülmüş ve örneklerde metal kaybı olmamıştır (Şekil 7.12).



Şekil 7.12. Alçıda bekletilmiş saf, eloksalı ve toz boyalı alüminyum örnekleri

7.2.2.4. Çimentonun korozif etkisi

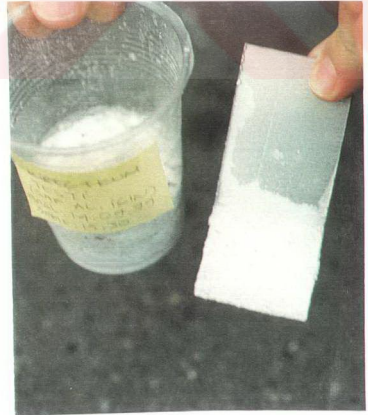
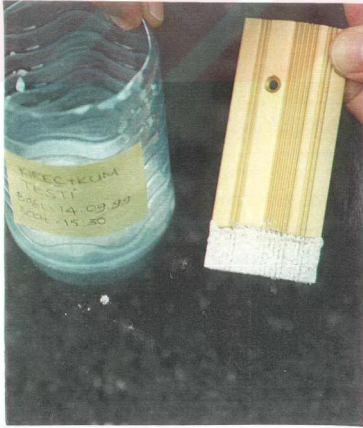
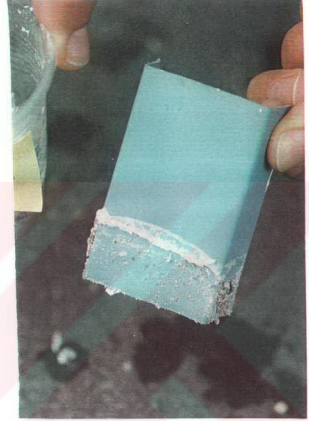
Saf, eloksalı ve toz boya ile kaplanmış alüminyumlar $\frac{1}{2}$ oranında hazırlanmış çimento-kum ve su karışımında 2880 saat bekletilmişlerdir. Eloksalı ve saf alüminyum yüzeyi görünüm açısından bozulmuştur. Yüzeyden çıkmayan, kalıcı lekeler oluşmuş, eloksalı alüminyum yüzeyinde kabuk atmalar meydana gelmiştir. Sadece eloksalı alüminyumda metal kaybı söz konusudur (Şekil 7.13).



Şekil 7.13. Çimentoda bekletilmiş saf, eloksalı ve toz boyalı alüminyum örnekleri

7.2.2.5. Kirecin korozif etkisi

Saf, eloksalı ve toz boya kaplı alüminyum örnekleri ½ oranındaki kireç-kum ve su karışımında 2880 saat bekletilmişlerdir. Deney sonucunda, korozyon sonucu kireç kalıntıları metal yüzeyine yapışmış, görünüm açısından metal yüzeyleri bozulmuştur. Eloksalı alüminyumda ise korozyondan dolayı metal kaybı olmuştur. Yüzeyde kabuk atması görülmüştür (Şekil 7.14).



Şekil 7.14. Kireç-kum karışımında bekletilmiş saf, eloksalı ve toz boyalı alüminyum örnekleri

7.2.2.6. Na_2CO_3 ' ın korozif etkisi

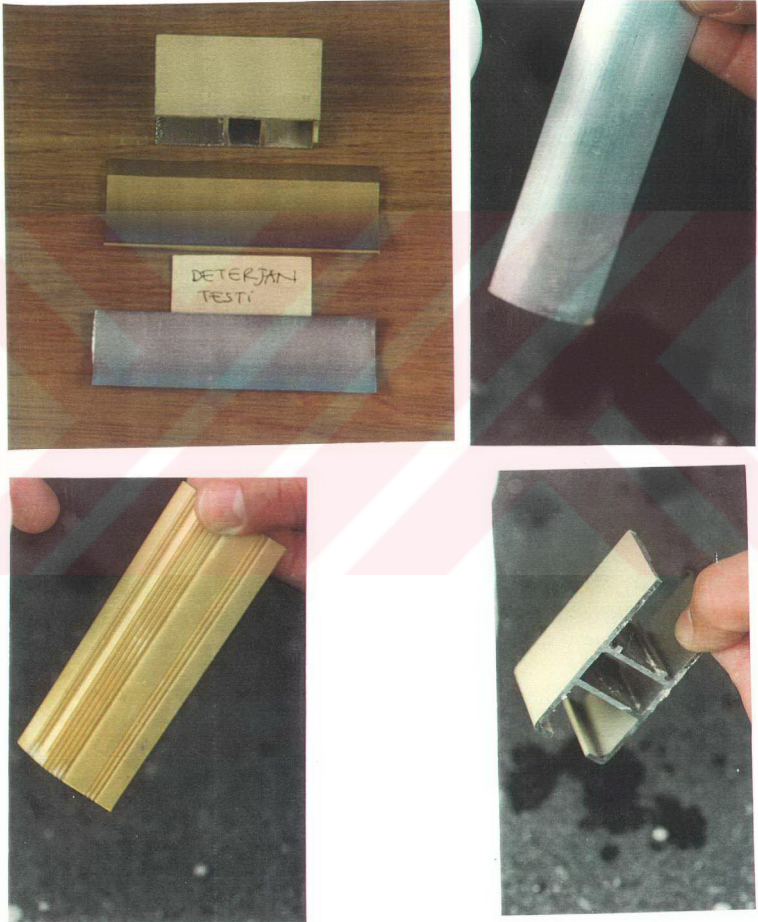
Saf, eloksallı ve toz boya ile kaplanmış alüminyumların %5'lik Na_2CO_3 çözeltisi içerisinde 2880 saat bekletilmesi sonucu saf ve eloksallı alüminyum yüzeylerinde korozyon oluşumu görülmüştür. Metal kaybı olmamıştır, ancak yüzeyde matlık oluşmuş, dekoratif olarak yüzey görünümü bozulmuştur (Şekil 7.15).



Şekil 7.15. %5'lik Na_2CO_3 çözeltisinde bekletilmiş saf, eloksallı ve toz boyalı alüminyum örnekleri

7.2.2.7. Deterjanlı suyun korozif etkisi

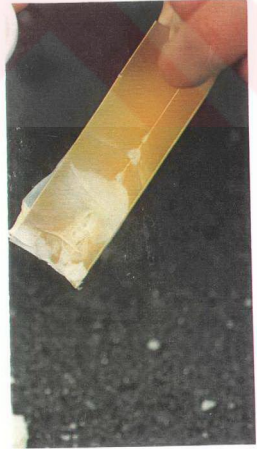
Saf, eloksalı ve toz boyalı alüminyumlar pH'ı 6,84 olan deterjan ile su karışımında 2880 saat bekletilmişlerdir. Deney sonucunda sadece saf alüminyumda çok az korozyon görülmüştür. Metal kaybı olmamakla birlikte, eloksal ve toz boya ile kaplı alüminyumlarda hiçbir değişiklik görülmemiştir (Şekil 7.16).



Şekil 7.16. Deterjanlı suda bekletilmiş saf, eloksalı ve toz boyalı alüminyum örnekleri

7.2.2.8. Sabunlu suyun korozyon etkisi

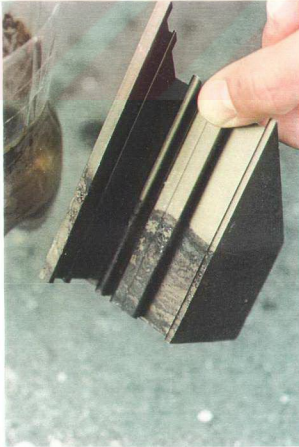
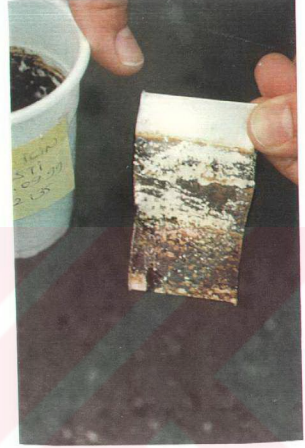
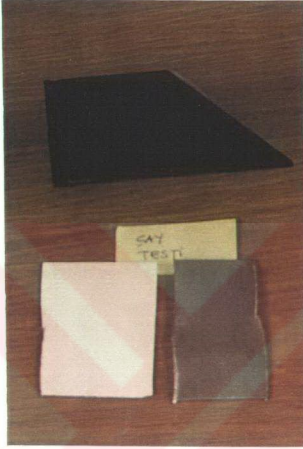
Saf, eloksalı ve toz boya ile kaplı alüminyum örnekleri pH'ı 9 olan sabun ile su karışımında 2880 saat bekletilmişlerdir. Deney sonucunda saf ve eloksalı alüminyum yüzeyinde matlaşma ve özellikle saf alüminyumda yüzey görünümünde bozulmalar meydana gelmiştir. Metal kaybı görülmemiştir (Şekil 7.17).



Şekil 7.17. Sabunlu suda bekletilmiş saf, eloksal ve toz boyalı alüminyum örnekleri

7.2.2.9. Çayın korozyif etkisi

Saf, eloksallı ve toz boya ile kaplı alüminyum örnekleri çay suyunda 2880 saat bekletilmişlerdir. Saf alüminyum yüzeyinde kararma görölmüş, eloksal ve toz boya ile kaplı alüminyumlarda bir değişiklik görölmemiştir. Metal kaybı olmamıştır (şekil 7.18).



şekil 7.18. ayda bekletilmiş saf, eloksallı ve toz boyalı alüminyum örnekleri

8. SONUÇLAR VE ÖNERİLER

Bu bölüme kadar yapılan incelemelerde, son yıllarda ülkemizde de uygulamasına sıkça rastladığımız yüksek binalar ve bu binaların çoğunluğunda uygulanan alüminyum giydirme cephe sistemleri ile su ve nemin bu sistemlerde meydana getirdiği problemlere ilişkin çözümlere değinilmiştir.

Su ve nem, giydirme cephe sistemlerinde önlem alınmaz ise ciddi problemlere neden olacak dış etkenlerdendir. Yapının bünyesine su ve hava girişi, terleme, yoğuşma ve korozyon, bu problemlerden en önemlileridir. Alınacak önlemler sistemlerin tasarım aşamasında başlamaktadır.

Çok düz ve kesintisiz bir yüzeye sahip olan giydirme cephelerde su ve hava sızdırmazlığı cam yüzeyler ile taşıyıcı elemanlar arasındaki derzlerin geçirimsizliği ile sağlanmaktadır. Derzlerde geçirimsizliği sağlayan 3 sistem vardır. Bünyesine su almayacak bir sistem mi veya alınan suyu tahliye edecek bir sistem mi kararı tasarım aşamasında verilmelidir. Kapalı sistem conta uygulamasında derzlerde neopren, E.P.D.M, veya silikondan yapılmış contalar kullanılmalıdır. Contalar derzin iki yanındaki yüzeylerle tam temas edecek şekilde oturtulmalıdır. Montaj esnasında baskı profili tarafından contaya gerektiği kadar basınç uygulanmalıdır. Fazla basınç contada plastik deformasyona, az basınç ise sızıntıya sebep olacaktır. Farklı profil ve contalar farklı hava ve su geçirimsizlik değeri vereceğinden derzin konumuna ve içinde bulunduğu şartlara göre seçim yapılmalıdır. Contalar, üzerlerine uygulanan basınç yardımıyla, mastikler ise aderans ile sızdırmaz duruma gelmektedirler.

Parapetli sistemlerde gerek ısı yalıtımı gerekse cam yüzeyinde oluşacak kondensasyon kontrol altında tutulmalıdır. Parapet boşluğu dışa havalandırılmalı, oluşan kondensasyon suyunun drenajı sağlanmalıdır. Isı yalıtım tabakası yapıelemanının soğuk olan yüzeyine yakın, buhar kesiciler ise ısı yalıtım tabakasından önce olmak üzere yapı elemanının sıcak tarafında kullanılmalıdır. Pencereelerde çift cam üniteleri kullanılmalı ayrıca alüminyum doğrama profillerinde

iç yüzey ile dış yüzey arasındaki ısı alışverişini önleyecek yalıtım malzemeli profiller kullanılmalıdır.

Giydirmce cepheler günümüzde daha çok prestij binalarda uygulandığından, üretici firma tarafından bu önemli yapılarda asma cephelerin imalatından önce gerçek boyut ve şartlarda, uluslararası normlara uygun olarak denenmesi ve binaya monte edilmiş durumdaki performansının tespit edilmesi ile kullanım periyodundaki problemler saptanarak, çözümlenmelidir.

Tüm bu hususlardan sonra, uygulama sırasında dikkat edilecek diğer bir konuda işçilik hatalarıdır. Bunun için işçi ve ustalar ciddi bir eğitime tabi tutulmalı, başlarında tecrübeli ustalar bulunmalı ve sıkı bir denetim altında bulundurulmalıdırlar. Mümkünse bu konuda tecrübeli işçi ve ustalar çalıştırılmalıdır.

Alüminyumun giydirmce cephelerde kullanılan en önemli malzeme olması, hafifliği, dış etkilere dayanıklılığı, mukavemetinin bu sistem için yeterli olması, işlenebilme ve montaj kolaylıklarından kaynaklanmaktadır. Ancak, temizlenmeyen, suya ve neme maruz kalan alüminyum profil, levha ve panellerde zamanla korozyon oluşabilmektedir.

Sadece inşaat sektörü için değil diğer birçok endüstriyel sektörde korozyonun neden olduğu ekonomik kayıplar çok fazladır. Dünya rezervlerinin tükenmesi, enerji fiyatlarının artması, çevre kirliliği, üretim tesislerinin sayı ve çeşitliliğinin artması gibi sebeplerle 2000’li yıllarda korozyon harcamalarının artacağını düşündüğümüzde, bu noktada korozyonun önemi ortaya çıkmaktadır.

Alüminyum levha, panel ve profillerin korozyona karşı korunması için, alüminyumun yüzeyinde oluşturduğu oksit filminin kalınlığının arttırılmasına dayanan birtakım yüzey işlemlerine tabi tutulurlar. Bunlardan en önemlisi eloksal ve toz boya kaplamadır. Bu konuda da en çok dikkat edilmesi gereken husus yüzey işlemler öncesi yapılan ön işlemlerdir. Bir boya tabakasının ve eloksal tabakasının dayanıklı olması için metal yüzeyine çok sağlam yapışması gerekir. Yüzeyde toz, kir, çeşitli yabancı malzemeler ve özellikle yağ tabakası varsa boya metal yüzeyine yapışmaz. Yüzey temizliği kaplama kalitesinin temelini oluşturur. Özellikle boya tabakasının metal yüzeyine tam olarak yapışmaması halinde, termal etkiler ve atmosfer şartları neticesinde boya olumsuz yönde etkilenir. Kabarma, çatlama,

kalkma, v.s. gibi durumlar olabilir. Zayıf bir kaplama mükemmel bir ön işlemle idare edilebilir, ama mükemmel bir kaplamayı zayıf bir ön işlemle kullanmak mümkün değildir. Toz boya ile kaplanmış alüminyumlarda boyama öncesinde malzemeye uygulanan yüzey ön işlemlerinde, kromatlama öncesi yüzey temizliğinin son derece iyi olması için alkali çözelti ile temizleme, sud-kostik ile dağlama, yeşil kromatlama yerine sarı kromatlamamanın tercih edilmesi, kromatlama işlemi sonunda en son yıkamanın de-iyonize su ile yapılması boyanmış mimari alüminyum profil ve levhalarda en sık rastlanan filiform korozyonu azaltmaktadır. Yapılan araştırmalarda, iyi bir eloksal kaplamanın ömrünün ortalama 50 yıl, toz boya kaplamanın ömrünün ise ortalama 20 yıl olduğu saptanmıştır.

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

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

Bu çalışmada korozyon ve alüminyum yüzey işlemleri konusuna geniş yer verilmiştir. Ancak, alüminyumun mimari tasarıma etkisi ve mimaride kullanımı, giydirme cephe sistemlerinde sızdırmazlığı sağlayan malzemeler ile sızdırmazlık ile ilgili detay çözümleri üzerinde daha detaylı çalışılacak konular olarak önerilebilir.

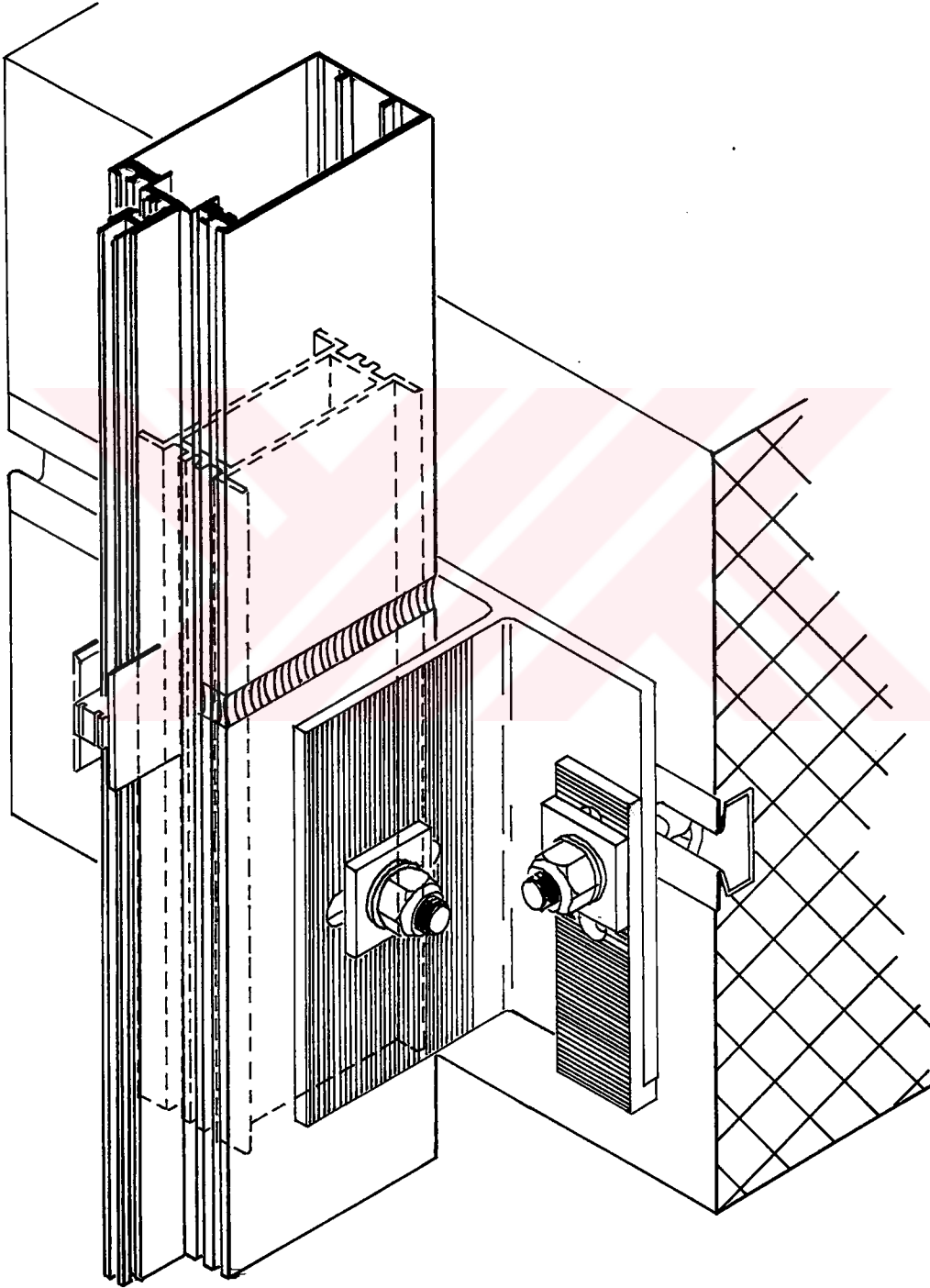
KAYNAKLAR

- [1] Şerbetçi, C., 1999. Yüksek binalarda metal çerçeveli giydirmce cepheler, Yüksek Lisans Tezi, İ.T.Ü. Fen Bilimleri Enstitüsü, İstanbul.
- [2] Arduç, F., 1996. Mimaride Alüminyum, Yüksek Lisans Tezi, İ.T.Ü. Fen Bilimleri Enstitüsü, İstanbul.
- [3] Sertçelik, F., 1999. 6063 Alüminyum alaşımlarının korozyon direnci üzerine anodizasyon öncesi yüzey işlemlerinin ve AA anodizasyonla üretilmiş ince oksit filmlerinin etkisi, Doktora Tezi, İ.T.Ü. Fen Bilimleri Enstitüsü, İstanbul.
- [4] Yıldız, A., 1998. Konut dış duvarlarında ısı yalıtım sürekliliğinin sağlanması üzerine bir inceleme, Yüksek Lisans Tezi, İ.T.Ü. Fen Bilimleri Enstitüsü, İstanbul.
- [5] Uzak, E., 1998. Metal çerçeveli giydirmce cephe sistemleri, Yüksek Lisans Tezi, İ.T.Ü. Fen Bilimleri Enstitüsü, İstanbul.
- [6] Akkaya, Ş., 1995. Giydirmce cephe sistemleri ve bunların tasarım ve uygulamalarında dikkat edilmesi gereken hususlar, Yüksek Lisans Tezi, İ.T.Ü. Fen Bilimleri Enstitüsü, İstanbul.
- [7] Karaca, H., 1998. Yapılarda hareket problemleri ve derz uygulamaları, Yüksek Lisans Tezi, İ.T.Ü. Fen Bilimleri Enstitüsü, İstanbul.
- [8] Hornbostel, C., 1961. Material for Architecture, Reinhold Publising Corporation.
- [9] Brimelow, E.I., 1957. Aluminium in building, E.I., Mac Donald and C.O. (publiserhs) Ltd., London.
- [10] Simpson J. W., Horrobin J., 1970. The Weatring and performance of building materials. Medical and technical publising C.O. Ltd.
- [11] Schmidt, W., 1985. Fensterbau Mit Aluminium, Duesseldorf.
- [12] Akyürek, Y., 1989. Giydirmce cephe sistemleri ve parapet önü camları, Yüksek binalar 1. Ulusal sempozyumu, İ.T.Ü. Mimarlık Fakültesi, İstanbul.
- [13] Eriç, M., 1994. Yapı Fiziği ve Malzemesi, Literatür Yayıncılık, İstanbul.

- [14] **Nashed, F.**, 1996. Time-saver Details For Exterior Wall Design, McGraw-Hill, NewYork.
- [15] **Vanderberd, M.**, 1984. Handbook of Building Enclousure, Great Britain.
- [16] **Schaupp, W.**, 1967. External Walls: cladding, thermal insulation, damp proofing, Transatlantic Arts, NewYork.
- [17] **Peter, J.**, 1956. Aluminium in Modern Architecture, Reynolds Metal Company. Volume I, II.
- [18] **Gatz, K.**, 1967. Curtain Wall Construction, Liffé Books, London.
- [19] **Dudley, W., Jr, H.**, 1958. The Contemporary Curtain Wall: it's design, fabrication and erection ; F.W. Dodge Corporation, NewYork.
- [20] **Şengil, A.**, 1992. Korozyon. İ.T.Ü. Sakarya Mühendislik Fakültesi Matbaası, Sakarya.
- [21] **Aktalay, Y.**, 1988. Fuga Dolgu Malzemeleri ve Özellikleri. Yapılarda Derz Bildiriler, Y.E.M yayınları, İstanbul, 24 Mart.
- [22] **Barba, W. Dalla.**, 1997. Anodize Alüminyumda Kapatma İşleminin Korozyondan Korunmaya Etkisi, Endüstriyel Yüzey Teknolojileri Dergisi, 2, 108-113.
- [23] **Limoncuoğlu, N.S.**, 1997. Elektstatik Toz Boyaların Özellikleri ve Yeni Gelişmeler, Endüstriyel Yüzey Teknolojileri Dergisi, 2, 122-124.
- [24] **Avrupa-Normu**, 1997. Pencereelerde deney metodu, CEN Avrupa Standartizasyon Komitesi, Brüksel.
- [25] **Toydemir, N., Gürdal, E.**, Yayınlanmamış ders notları, İ.T.Ü. Mimarlık Fakültesi, Mimarlık Bölümü, İstanbul.
- [26] **Büyük Lauresse**, 1986. Gelişim yayınları, 1. Cilt, s: 475-478.
- [27] **Pfeifer, H.**, 1994. Organik Coating of Aluminium, Certification and Quality Control by External Control Sysyem (GBS) presantation EAST-Seminar, Göteborg, September 26-27.
- [28] **Olsen, H.L., Nişancioğlu, K.**, 1997. Filiform corrosion morphologies on painted aluminum alloy 3015 coil material, Corrosion, 53, 9, 705-717.
- [29] **Pietschman, J.E., Pfeifer, H.**, 1993. Filiformkorrosion ouf organisch beschichtetem aluminium: Teil 1, Aluminium, 69, 12, 1019-1023
- [30] **Ulucak, T.**, 1999. Kişisel görüşme. Alüminyum Yüzey İşlem Derneği (AYİD).
- [31] **Polat, A.**, 1999. Kişisel görüşme. Çuhadaroğlu A.Ş., Operasyon Müdürü.

- [32] Lokumcu, A., 1999. Kişisel görüşme. Çuhadaroğlu Kimya A.Ş., Genel Müdür Yardımcısı.
- [33] Çakır, A.F., 1999. Kişisel görüşme. İ.T.Ü. Metalürji Mühendisliği Bölümü Öğretim Üyesi.
- [34] Ulucak, T., 1999. Boyanmış mimari alüminyum profil ve levhada filiform korozyonla ilgili şahsi notları , FEN-İŞ Alüminyum A.Ş.
- [35] Çuhadaroğlu A.Ş., Principle Details, Curtain Wall sistem kataloğu.
- [36] DIN 4108, 1992. Thermal insulation, Systherm Modular Facade.
- [37] Fen-İş A.Ş., 1999. FE-Gİ 50 sistem kataloğu.
- [38] Fen-İş A.Ş., 1995. Hartmann Systherm Fassade 60 sistem kataloğu.
- [39] Fen-İş A.Ş., 1994. Systherm Modular Fassade sistem kataloğu.
- [40] Fen-iş A.Ş., Yüzey işlem ve toz boya eğitim notları.
- [41] FEN-İŞ A.Ş., 1993. Aldomgrid sistem kataloğu, Hydro Alüminium Systems s.p.a.
- [42] Baka construction industry materials and trading inc. malzeme kataloğu.
- [43] Doruk, A., 1985. Bitirme ödevi. İ.T.Ü. Kimya-Metalurji Fakültesi
- [44] Gomez, T.E., De Miguel Lopez, I., 1996. Filiform corrosion morphologies on painted aluminum extrusions, Proceedings Of Aluminum 2000, 3, 175-184
- [45] Hoch, G.M., 1972. A review of filiform corrosion, Proceedings of Localised Corrosion, Eds. R.S. Staehle, B.F. Brown, J. Kruger and A. Agraval, Williamsburg, Virginia, NACE, 134-143.
- [46] Lenderink, H.J.W., 1995. Filiform Corrosion Of Coated Aluminum Allloys, PhD Thesis, Delf Teknik Üniversitesi, Hollanda.
- [47] Ulucak, T., 1999. Alüminyum Profillerin Yüzey İşlemi Şahsi Notları, [http://www.angelfire.com/al/alüminyum/alüminyum yüzey işlemi](http://www.angelfire.com/al/alüminyum/alüminyum_yüzey_işlemi)
- [48] Çuhadaroğlu A.Ş., Eloksal ve toz boya eğitim notları,
- [49] Altan, O., 1999. Kişisel görüşme. Alüminyum Yüzey İşlem Derneği (AYİD) Başkanı.
- [50] Yılmaz, F., 1999. Kişisel görüşme. Çuhadaroğlu Holding, Kimya mühendisi.
- [51] Dikmen, A., Kişisel görüşme. Fen-İş A.Ş. Yüzey İşlem Şefi.

EKLER



Şekil A.1. Dilatasyon ve montaj detayı



Şekil A.2. Çuhadaroğlu A. Ş.'nin oluşturduğu giydirmce cephe deney laboratuvarı, Haramidere, İstanbul.



Şekil A.3. Püskürtme metodu 2'ye göre oluşturulan su püskürtme memeleri



Şekil A.4. Dinamik su testi rüzgar üretici

ÖZGEÇMİŞ

1976 Adana doğumlu. İlk ve orta öğrenimini Adana' da tamamladı. 1993 yılında Yıldız Teknik Üniversitesi, Mimarlık Fakültesi, Şehir ve Bölge Planlama Bölümü'ne girdi. 1994 yılında Yıldız Teknik Üniversitesi, Mimarlık Fakültesi, Mimarlık Bölümü'ne transit geçiş yaparak, eğitimine devam etti. 1998 yılında mezun oldu ve aynı yıl İstanbul Teknik Üniversitesi, Mimarlık Fakültesi, Mimarlık Bölümü, Yapı Bilgisi programında yüksek lisans yapmaya başladı.