

151645

YILDIZ TEKNİK ÜNİVERSİTESİ
FEN BİLİMLERİ ENSTİTÜSÜ

151645

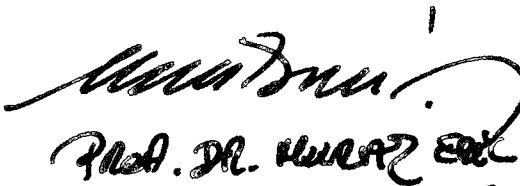
METAL ESASLI CEPHE KAPLAMALARINDA OLUŞAN
SORUNLARIN İRDELENMESİ

Mimar Nevin ARSLAN

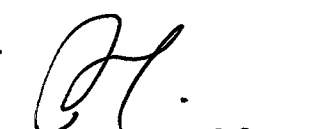
FBE Mimarlık Anabilim Dalı Yapı Programında
Hazırlanan

YÜKSEK LİSANS TEZİ

Tez Danışmanı: Yrd. Doç. Dr. Günsel ALVER


Prof. Dr. MURAT EROL


YRD. DOÇ. DR.
GÜNSEL ALVER


YRD. DOÇ. DR.
MERAL AYBERK

İSTANBUL, 2004

İÇİNDEKİLER

	Sayfa
SİMGE LİSTESİ	iv
KISALTMA LİSTESİ	v
ŞEKİL LİSTESİ	vi
ÇİZELGE LİSTESİ	viii
ÖNSÖZ	ix
ÖZET	x
ABSTRACT	xi
1. GİRİŞ	1
1.1 Problem	1
1.2 Amaç	1
1.3 Kapsam	2
1.4 Yöntem	2
2. DIŞ DUVAR VE CEPHE KAPLAMARI	4
2.1 Dış duvar	4
2.2 Dış duvar katmanları	6
2.2.1 İç kaplama ve görevleri	7
2.2.2 Duvar gövdesi (çekirdek) ve görevleri	7
2.2.3 Dış kaplama ve görevleri	8
2.3 Cephe kaplamaları	9
2.3.1 Karıştırılarak hazırlanan kaplamalar	9
2.3.2 Blok kaplamalar	10
2.3.3 Plak kaplamalar	10
2.3.4 Levha kaplamalar	11
3 METAL ESASLI CEPHE KAPLAMALARI	13
3.1 Metal Yapı Malzemesi	13
3.1.1 Metallerin yapı alanındaki tarihsel gelişimi	14
3.1.2 Metal malzeme özellikleri	17
3.1.3 Metallerin üretimi, şekillendirilmesi ve birleştirilmesi	18
3.1.4 Metallerin yapıda kullanılma şekli ve yeri	19
3.2 Metal Esaslı Cephe Kaplamaları	20
3.2.1 Metal esaslı cephe kaplamalarının genel özellikleri	21
3.2.2 Metal levha biçimlenmesi	22
3.2.3 Metal esaslı cephe kaplamaları uygulama yöntemleri	26
3.2.4 Metal esaslı cephe kaplamalarının türleri	29
3.2.4.1 Alüminyum cephe kaplamaları	30
3.2.4.2 Bakır cephe kaplamaları	37
3.2.4.3 Çinko cephe kaplamaları	43
3.2.4.4 Paslanmaz çelik cephe kaplamaları	48
3.2.4.5 Titanyum cephe kaplamaları	55

4.	METAL ESASLI CEPHE KAPLAMALARINDA OLUŞAN SORUNLAR VE ÇÖZÜM ÖNERİLERİ.....	61
4.1	Metal esaslı cephe kaplamalarında sorunları oluşturan etmenler.....	61
4.1.1	Yapı ürünleri ile ilgili etmenler	61
4.1.2	Tasarım ile ilgili etmenler	62
4.1.3	Yapım süreci ile ilgili etmenler	63
4.1.4	Kullanım süreci ile ilgili etmenler.....	64
4.1.4.1	Atmosferik etmenler	64
4.1.4.2	Ses ile ilgili etmenler	72
4.1.4.3	Yükler ve kuvvetler ile ilgili etmenler.....	74
4.1.4.4	Katı zararlılar ve biyolojik etmenler.....	77
4.1.4.5	Yangın ile ilgili etmenler.....	78
4.1.4.6	Kullanıcı hatalarından kaynaklanan etmenler	80
4.2	Metal esaslı cephe kaplamalarında oluşan sorunlar ve önlemler	80
4.2.1	Yapı ürünlerinden kaynaklanan sorunlar ve önlemleri	81
4.2.2	Tasarımdan kaynaklanan sorunlar ve önlemleri.....	84
4.2.3	Yapım sürecinden kaynaklanan sorunlar ve önlemleri	86
4.2.4	Kullanım sürecinden kaynaklanan sorunlar ve önlemleri	87
4.2.4.1	Atmosferik etmenlerden kaynaklanan sorunlar ve önlemleri.....	88
4.2.4.2	Ses ile ilgili etmenler kaynaklanan sorunlar ve önlemleri.....	98
4.2.4.3	Yükler ve kuvvetlerden kaynaklanan sorunlar ve önlemleri	99
4.2.4.4	Katı zararlılar ve biyolojik etmenlerden kaynaklanan sorunlar ve önlemleri	102
4.2.4.5	Yangından kaynaklanan sorunlar ve önlemleri	103
4.2.4.6	Kullanıcı hatalarından kaynaklanan sorunlar ve önlemleri	105
4.2.5	Korozyon sorunu ve önlemleri	107
5.	SONUÇLAR VE DEĞERLENDİRMELER.....	118
	KAYNAKLAR.....	125
	EKLER	129
Ek 1	Metallerle ilgili terimler sözlüğü	130
Ek 2	Metaller üzerine uygulanan metal kaplamalar	134
Ek 3	Metaller üzerine uygulanan boyalar	135
Ek 4	Farklı metal türlerinin galvaniksel olarak değerlendirilmelerinde kullanılacak deniz suyu içindeki elektromotor değerleri	136
	ÖZGEÇMİŞ.....	137

SİMGE LİSTESİ

a	Radyasyona karşı yüzeysel emicilik katsayısı
d	Malzeme kalınlığı
E	Malzemenin elastisite modülü
f	Frekans
H	Sertlik Brinell değeri
L	Metal levha boyu
R	Çok tabakalı yapı bileşeninin ısı geçirgenlik direnci
T	Dalga hareketi
α	Malzemenin ısı genleşme katsayısı
β	Ses şiddeti
$\wedge$	Malzemenin ısı geçirgenliği
Δl	L boyundaki levhanın uzama ve kısalma değeri
Δt	Levhanın etkisinde kaldığı sıcaklık farkı
$\lambda_{ısı}$	Malzemenin ısı iletkenlik katsayısı
λ_{ses}	Dalga boyu
μ	Su buharı difüzyon direnç katsayısı
σ	Malzemede oluşan çekme ve basınç gerilmesi



KISALTMA LİSTESİ

YEM	Yapı Endüstri Merkezi
TS	Türk Standartları
PVC	Polivinilklorid
ASTM	American Society for Testing and Materials
IR	Kızılaltı ışınları
UV	Ultraviyole-Morötesi ışınları
İDMMA	İstanbul Devlet Mühendislik ve Mimarlık Akademisi



ŞEKİL LİSTESİ

Sayfa

Şekil 2.1	Karıştırılarak hazırlanan kaplama uygulanmış duvar kesiti	9
Şekil 2.2	Blok kaplama uygulanmış duvar kesiti.....	10
Şekil 2.3	Plak kaplama uygulanmış duvar kesiti	11
Şekil 2.4	Levha kaplama uygulanmış duvar kesiti	12
Şekil 3.1	Dökme demir köprü (Coal Brookdale).....	15
Şekil 3.2	Christal Palace	15
Şekil 3.3	Eiffel Kulesi.....	15
Şekil 3.4	Gage Building.....	16
Şekil 3.5	Münih Olimpiyat Tesisleri.....	16
Şekil 3.6	The Centre Pampidou	16
Şekil 3.7	Tabaka ve rulo levhalar	22
Şekil 3.8	Döküm ve preste şekillendirilmiş levhalar	22
Şekil 3.9	Oluklu ve trapez levhalar.....	23
Şekil 3.10	Birleşik profillerle oluşturulmuş levhalar.....	23
Şekil 3.11	Çift kat boşluklu levha detayı.....	23
Şekil 3.12	Sandviç panolar	24
Şekil 3.13	Duvar kaplaması ve asma cephe elemanı olarak metal cephe düzenleri	26
Şekil 3.14	Metal levha kaplamalar için havalandırma boşluklu uygulama detayı	26
Şekil 3.15	Metal levha kaplamalar için ızgara konstrüksiyon olanakları	27
Şekil 3.16	Hazır panolar için panel sistem konstrüksiyonu.....	27
Şekil 3.17	Cephe kaplama elemanları ana birleşim prensipleri	28
Şekil 3.18	Metal levha birleşimleri.....	28
Şekil 3.19	Alüminyum cephe kaplamalı yapı örneği - Empire State Building.....	34
Şekil 3.20	Alüminyum cephe kaplamalı yapı örneği - Handelszentrum Biltmore	34
Şekil 3.21	Bakır ürünlerdeki renk değişimleri.....	38
Şekil 3.22	Bakır cephe kaplamalı yapı örneği - Chiat/Day/Mojo Şirket Merkezleri.....	41
Şekil 3.23	Bakır cephe kaplamalı yapı örneği	41
Şekil 3.24	Çinko levhaların uygulama detayı.....	46
Şekil 3.25	Çinko cephe kaplamalı yapı örnekleri	47
Şekil 3.26	Paslanmaz çelik bitiş örnekleri	51
Şekil 3.27	Paslanmaz çelik cephe kaplamalı yapı örneği - Llyods Building.....	52
Şekil 3.28	Paslanmaz çelik cephe kaplamalı yapı örneği- Frederick R. Weisman Müzesi	53
Şekil 3.29	Paslanmaz çelik levhalarla oluşturulmuş bal peteği özlü panel.....	54
Şekil 3.30	Titanyum cephe kaplamalı yapı örneği - Bilbao-Guggenheim Müzesi.....	59
Şekil 3.31	Titanyum cephe kaplamalı yapı örneği - Van Gogh Müzesi.....	59
Şekil 4.1	Rüzgarın basınç ve emme etkisi	76
Şekil 4.2	Alüminyum levha kaplama ile farklı özellikteki taşıyıcı bir malzemenin birlikte kullanılması ile gerçekleşen korozyon oluşumu.....	84
Şekil 4.3	Alüminyum kaplamada, girintili çıkıntılı detaylandırmadan oluşan kirlilikler ve korozyon oluşumu.....	85
Şekil 4.4	Alüminyum kaplanmış bir cephede, projede belirtilen derz aralıklarına uyulmaması nedeniyle levha kaplamaların birleşim yerlerinden ayrılmaları...	87
Şekil 4.5	Isı etkisine karşı alüminyum kompoze levha derz aralıklarının detaylandırılması.....	89
Şekil 4.6	Alüminyum kaplanmış bir cephe üzerinde yağmur suyu ve beraberinde taşıdığı parçalar nedeniyle oluşan kirlilik.....	91
Şekil 4.7	Walt Disney Konser Salonu	97

Şekil 4.8	Bard Koleji.....	97
Şekil 4.9	Alüminyum levha kaplama üzerine etki etmiş bir darbe doğrultusunda oluşan sorun	100
Şekil 4.10	Alüminyum levha kaplama üzerine etkimiş bir kuvvet doğrultusunda yüzeyin deformasyona uğraması ve ek yerinden ayrılması.....	101
Şekil 4.11	Alüminyum levha kaplama üzerinde kullanıcı hataları nedeniyle oluşan sorun	106
Şekil 4.12	Alüminyum levha kaplamada kullanıcılar tarafından tanıtım panosu yerleştirilmek üzere açılmış vida delikleri nedeniyle oluşan sorun.....	106
Şekil 4.13	Korozyon türleri.....	109



ÇİZELGE LİSTESİ

Sayfa

Çizelge 3.1	Çeşitli bitiş uygulamaları, uygulama yöntemleri ve uygulanabilecek metal türleri.....	25
Çizelge 3.2	Alüminyumun fiziksel ve kimyasal özellikleri.....	30
Çizelge 3.3	Alüminyumun mekanik özellikleri.....	31
Çizelge 3.4	Bakırın fiziksel ve kimyasal özellikleri.....	37
Çizelge 3.5	Bakırın mekanik özellikleri.....	38
Çizelge 3.6	Çinkonun fiziksel ve kimyasal özellikleri.....	43
Çizelge 3.7	Çinkonun mekanik özellikleri.....	44
Çizelge 3.8	Paslanmaz çeliğin fiziksel ve kimyasal özellikleri.....	49
Çizelge 3.9	Paslanmaz çeliğin mekanik özellikleri.....	49
Çizelge 3.10	Paslanmaz çelik elemanların uygulama alanları, türleri ve levha kalınlıkları.....	53
Çizelge 3.11	Titanyumun fiziksel ve kimyasal özellikleri.....	56
Çizelge 3.12	Titanyumun mekanik özellikleri.....	56
Çizelge 4.1	Çeşitli malzemelerin ısı genleşme katsayıları.....	65
Çizelge 4.2	Çeşitli malzemelerin ısı iletkenlik katsayıları.....	67
Çizelge 4.3	Çeşitli malzemelerin su buharı difüzyon direnç katsayıları.....	69
Çizelge 4.4	Çeşitli renk ve malzemelerde yüzeysel emicilik katsayıları.....	71
Çizelge 4.5	Ses şiddetinin insan kulağı için oluşturduğu etkiler.....	72
Çizelge 4.6	Yanmaz ve yanıcı malzemelerin sınıflandırılması.....	79
Çizelge 4.7	Çeşitli çevrelerde metal dayanımları.....	82
Çizelge 4.8	Metallerin deniz suyu içindeki çözülme potansiyelleri.....	83
Çizelge 4.9	Metal levha türlerinin ısı genleşme katsayıları ve 38° C' de genleşme miktarı karşılaştırmaları.....	88
Çizelge 4.10	Metal levha türlerinin ısı iletkenlik katsayıları.....	90
Çizelge 4.11	Çeşitli metal türlerinin erime sıcaklıkları.....	104
Çizelge 5.1	Metal türlerinin fiziksel, kimyasal ve mekanik özellikleri için karşılaştırma çizelgesi.....	122
Çizelge 5.2	Metal türlerinin fiziksel, kimyasal ve mekanik özellikleri için değerlendirme çizelgesi.....	123

ÖNSÖZ

Bu çalışma, metal türleri ile oluşturulmuş dış cephe kaplamalarında, metal özelliklerine bağlı olarak ve her türlü olumsuz etmenin etkisiyle oluşan sorunları, bu sorunlara karşı alınabilecek önlemleri ortaya koymak, bu bilgiler doğrultusunda yapılan hataları azaltmak ve doğru ürün seçimine yardımcı olmak amacıyla hazırlanmıştır.

Çalışmada, dış duvar ve dış cephe kaplamaları hakkında genel bilgiler verildikten sonra, metal yapı malzemesi genel özellikleri, metal esaslı cephe kaplamalarının genel özellikleri, biçimlenmeleri, uygulama yöntemleri ve cephe kaplaması olarak kullanılan metal türlerinden alüminyum, bakır, çinko, paslanmaz çelik ve titanyumun teknik ve genel özellikleri kısaca anlatılmıştır. Daha sonra, cephe kaplamalarını ve dolayısı ile belirtilen metal türleri ile oluşturulmuş kaplamaları olumsuz yönde etkileyen etmenler açıklanmış, bu etmenler doğrultusunda oluşan sorunlar belirlenerek, alınabilecek önlemler açıklanmaya çalışılmıştır. Tüm bu bilgiler doğrultusunda değerlendirmeler yapılmıştır.

Bu tezin hazırlanmasında, çalışmalarımı yönlendirerek bana destek olan değerli hocam Yrd. Doç. Dr. Günsel Alver' e ve her konuda yanımda olan aileme teşekkürlerimi sunarım.



ÖZET

Yapıları her türlü etmene karşı koruyan cephe kaplamalarında, bu etmenlerin etkisiyle zamanla sorunlar oluşmaktadır. Bu çalışmada, dış cephelerde uygulanmak üzere; alüminyum, bakır, çinko, paslanmaz çelik ve titanyum levhalarla oluşturulmuş metal cephe kaplamalarında, çeşitli etmenlerin etkisiyle oluşan sorunlar incelenmiş ve sorunlara karşı alınabilecek önlemler belirtilmiştir. Oluşan sorunların ortaya konulmasıyla, tasarımcılara ürün seçiminde ve detaylandırmalarda yardımcı olunması ayrıca yapının kullanıcılarına da, yapı ömrünü uzatmak üzere gerçekleştirilen işlemlerde bilinçlendirme sağlanması amaçlanmıştır.

Çalışmada, ilk olarak dış duvar ve dış cephe kaplamaları tanımlanmıştır. Metal esaslı cephe kaplamaları, metal yapı malzemesi ve metalin cephe kaplaması olarak kullanımındaki genel özellikleri, biçimlenmeleri, uygulama yöntemleri ile cephe kaplaması olarak kullanılan türlerinin çeşitli özellikleri anlatıldıktan sonra, cephe kaplamalarına etki eden etmenler, bu etmenler doğrultusunda oluşan sorunlar ve oluşacak sorunlara karşı alınabilecek önlemler açıklanmıştır.

Metal esaslı cephe kaplamaları, malzeme özellikleri, tasarımda, uygulamada ve kullanımda yapılan hatalar ve kullanımda karşılaşılan atmosferik, ses, yükler-kuvvetler, katı ve biyolojik zararlılar ile yangın gibi olumsuz dış etmenlerin etkisi altında kalmaktadır. Bu etmenlerin etkisiyle metal kaplamalarda, aşınma, kirlenme, solma, yerlerinden ayrılma ve kopma sorunları ile tüm bu sorunların da temel olduğu ve metal malzemenin özelliklerinden de kaynaklanarak metal malzemeyi tamamen çökertecek korozyon sorunları oluşmaktadır. Metal türlerinin teknik özellikleri göz önüne alındığında, özellikleri nedeniyle uygun olmayan çevrelerde kullanılan kaplamalarda daha fazla sorunlar oluşmaktadır. Özellikleri ile her türlü çevreye uygun olan titanyum cephe kaplamaları ise diğer metal kaplamalara göre daha dayanımlıdır.

Metal esaslı cephe kaplamalarında oluşacak sorunları önleyebilmek için; öncelikle metal malzeme özellikleri bilinmeli, kaplama levhalarına etki edecek çevre koşulları ve etmenler belirlenmeli, metal levha türü seçimi, detaylandırmalar ve uygulamalar bu veriler doğrultusunda yapılmalıdır. Uygulamanın her aşaması yetkili kişilerce kontrol edilip, yapının kullanıcılarının üzerlerine düşen görevleri bilinçli olarak yerine getirmeleri gerekmektedir.

Anahtar kelimeler: Dış duvar, metal levha, alüminyum, bakır, çinko, paslanmaz çelik ve titanyum cephe kaplamaları, cephe kaplamalarında oluşan sorunlar.

ABSTRACT

The problems are occurred by the time due to the various factors on the external facade claddings which protect the buildings. In this study, the problems which are formed by various factors on the metal facade claddings such as aluminium, copper, zinc, stainless steel and titanium sheet and profiled claddings were examined and the precautions that are taken towards to these factors were stated. Together with the problems and precautions, the aim of this study is to help to architects for selecting the proper product and for the proper details of application also to help to the users of the building for the processes that are done for to extend the building life.

At the beginning of this study, external wall and external facade claddings were defined. After the various properties of metal as a building material explained than the general properties, forms, methods of application and the kind of metals as a cladding were explained. After the product properties, the factors which affect the facade claddings, the problems are occurred due to this factors and the precautions which will taken towards these problems were explained.

Metal based external facade claddings are affected by the negative factors like material properties, problems which can be done in the designing, applying and using terms and also the atmospheric, noise, power and force, solid and biological detrimental and fire problems. Because of these factors, abrasion, pollution, discolouration, leaving from the place and breaking out problems are form together with the corrosion problem that is occurred due to these problems and material properties of metal and will cause to collapse the metal. Most of the problems are occurred on the claddings that are not proper with the environment when their technical properties are considered. However titanium facade claddings which are proper to various environments have the most resistance than the other metal claddings.

In order to take the precautions for the problems that will be occurred on the metal facade claddings, the material properties of metals, the factors that affect the sheet claddings and the conditions of environment should be determined. And selecting the proper metal kind, designing and applying considerations should be done according to these factors. Also the controls should be done by the competent persons during the each level of the applications and the user of the building should done their duties by the conscience.

Keywords: External wall, metal sheet, aluminium, copper, zinc, stainless steel and titanium facade claddings, the problems on the external facade claddings.

1. GİRİŞ

1.1 Problem

İnsan yaşamının sürdürüldüğü yapılarda, her türlü etmenin etkisiyle zamanla sorunlar oluşmaktadır. Oluşan sorunların çoğu, yapıların dış etkilere açık olan dış kabuklarında meydana gelmektedir. Kapladığı alanın fazlalığı bakımıyla yapı kabuğunun en önemli elemanı olan dış duvarlar ise yapı üzerinde sorun oluşturabilecek dış etkilere karşı kendi bünyesini oluşturan dış kaplamaları ile karşı koyarlar.

Günümüzde, teknoloji ve malzeme bilimi gelişiminin sağladığı olanaklarla çeşitlilik gösteren dış cephe kaplamaları; karıştırılarak hazırlanan kaplamalar, blok kaplamalar, plak kaplamalar ve levha kaplamalar olarak sınıflandırılmaktadır. Doğada bulunan geniş stoğunun malzeme bilimiyle geliştirilip, yapı alanına kazandırılan metaller de, levha olanaklarının verdiği biçimlerle cephe kaplaması olarak kullanılmaktadır. Ülkemizde tanınan ve uygulanan alüminyum, bakır, çinko ve gelişmiş ülkelerde yeni yeni kullanıldığı bilinen paslanmaz çelik, titanyum gibi türleri ile ele alınan metal esaslı cephe kaplamaları, tüm cephe kaplamalarını etkileyerek sorun oluşturacak etmenlerden çeşitli şekillerde etkilenmektedir.

Yapının dış etmenlere açık dış yüzü olarak cephe kaplamaları üzerinde oluşacak sorunlar; malzeme özelliklerinin bilinmemesi, tasarım, uygulama ve kullanımda yapılan hatalar ve yine kullanım sürecinde karşılaşılan atmosferik, ses, yükler kuvvetler, katı zararlılar-biyolojik varlıklar ve yangın gibi dış etmenler nedeniyle oluşmaktadır. Metal türleri ile oluşturulmuş cephe kaplamalarına da olumsuz olarak etki eden bu sorunlara karşı önlem alınmadığı takdirde öncelikle farklı şekillerde gerçekleşen ve metal malzeme için önemli bir tehdit olan korozyon sorunu oluşacaktır. Aynı zamanda, metal kaplamaların taşıyıcılarında, duvarlarda ve zamanla yapı bütününe etkileyecek diğer sorunlar oluşacaktır.

Bu çalışmada, metal türleri ile oluşturulan cephe kaplamalarının tam olarak tanınmaması ve bu nedenle, çeşitli etmenlerin etkisiyle oluşacak sorunların bilinmemesi problem olarak tanımlanmıştır.

1.2 Amaç

Malzeme bilimi ve teknolojinin gelişmesi, yapıda kullanılan ürün seçeneklerini de artırmıştır. Artan seçenekler, tasarımcıların ürünleri tanımasını ve doğru ürünü seçmelerini zorlaştırmaktadır. Yanlış ürün seçimi ise ürünlerin kendilerinden beklenen performansı gösteremeyerek kısa sürede bozulmalarına yol açabilmektedir.

Bu çalışmada, metal esaslı cephe kaplamalar üzerinde sorun oluşturan kaynakların, oluşan sorunların ve oluşacak sorunlara karşı alınabilecek önlemlerin ortaya çıkarılması amaçlanmaktadır. Kaplama malzemesi olarak kullanılan metal türlerinin özelliklerine ve etki eden etmenlerin türüne göre oluşan sorunlar irdelenerek, doğru ürün seçilmesi ve böylece performans düzeyinin artırılması istenmiştir. Çalışmada ayrıca, metal esaslı cephe kaplama malzemeleri tanıtılarak, ürün seçimi için tasarımcıya ve bu malzemelerin kullanımında da yapılacak bakım-temizlik işlemleri için kullanıcıya yardımcı olunması amaçlanmıştır.

Metal esaslı cephe kaplamalarının seçiminde, ortam koşulları dikkate alınarak yapılacak ön araştırmalar, doğru kaplama türü seçimini ve oluşabilecek sorunların önlenmesini sağlayacaktır.

1.3 Kapsam

Bu çalışma, metal esaslı cephe kaplamalarının özellikleri ve cephe kaplamalarına etki eden etmenler doğrultusunda, metal esaslı cephe kaplamalarında oluşabilecek sorunların incelenmesi ile sınırlandırılmıştır. Yüzey oluşumunda levha formu temel alınarak, panel duvar ve giydirme cephelerde kullanılan formlarına levha biçimlenme şekli olarak değinilmiş, anlatımda biçimlenme ayrıntılarına çok fazla girilmemiştir.

1.4 Yöntem

Bu çalışmada ilk olarak, metal esaslı cephe kaplamalarının yaygın olarak kullanılan ve kullanımı yaygınlaşmakta olan türleri ile ilgili geniş kapsamlı kaynak araştırması yapılmıştır. Bu araştırmaya ek olarak, cephe kaplaması olarak kullanılan metal türlerinin saptanması için, yapı katalogları, firma katalogları ve konu ile ilgili çeşitli internet sayfaları incelenmiştir. Daha sonra cephe kaplamalarına olumsuz olarak etki eden etmenlerle ilgili kaynak araştırması yapıldıktan sonra, metal cephe yüzeylerinde oluşan sorunların fotoğrafları çekilmiştir.

Çalışmanın birinci bölümünde, problem tanımlanmış, çalışmanın amacı, kapsamı ve yöntemi belirlenmiştir.

İkinci bölümde, yapı kabuğunun önemli bir elemanı olan dış duvarlar gelişimi ve kendisini oluşturan katmanları ile ele alınmış, cephe kaplamaları ve türleri kısaca anlatılmıştır.

Üçüncü bölümde, öncelikle metal yapı malzemesinin genel özellikleri tanımlanmış, daha sonra metallerin cephe kaplaması olarak kullanımlarındaki genel özellikleri, biçimlenmeleri, uygulama yöntemleri ile cephe kaplaması olarak kullanılan metal türleri çeşitli özellikleri ile anlatılmıştır.

Dördüncü bölümde, cephe kaplamaları üzerinde sorunları oluşturacak etmenler açıklanmış, bu etmenlere bağlı olarak metal esaslı cephe kaplamalarında oluşan sorunlar ve bunlara karşı alınabilecek önlemler belirtilmiştir. Daha sonra, metallerin kendi özelliklerinden kaynaklanan ve diğer sorunların da kaynak olduğu korozyon sorunu tanımlanarak, türleri ve önlemleri ile anlatılmıştır.

Beşinci bölümde ise metal esaslı cephe kaplamalarında oluşan sorunlar ve önlemleri özetlenmiş ve konu üzerine metal türleri ile ilişkili olarak çizelgelerle değerlendirmeler yapılmıştır.

Çalışmanın ek bölümünde ise konu ile ilgili terimler sözlüğü ve tez içinde bahsi geçen ancak kapsama alınmayan birtakım konular, araştırmacılara kaynak olması açısından verilmiştir.



2. DIŞ DUVAR ve CEPHE KAPLAMALARI

İnsan yaşamının sürdürüldüğü yapılar, yapı bütünü ve insan yaşamını dışarıdan gelebilecek zararlı etkilerden korumak amacıyla bir kabukla örtülmektedir. Bu kabuk, yapı içi ve doğal çevre arasında bir kesit oluşturarak, yapı iç ortamını istenilen konforda tutan, yapı çatısı ve dış duvarlarıdır (Şensoy, 1995).

Kapladığı alan ve işlevlerinin fazlalığı bakımından yapı için önemli bir yere sahip olan dış duvarların dayanımlı olması, yapı ömrünün uzamasını sağlayan etkenler arasındadır. Dış duvarlar, üzerlerine gelecek etkilere karşı kendileri ile uyum sağlayacak nitelikte seçilmiş kaplamalar ile korunarak dayanım göstermektedir.

Dış kaplama ile duvarın diğer katmanları arasındaki etkileşim nedeniyle sorunlar oluşmaması için, kaplama ve duvar malzemelerinin, nitelikleri belirli ve uyumlu olması gerekmektedir.

2.1 Dış Duvar

Yapının tanımlanması sağlayan ve onu koruyan dış duvarlar, yapı kabuğunda yüzey alanı bakımından en fazla orana sahip olan yapı elemanlarıdır. Doğal-dış çevre ile yapı iç ortamını birbirinden ayıran, düşey, eğik ya da eğrisel yapı yüzeyleri olarak bilinen dış duvarlar, dış etmenlerden en fazla etkilenen yapı kabuğu bölümüdür.

Yapım tekniği ve malzemesi ayırt edilmeden, dış duvarlardan karşılaması beklenen görevler çok çeşitlidir. Bu görevler;

- Bölücü eleman olarak iç ve dış ortamı birbirinden ayırmak,
- Koruyucu eleman olarak, çevresel, iklimsel ve diğer istenmeyen unsurlardan yapıyı korumak,
- Güneş, ses, sıcaklık, nem, hava hareketini istenen ölçülerde yapı içine geçirerek, içsel iklimlendirmeyi sağlamak,
- Taşıyıcı olduğu durumlarda, üzerine gelen yükleri taşıyarak, döşeme ve çatı strüktürüne destek olmak, taşıyıcı olmadığı durumlarda ise sadece kendini taşımak,
- Yapıyı tanımlayan yüzey olarak estetik değerlere cevap verebilmek,
- Ekonomik ve dayanıklı olmak şeklinde sıralanabilir.

İçinde bulunduğumuz yüzyılda siyasi, ekonomik, ticari ve endüstri alanlarındaki çeşitli hareketlenmeler, inşaat sektörüne de yansımıştır. Özellikle sanayi ve ticaret merkezlerinde arsa ölçülerinin yetersiz kalışı ve bu nedenle fiyatlarının artışı, yapılaşmayı, zeminde az alana oturan fakat fazla kullanım alanı oluşturan çok katlı yapılara yöneltmiştir. Yapı içindeki

kullanım alanını artırma isteği, dış duvarların da inceltilmesine neden olmuştur. Bu nedenle, dış duvarlar zamanla taşıyıcı - koruyucu işlevinin, taşıyıcılık kısmından sıyrılıp özellikle koruyuculuk görevini yerine getirmek üzere, dolgu elemanı olarak inceltilme yoluna gidilmiştir.

Daha önceleri yığma yapımda oldukça kalın yapılan dış duvarların kalınlığı, İkinci Dünya Savaşı sonrası, koşulların geliştirdiği betonarme yapımla azalmıştır. Duvarların inceltmesi de yeni yapı malzemelerinin duvar oluşumunda yer almasına neden olmuştur.

Dış duvar kalınlığının inceltilmesi yapı içinde genişlemeye olanak sağlarken, daha önceleri doğal olarak sağlanan koruma ve iklimlendirme görevlerinin aksamasına yol açmıştır. Ayrıca bu durum duvarlarda, ısı, su ve nem gibi etmenlerden dolayı oluşan yapı fiziki sorunlarının da başlamasına neden olmuştur. Oluşan sorunlar ise dış duvarın niteliğini bozarak kusurlar oluşmasına ve karşılaması gereken görevlerini tam olarak yerine getirememesine yol açmıştır.

Niteliği bozularak, görevlerini yerine getiremeyen kusurlu dış duvarlar;

- Yapı bütününe bozulmasına ve çeşitli nitelikte sorunların oluşmasına,
- Yapının kullanım süresince enerji tüketimi artımına,
- Yapıyı kullananların sağlıklarının etkilenmesine,
- Estetik çevre kirliliği oluşturulmasına,
- Onarımları için malzeme ve iş gücü harcanmasına,
- Yapının uzun bir dönem hizmet dışı kalmasına neden olmaktadır (Yolsal, 2003).

Dış duvarlar, geleneksel teknik ve malzemelerle ya da hazır elemanlarla oluşturulan duvarlar olarak, yapımların sistemleri ve malzemeleri doğrultusunda ele alındığında, yapımlar ve malzeme çeşitliliklerinin arttığı görülmektedir.

Geleneksel teknik ve malzemelerle oluşturulan dış duvarlar;

- Yığma yapımda, kütle halinde inşa edilen taşıyıcı duvarlar,
- İskelet veya çerçeve yapımda, dolgu görevi üstlenen taşıyıcı olmayan duvarlar olarak iki ana ilkeyle oluşturulmaktadır (Stulz ve Mukerji, 1988).

Bu ilkelerde de belirtildiği üzere dış duvarlar, yapı sistemi içinde yapının çeşitli yüklerini taşıyan, onları temel, toprak gibi diğer elemanlara aktaran strüktürel elemanlar olabilecekleri gibi, taşıyıcı olmayıp sadece kendisini taşıyan elemanlar da olabilmektedir (Özbilen, 1967).

Yerinde, geleneksel teknik ve malzemelerle oluşturulan dış duvarlardan taşıyıcı olanlar, taş, toprak, tuğla, beton gibi kendi ağırlıkları ile döşeme ve çatıyı tutan, basınç dayanımı yüksek

malzemelerle oluşturulmaktadır. Taşıyıcı olmayan duvarlar ise, iskelet yapım taşıyıcı sistem boşluklarını dolduran, tuğla, gaz beton gibi hafif malzemelerle veya hazır duvar elemanları ile oluşturulmaktadır (Stulz ve Mukerji, 1988).

Günümüzde yaygınlaşan uygulamalarıyla dış duvar oluşumu, yeni malzemelerin de kullanımıyla, kendi içinde çözülmüş hazır bileşenler şeklinde oluşturulmuş elemanlar olarak da karşımıza çıkmaktadır.

Yapım tekniği ve malzemeleri ayırt edilmeksizin bir dış duvar, içten ve dıştan gelecek tüm etkilere karşı, kendisini oluşturan katmanların niteliklerinden oluşan ortak bir davranış ortaya koyacaktır (Kafesçioğlu, 1984). Her katmanın görevini yerine getirecek şekilde duvar kesiti içinde yer alması ile duvarlarda oluşabilecek sorunlara engel olunabilir.

2.2 Dış Duvar Katmanları

Dış duvarın, kendisinden beklenen yapıyı koruma görevini yerine getirebilmesi için, öncelikle dış ve iç etmenlere karşı kendi gövdesini koruması gerekmektedir. İç etmenlere karşı içerden yapılan kaplama, dış etmenlere karşı da dışarıdan yapılan dış kaplama ile dış duvarın korunması sağlanacaktır.

Koşulların gerektirdiği bazı durumlarda, birtakım etmenlere karşı özel olarak hazırlanan ve uygulanan ek katmanlar da bulunabilmektedir. Isı kaybını önleyecek ısı yalıtım katmanı, yoğunlaşma ve su buharı difüzyonuna karşı buhar kesici katmanlar vb. katmanlar, dış duvarın ana katmanları ile birlikte duvar kesiti içinde yer almaktadır. Bu katmanların kesit içindeki yerlerinin doğru şekilde belirlenmemesi, malzemelerin performansını düşürmekle beraber uygulanan duvar bünyesinde de sorunlar oluşmasına yol açabilmektedir (Yolsal, 2003). Dış duvarda sorun oluşması ise yapı bütününe etkileyecek sorunlara yol açacaktır.

Teknoloji ve malzeme bilimi gelişiminin sağladığı olanaklarla üretilen yeni yapı malzemeleri ile çok katmanlı dış duvar uygulamalarının dışında tek katmanlı duvar uygulamaları da yapılabilmektedir. Bu şekilde, dış duvarın niteliklerinin tümünü karşılayarak, üzerine düşen görevleri tek başına yerine getirecek nitelikte bir malzemenin kullanılacağı duvarlarda oluşacak sorunların önlenmesi ise zordur (Yolsal, 2003). Tünel kalıp sistemiyle yapılan prekast elemanların oluşturduğu duvarlar ve bunlar üzerinde yaşanan sorunlar buna örnek olarak gösterilebilir.

Dış duvarlar, özel durumlar dışında genel olarak üç ana katmandan oluşmaktadır. Bu katmanlar;

- İç kaplama,
- Duvar gövdesi–çekirdek ve
- Dış kaplamadır.

Oluşturulan duvar bileşiminde, duvar gövdesi çeşitli nedenlerle önceden belirlenmişse buna uygun bir dış kaplama seçilecektir, karakteri önceden belirlenmiş bir dış kaplama seçilmiş ise bununla uyum sağlayabilecek nitelikte bir gövde oluşturulacaktır. Nitelikleri bilinmeyen herhangi bir kaplamayı, herhangi bir duvar yüzeyine kaplayarak başarılı bir uygulama elde etme olasılığı yoktur (Kafesçioğlu, 1984).

Dış duvar oluşumu içinde her katmanın, bulunduğu konuma göre yerine getirmesi gereken belirli görevleri vardır. Bu katmanların nitelikleri toplamı, dış duvarın niteliğini ortaya koyacağından, her katmanın görevini tam olarak yerine getirmesi gerekmektedir. Eksik, hatalı veya bilinçsizce yapılan uygulamalar, duvarın niteliğini bozacak ve dolayısı ile yapı bütünü tehdit edecek sorunlar oluşturacaktır. Bu nedenle duvar katmanlarının görevlerinin önceden belirlenip, malzemelerin bu doğrultuda seçilmesi gerekmektedir.

2.2.1 İç kaplama ve görevleri

İç kaplamalar, duvar gövdesini iç ortamdan gelebilecek etkilerden korumakla birlikte, görsel ve iklimsel konfor beklentilerine cevap verebilecek nitelikteki kaplamalardır. Yapının işlevine bağlı olarak seçilirler ve estetik amaçlı olarak da kullanılabilirler.

İç kaplamalardan yerine getirmesi beklenen görevler;

- İç ortamın işlevine uygun olmak,
- Gelebilecek darbe ve çarpmalara karşı dayanıklı olmak,
- Ortamda bulunan nemi duvar gövdesine geçirmemek,
- Ses yalıtımı sağlamak,
- Yangına karşı dayanımlı olmak,
- Kolay temizlenebilmek,
- Onarımı kolay ve onarım maliyeti düşük olmak şeklindedir.

2.2.2 Duvar gövdesi (çekirdek) ve görevleri

Duvarın şeklini veren ve taşıyıcı da olabilen kısmına ‘çekirdek’ denilmektedir. Bu bölüm en önemli duvar katmanıdır ve duvarda oluşabilecek onarımı zor, kalıcı sorunlar bu katmanda meydana gelmektedir. Duvar gövdesini oluşturacak malzemenin seçimi, tasarım başında, gereksinmelere bağlı olarak belirlenmiş, nitelikleri karşılayan malzemelerden yapılmalıdır. Duvar için doğru malzeme seçimi, malzemelerin özelliklerinin bilinmesini gerektirmektedir.

Duvar gövdesinden beklenen görevler;

- Yapı içi ile dış ortamı birbirinden ayırmak,
- Taşıyıcı olma durumunda üzerine gelen yükleri karşılayabilmek,
- Isı kayıplarını önlemek ve ısı biriktirici olmak,
- Yangına karşı dayanıklı olmak,
- Dış gürültülere karşı ses yalıtımı sağlamaktır (Yolsal, 2003).

2.2.3 Dış kaplama ve görevleri

Dış kaplamalar, dış duvarın ve dolayısı ile yapının, dış çevreden gelerek sorun oluşturabilecek her türlü etmene karşı açık olan yüzeylerini oluşturmaktadır. Bu nedenle, başarılı bir yapı koruması, öncelikle dış duvarın kendisinin korunmasını gerektirmektedir. Dış duvarın korunması ise doğru şekilde seçilmiş, uygulanmış ve korunmuş bir dış kaplama ile gerçekleşecektir.

Gereksinmeler ve teknolojik gelişmeler nedeniyle duvar kalınlıklarının incelenmesi, sorunların daha hızlı oluşmasına neden olmaktadır. Bu nedenle, sorunların önemli bir bölümünü oluşturan dış etmenlere doğrudan açık olan dış kaplamalar, duvar bütünü açısından büyük önem taşımaktadır.

Dış kaplamaların yerine getirmesi gereken görevleri;

- Duvar gövdesini korumak,
- Zararlı güneş ışınlarından bozulmamak-renk atmamak,
- Sıcaklık değişimlerinden bozulmamak-genleşmeyi kontrol,
- Zarar verici toz, bitki ve mikroorganizmalardan etkilenmemek,
- Zararlı gaz ve asitlerden etkilenmemek,
- Yağmur sularını kaydırmak ve içeriye sızdırmamak,
- Don etkisiyle bozulmamak,
- Rüzgarla girebilecek yağmur suyunu geçirmemek,
- Kolay kirlenmemek, kolay temizlenmek ve gözü rahatsız etmemek,
- Yatay kuvvetlere (deprem, rüzgar) karşı dayanımlı olmak,
- Yangına karşı dayanımlı olmak,
- Onarımı kolay ve maliyeti düşük olmaktır (Arıoğlu, 1995).

Yapı fiziğiyle doğrudan ilgili görevleri dışında, dış kaplamalardan, yapının görünen yüzünü oluşturmaları nedeniyle, renk ve doku özellikleri ve biçim olanaklarıyla birlikte estetik yönden de yapıyı tanımlayıcı nitelikleri sağlamaları beklenmektedir.

2.3 Ceph  Kaplamaları

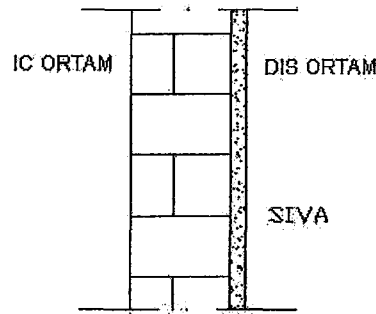
Yapının, düşey d ş yüzeyleri olan cepheler, d ş duvar kaplamaları ve dolayısı ile cephe kaplamaları ile öncelikle yapıyı tanımlayıcı nitelik sağlamaktadır. Ana görevleri duvar gövdesini ve yapıyı korumak,  evre koşullarına dayanım göstermek ve estetik beklentilere cevap verebilmek olan cephe kaplamalarının başarılı olabilmesi için, tasarım aşamasında doğru malzeme seçmek, uygulamada hata yapmamak ve kullanım sürecinde bakım-temizlik işlemlerini doğru ve periyodik olarak yerine getirmek gerekmektedir.

D ş cephe kaplama malzemeleri, günümüzde malzeme biliminin sunduğu olanaklarla çeşitlilik göstermektedir. Çeşitli şekillerde sınıflandırılabilen d ş cephe kaplamaları, malzeme türlerine ve kalınlıklarına göre ele alındığında, genel olarak, dört ana grup halinde sınıflandırılmaktadır (T z, 1996):

- Karı tırılarak hazırlanan kaplamalar
- Blok kaplamalar
- Plak kaplamalar
- Levha kaplamalar

2.3.1 Karı tırılarak hazırlanan kaplamalar

Yığma duvar ya da iskelet yapıdaki duvar elemanları üzerine, doğrudan çekirdeğin d ş yüzeyine sürülerek ya da püskürtülerek uygulanan karışım halindeki kaplamalardır. Günümüzde halen yaygın olarak kullanılan bu kaplamalar,  imento ya da plastik esaslı bağlayıcılarla hazırlanan sıvalar ve d ş yüzey boyalarını kapsamaktadır.



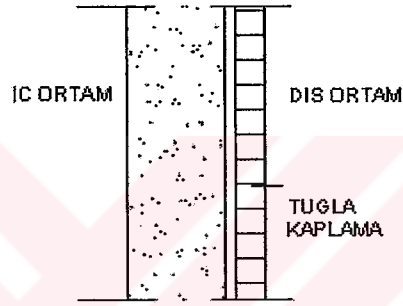
Şekil 2.1 Karı tırılarak hazırlanan kaplama uygulanmış duvar kesiti

Sıva i lerinde yapılacak olan herhangi bir hatalı uygulama, duvar gövdesinin dayanımını kaybedip, görevini yerine getirememesine ve sonrasında da duvar iç katmanlarının hasar görmesine neden olacaktır. Ayrıca bu tür sıva uygulamaları, yapım esnasında yapı cephelerinde iskelelerin kurulmasını gerektireceğinden, maliyetlerde de artışlar meydana gelmektedir (G  er, 1997).

2.3.2 Blok kaplamalar

Blok duvar kaplamaları, diğer kaplama türlerinden farklı olarak, kalınlığı fazla olan taş ve tuğla gibi kaplama türlerinden oluşmaktadır. Bunlar içinde en uygun olanları doğal taş ve prese tuğla şeklindeki blok kaplamalardır.

Blok kaplamalar daha çok yığma yapılarda uygulanan kaplama türleridir. Ağırılıklarının fazla olması nedeniyle betonarme iskeletli yapılarda uygulanması çok yaygın değildir. İskelet strüktürlerdeki yapılarda uygulanabilmeleri için kendi taşıyıcı konstrüksiyonlarının oluşturulması gerekmektedir. Blok kaplamalar, çekirdek duvar üzerine duvarla birlikte örülerek veya duvar çekirdeği üzerine harç ve kenetle tespit edilerek uygulanmaktadır (Tüz, 1996).



Şekil 2.2 Blok kaplama uygulanmış duvar kesiti

2.3.3 Plak kaplamalar

Plak kaplamalar, doğal ve yapay taş, seramik gibi malzemelerin kullanıldığı, yığma, betonarme ve çelik sistemli yapı cephelerinde uygulanabilen dış cephe kaplamalarıdır.

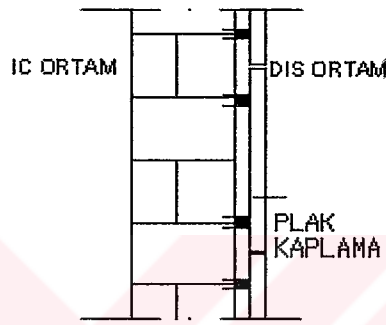
Boyutları 30x50 cm.'yi geçmeyen plak halindeki rijit duvar kaplamaları, bir yapıştırıcı harç tabakasıyla çekirdek üzerine doğrudan tespit edilebileceği gibi, çekirdek yüzeyine uygulanmış sıvanın üzerine de yapıştırılabilmektedir [3].

Duvar kaplamalarının yerinden ayrılarak düşmesi olasılığına karşı arka yüzlerinin harçla aderans artırıcı şekilde yivli ya da dişli olarak üretilmiş olması gerekmektedir. Yoğun ve su emmeyen taşların harç ile tespiti sakıncalı olacağından harcın yanı sıra yardımcı tespit araçları da kullanılmalıdır [3].

Plak kaplamaların, duvarın çekirdek yüzeyine, iyi bir şekilde yapışmasını sağlayabilmek için pürüzlü olarak bırakılacak kaba sıva uygulaması yapılmaktadır. Plak kaplamalar, pürüzlü yüzey üzerine, çimentoca zengin bir tespit harcı yardımı ile gerekli miktarda metal kenet kullanılarak uygulanmaktadır.

Belirli boyutlardaki mozaik kaplamalar da plak kaplama kapsamında ele alınmaktadır. Bu mozaik kaplamalar seramik, cam ve taş kökenli olabilmektedir. Bunların uygulanması düzgün bir kaba sıva yüzeyi üzerine çimento hamuru ile yapılmaktadır. Mozaik parçalarını bir arada tutan kağıt, uygulama aşamasında ıslatılıp çıkarılarak kaplama işi bitirilir. Tamamlama işlemleri sonucunda kaplama yapılmış olmaktadır (Tüz, 1996).

Plak kaplamalar kapsamında sadece kenet sistemiyle tespit edilen doğal ve yapay taş plaklar da vardır. Düşey plak kaplamaların derzleri, plakaların genleşmesine olanak verecek rijitlikte bir derz dolgu malzemesiyle doldurulmaktadır [3].



Şekil 2.3 Plak kaplama uygulanmış duvar kesiti

2.3.4 Levha kaplamalar

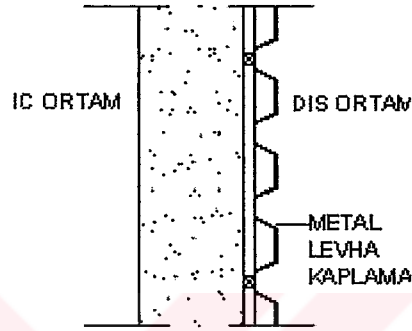
Levha kaplamalar, kalınlığı az olan metal, plastik, asbestli çimento, cam gibi malzemelerden oluşturulan kaplamalardır. Bu tür kaplamaların duvara uygulanmaları için duvar yüzeyinde metal ya da ahşap bir taşıyıcı konstrüksiyonun bulunması gerekmektedir. Bu taşıyıcı konstrüksiyon, duvarda bırakılan bir kenet sistemi veya duvar yüzeyinde oluşturulan ızgara sistemi şeklinde oluşturulmaktadır.

Levha kaplamaların yapı cephesine uygulanması iki farklı şekilde olmaktadır. Birincisi dış duvar veya parapet ile levha kaplama arasında bir hava boşluğu bırakılmasından oluşan soğuk duvar uygulamasıdır. İkincisi ise söz konusu levha kaplama ile duvar/parapet arasında herhangi bir hava boşluğunun bulunmadığı sıcak duvar uygulamasıdır. Oluşabilecek yapı fiziki sorunlarına karşı, soğuk duvar uygulaması diğerine göre daha çok uygulanmaktadır (Tüz, 1996).

Levha yapımına uygun malzemeler, yapıları gereği, blok ve plak kaplamalara göre, fiziksel çevre etkilerine karşı daha dayanımlıdır. Ancak bazı levhaların ısı iletkenliği, ses iletimi gibi değerlerinin düşük olması nedenleriyle projelendirme sırasında gerekli detaylar üretilmelidir (Afyon, 1984).

Levha kaplamaların birleşim noktalarında dışarıdan gelebilecek etkileri geçirmemesi için kullanılan kaplama malzemelerinin birbiriyle geçmeli olarak birleşimi yapılmakta ya da kaplama elemanları arasına özel elastik macun veya fitiller konularak bu sorun bindirmesiz (binisiz) olarak da çözülebilmektedir.

Biçim ve boyutsal çeşitliliğe göre levha kaplamalar; tabaka-rulo, oluklu-trapez ve çift kat boşluklu, kompozit levhalar ile yerinde yapım ya da hazır sandviç panolar olarak çeşitlilik göstermektedir (Afyon, 1984).



Şekil 2.4 Levha kaplama uygulanmış duvar kesiti

3. METAL ESASLI CEPHE KAPLAMALARI

Teknolojinin elverdiği ölçüde yapı sektörü içinde yaşanan gelişmeler, dış cephe kaplamalarına da çeşitlilik getirmiştir. Levha kaplamalar da, bu sektör içinde çeşitli seçenekleri ile yer almaktadır.

Geçmişten beri bilinen ve yapı içinde değişik yerlerde kullanılan metal ürünler de, gelişmelerin sağladığı olanaklar doğrultusunda, levha yapımında kullanılarak, yapı dış cephe kaplaması türleri içinde yer edinmiştir. Metallerin cephe kaplaması olarak başarılı bir şekilde kullanılması için öncelikle malzeme özelliklerinin bilinmesi gerekmektedir.

3.1 Metal Yapı Malzemesi

Metaller; taş, ahşap gibi doğal yapı malzemeleridir. Taş gibi sert ve dayanıklı oldukları kadar, ahşabın hafiflik ve kolayca şekillendirilebilme özelliğine de sahiptirler. Taş, cam ve tuğla zamanla ufalanıp parçalanmakta, ağaç çürüyerek organik haline dönmektedir. Metaller ise paslandıklarında ya da yararlılıkları yitirildiğinde onarılabilmekte veya özellikleri yenilenip değiştirilerek, yeni formlara sokulabilmektedir.

Kendi saf özellikleri yanında, daha iyi bir karakterde malzeme üretmek için, farklı metaller alaşım oluşturabilmekte veya bir metal üzerine başka bir metal kaplanabilmektedir. Böylece, biri güçsüz kaldığı zaman diğeri güçlü davranmakta veya biri korozyona uğradığında diğeri onu korumaktadır.

Medeniyetin gelişimiyle paralel olarak her devirde yeni bir metal keşfedilerek, yeni üretim yöntemleri ile özellikleri, dayanımları, bazen de birleşimleri geliştirilmektedir. Eskiden beri insanoğlu, saf özelliklerini koruyarak, yeni özellikler elde etmek için, bir metali diğeri bir metalle birleştirerek yeni bir metal üretmeye çalışmıştır. Alaşım alanındaki bu ilk denemeler, insanoğluna farklı karakterli yeni malzemelerin geliştirilmesini sağlayan çeşitli karışımları keşfettirmiştir. Bakıra düşük erime derecesinde kalay katılarak dökümlülüğün elde edilmesi, bu uygulamaların ilk denemelerindendir (Zahner, 1995).

Her metal eleman kullanılma yerinin gerektirdiği fiziki, kimyevi ve mekanik özelliklere sahip olmalıdır. Bugünkü teknolojik düzey, kullanılma yeri ve amacına daha uygun olacak mekanik ve fiziksel özelliklere sahip yeni metal alaşımlarını üretme olanağını bize kazandırmıştır. Bu olanak, metal malzemenin kullanım alanını da genişletmiştir. Çeşitli metal alaşımları, belirli fonksiyonları yüklenebilecek şekilde üretilmektedir (Afyon, 1984).

Metaller, uygun şekillendirme, birleştirme olanakları ve mekanik özellikleri sayesinde yapı alanında kullanılmaktadır. Farklı özellikleri ile yapının değişik uygulama alanlarına giren

metal türleri; demirli metaller olarak demir ve çelik, demirsiz metaller olarak alüminyum, bakır, kurşun, nikel, kalay, çinko, kadmiyum, krom, titanyumdur.

3.1.1 Metallerin Yapı Alanındaki Tarihsel Gelişimi

Kullanımının çok eski tarihlere dayandığı bilinen metal malzemenin yapı alanındaki ilk uygulama örneklerine M.Ö. 3000 yıllarında Mısırlılar tarafından yapılmış bakır borular ile rastlanmaktadır. Gerçek metal bilimi çalışmaları ise 1600 yılları civarında Fransız kimyageri Reaumur ile başlamıştır. 19. yüzyılda kendini gösteren endüstriyel üretimle metal sektöründe yaşanan gelişme, metallerin 20. yüzyıl başlarında yapı malzemesi olarak yaygın bir şekilde kullanılmaya başlamasına neden olmuştur. Metallerin, yapıya girmesinde yaşanan önemli tarihsel gelişim örnekleri şunlardır (Eriç, 2002):

1737'de Philadelphia'a, Pennsylvania'da Christ Church'e bakır çatı yapımı,

1740'da İngiltere' de pota yöntemi ile demir üretimi (Şekil 3.1),

1779 ve 1836'da Londra ve Bristol' de demir köprüler yapımı,

1851 fuarı için Hyde Park' da Mimar Sir J.Paxton tarafından dökme demir kullanılarak inşa edilen Christal Palace (Şekil 3.2),

1855'te Bessemer ve 1878'te Thomas'ın seri çelik üretimi sağlayacak metotları bulmaları sonucu dökme demirin yerini çeliğin alması,

1862'de, H.Labraute'un Paris Milli Kütüphanesini çelik karkas kullanarak yapması,

1886'da Fransız P.T. Heroult ve Amerikalı C.M. Hall'un alüminyum üretimini bulmaları,

1878–1889 Paris Fuarları için De Dion, G.Fiffel, Tottancin ve Dutert'in yapmış olduğu kapalı salonlar ve özellikle 1889'daki Eiffel Kulesi (Şekil 3.3),

1890'da Hennebique'in ilk betonarme prensibiyle beton içinde çeliğin kullanılması,

1893'de V. Horta'nın Brüksel'de dökme demir kullanarak yaptığı bir 'art nouveau' ev örneği,

1896'da Roma'da St. Joachim Kilisesi'nin çatı kaplamasında alüminyum kullanılışı,

1898'de Amerika'da gökdelenlerin başlangıcı, Chicago'da Sullivan'ın Gage Building yapısında çelik ve cam malzemenin beraber kullanılması (Şekil 3.4),

1920'de Mies Van Der Rohe'nin kafes kiriş ve çelik karkas sistemi ile gökdelenleri,

1929'da Grapius'un Fagus Fabrikaları ve Mies Van Der Rohe'nin Barselona'daki Alman Sergi Pavyonu,

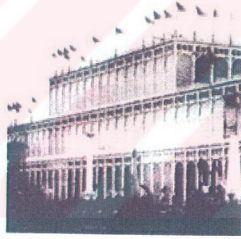
1939'da Clichy'de J.Prouve'nin Halkevi yapımında ilk defa kullanılan alüminyum cephe kaplamaları,

1968–1972 Behnisch-Partne'nin Münih Olimpiyat tesislerinde kullanılan alüminyum cephe kaplamaları (Şekil 3.5),

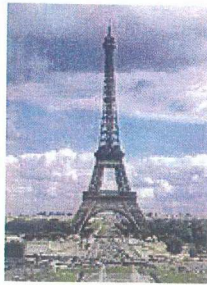
1971–77 de Renzo Piano ve Richard Rogers tarafından The Centre Pampidou'da paslanmaz çelik cephe kaplamaları kullanılmıştır (Şekil 3.6).



Şekil 3.1 Dökme demir köprü (Coal Brookdale) [9]



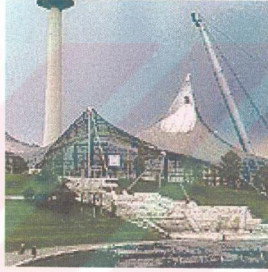
Şekil 3.2 Christal Palace [9]



Şekil 3.3 Eiffel Kulesi [9]



Şekil 3.4 Gage Building [9]



Şekil 3.5 Münih Olimpiyat Tesisleri [9]



Şekil 3.6 The Centre Pompidou [9]

Çeliğin, yapı taşıyıcı sisteminde gösterdiği başarı, metal endüstrisinin gelişimi için önemli bir adımdır. Daha sonraki adımlarda, bilinen metal türleri, malzeme biliminin katkıları ile özellikleri geliştirilerek, yapı alanına kazandırılmıştır. Titanyum bunu doğrulayacak en önemli örneklerden biridir.

3.1.2 Metal Malzeme Özellikleri

Metallerin yapıda doğru şekilde ve doğru yerlerde kullanılmaları, özelliklerinin bilinmesini gerektirmektedir. Özellikleri ise iç yapıları ile yakından ilişkilidir. Metallerin iç yapısını, serbest elektronlarla çevrili iyon-atomlardan meydana gelmiş bir kristal sistem oluşturmaktadır. Serbest veya sabit elektronlardan kurulu, homojen ve yoğun dokulu bu kristal sistem, metallerin ısı, ses ve elektriği iyi iletmelerini, ısısal genleşmelerinin yüksek, basınç ve çekme dayanımlarının eşdeğerde olmasını sağlamaktadır (Eriç, 2002).

Saf metallerin özelliklerinin yapıda kullanılacak nitelikte veya yeterlilikte olmaması nedeniyle, ergimiş haldeki iki ayrı metal karıştırılarak alaşımlar yapılmaktadır. Bütün iyon-atomların birbirinin aynı olduğu sistemlere saf metal, değişik bir orantı içinde başkalaşma haline de alaşım denilmektedir. Alaşımlarda, iki metalin atom özellikleri ile yeni kristaller oluşmaktadır (Kiper, 1992).

Saf metallerin belirli bir iç yapıları ve buna bağlı olarak da belirli özellikleri vardır. Bunların mekanik dayanımları düşük, iletkenlikleri yüksek ve korozyona dayanımları azdır. Saf metallerin iç yapıları, çeşitli etkenlerle değiştirilerek, özellikleri istenilen yönde geliştirilebilmektedir. Bir metal elemanın ana bileşimi değiştirilmeden de, plastik deformasyon (soğuk şekil değiştirme) veya ısısal işlemlerle (yeniden billurlaştırma, su verme) iç yapıları ve buna bağlı olarak da özellikleri değiştirilebilmektedir (Akman, 1980).

Isısal işlemlerle metale farklı özellikler kazandırılması, metal iç yapısını oluşturan atom bağları arasındaki mesafe farklılıklarının ve yerleşme şekillerinin değişmesi ile gerçekleşmektedir. Bu durum, aynı metalin çeşitli allotropik hallerini belirlemektedir ve mekanik ve fiziksel özelliklerinde de az çok farklılıklar ortaya çıkarmaktadır. Örneğin demir iç yapısı, ısı ve değişen karbon oranı ile üç farklı duruma girmektedir. $C \leq 0.2$ ise yumuşak demir, $0.2 < C \leq 1.7$ ise çelik, $1.7 < C \leq 5-6$ ise font adını almaktadır.

Isısal işlemlerle metalin erimesi yani katı halden sıvı hale dönüşmesi, kristal sistemin çözülüp dağılmasını sağlamaktadır. Bu olay metallere döküm, kaynak gibi şekillendirme ve birleştirme olanakları sağlamaktadır. Metale uygulanan mekanik etkiler ise, kristal sistemler arasında önce elastik ve plastik deformasyonları oluşturmakta, sonrada bu deformasyonların meydana getirdiği kayma alanı içinde, bu noktada, metalin kopmasına neden olmaktadır. Alaşımlarda ise, yabancı kristaller, sistemin kaymasına engel olduğundan, dayanım değerleri ve bazı diğer özellikleri saf metallere oranla daha yüksektir (Eriç, 2002).

Metal ve alaşımların, çevreleri ile kimyasal ve elektrokimyasal reaksiyonları sonucu zamanla bozulmaları, korozyon oluşumuna neden olmaktadır. Çeşitli şekillerde görülen korozyon

etkisine karşı, demir dayanıksız, bakır, alüminyum, çinko, paslanmaz çelik ve titanyum ise çeşitli ölçülerde dayanım göstermektedir. Metallerin, yapı içinde kullanımından önce, korozyon etkilerine karşı koruyucu önlemler alınması gerekmektedir.

3.1.3 Metallerin Üretimi, Şekillendirilmesi ve Birleştirilmesi

Doğada genellikle oksitli, kükürtlü ve karbonatlı cevherler halinde bulunan metallerin üretimleri, kavurma, redüksiyon, elektroliz işlemleriyle gerçekleştirilmektedir. Buradan üretilen metaller, haddeleme, pres basma, ekstrüzyon ve çekme gibi yöntemlerle tel, levha, profil veya külçe halinde piyasaya sevk edilmektedir (Eriç, 2002).

Metallerin üretiminde kullanılan işlemler;

- Kavurma işlemi, cevher metalin metalürjide kullanılan yüksek fırınlarda, yüksek ısı derecelerinde yakılmasıdır. Bunun sonucunda elde edilen ürün belli derecelerde yavaş soğumaya bırakılarak artık madde ve esas ürün elde edilmektedir (Eriç, 2002).
- Redüksiyon (indirgeme) işlemi, oksitli ürünün, oksidinin alınarak metalin serbest bırakılmasıdır (Hasol, 1998).
- Elektroliz (saflaştırma) işleminde, elektrik yardımıyla bileşik bir ürün ögelerine ayrılmaktadır. Doğru akımla esas ürün katotta birikmektedir, asit kökleri ve oksijen ise anotta açığa çıkmaktadır (Hasol, 1998).

Metallerin şekillendirilmesinde kullanılan işlemler:

- Haddeleme (çekme) işleminde metaller; tel, çubuk, levha, ya da profil haline getirilmek için, türlü boyut ve biçimde delikleri olan aletten (hadde) geçirilmektedir. Metaller bu deliklerden çekilerek şekillendirilmektedir. Haddeden geçirme; soğuk çekme ve demiri tavlayarak yapılan sıcak çekme şeklinde iki yolla olmaktadır (Hasol, 1998).
- Presleme, levhaya basınç uygulanarak ile deforme etmektir.
- Ekstrüzyon işleminde, metaller kalıptan çekilerek profil haline getirilmektedir.
- Katlama (bükme) işleminde, katlanan yüzeyler arasında belli bir açı olacak şekilde katlama yapılmaktadır, ancak yüzler tam olarak üst üste basmaz.

Metallerin katlama(bükme), presleme ve çekme(haddeleme) işlemleri, hafif bileşenlerin yapımında kullanılan şekil verme teknolojileridir. Ekstrüzyon, profiller elde edilmesine, presleme ise alt-bileşenler üretilmesine olanak vermektedir (Güner, 1991).

Metaller üretim yerinde şekillendirildikten sonra, isteğe bağlı olarak yüzeyler üretim bitiş şekline kalabildiği gibi çeşitli yüzey işlemleri de uygulanmaktadır. Yüzey işlemleri, koruma amaçlı ve görsel değerler nedeniyle yapılmaktadır.

Bitmiş metal parça ve elemanlar, birleşim özellikleri ve uygulama yerlerine göre, perçin, bulonlama gibi mekanik birleşimler ve yapıştırma, kaynak, lehim gibi ek yöntemler kullanılarak birleştirilmektedir.

Metal parçaların birleştirilmesinde kullanılan yöntemler;

- Perçin veya bulonlama işlemi; metal üzerine önceden açılan yuvalara dövme veya vidalama suretiyle çubuk şeklindeki metal elemanların geçirilmesi şeklinde yapılmaktadır.
- Kaynak işlemi; elektrik arkı, alüminyum ve demir tozu karışımı, saf oksijen ve asetilen karışımı kullanılarak metali eritmek ve basınçla birleştirmek şeklinde yapılmaktadır.
- Yapıştırma işlemi; hafif ağırlıklı malzeme veya düşük bağlama gücü gerektiren yerlerdeki uygulamalar için yapıştırıcı kullanılarak yapılmaktadır. Birçok yeni ve geliştirilmiş yapıştırıcı çeşitleri metaller için de kullanılmaktadır.
- Lehim işlemi; çinko ve kurşun gibi yumuşak metallerin birleştirilmesi için 1-3 kısım kurşun, 1-7 kısım çinko veya 1 kısım kalaydan oluşmaktadır (Eriç, 2002).

3.1.4 Metallerin Yapıda Kullanılma Şekli ve Yeri

Metaller yapıda, döküm ve şekillendirilmiş profil veya levhalar olarak kullanılmaktadır (Eriç, 2002).

- **Döküm metal:** Eritilmiş metal, dökülecek parçanın şekline göre daha önceden boşluğu hazırlanmış kum, alçı, kil veya çelik kalıplara dökülmektedir. Döküm için uygun olan metal türlerine; pik demir, pirinç ve bronz gibi bakır alaşımları, alüminyum bronzu gibi alüminyum alaşımları örnek gösterilebilir.
- **Şekillendirilmiş metal:** Metallerin şekillendirilmesi için kullanılan en eski yöntem yapı yerinde demirin ısıtılıp dövülerek istenilen şekle getirilmesidir. Ayrıca bakır, çinko, yumuşak demir, kurşun ve bazı alüminyum alaşımlarını yapı yerinde ısısal işleme gereksinme göstermeden şekillendirmek de mümkündür. Çelik gibi ısısal işleme ihtiyaç gösteren metallerin şekillendirilmeleri üretim yerinde haddeleme, presleme, ekstrüzyon, işlemleriyle yapılmaktadır (Eriç, 2002).

Metal malzemeler yapıda; taşıyıcı, kaplama, doğrama, tesisat ve ince yapı elemanları olarak kullanılmaktadır:

- **Taşıyıcı elemanlar:** Taşıyıcı eleman olarak yapıya giren metaller genellikle, çelik türleri ve alüminyumdur. Kafes kiriş, asma-germe ve çelik karkas sistemler olarak büyük açıklıkların geçilmesinde veya çok katlı yapılarda yer almakta ayrıca betonarme sistem

içinde çekme gerilmelerini karşılayacak normal betonarme demirleri veya önceden çekilerek dayanımı, nervürlü yüzeyi ile de aderans değeri yükseltilmiş nervürlü çelikler olarak kullanılmaktadır (Eriç, 2002).

- **Doğrama elemanları:** Demir, normal çelik, galvanizli çelik, corten çeliği, paslanmaz çelik türleri ve günümüzde daha çok alüminyumdan yapılmış doğrama elemanları kullanılmaktadır. Demir doğramalar projesine göre şantiyede veya atölyelerde, alüminyum ve çelik doğramalar ise kendi özel detaylarına göre doğrama fabrikalarında yaptırılabilenkte veya hazır olarak seçilip yerinde uygulatılabilmektedir. Demir doğramanın korunması ve bakım şartları çok daha zordur. Korozyon tehlikesine karşı devamlı boyanması gerekmektedir (Eriç, 2002).
- **Tesisat ve ince yapı malzemeleri:** Yapının temiz su, pis su ve ısıtma tesisatlarında kullanılan demir, bakır ve kurşun borular, musluk, radyatör gibi tesisat armatürleri, kilit ve doğrama aksamında yer alan alüminyum, paslanmaz çelik, bronz, pirinç ve demir malzemeler, vida ve çiviler, elektrik işlerinde kullanılan bakır teller, alüminyum güneş kırıcı ve storlar bu grupta yer almaktadır (Eriç, 2002).
- **Kaplama elemanları:** Galvanizli çelik, paslanmaz çelik, alüminyum, titanyum, bakır ve çinko ile oluşturulmuş levha türleri, yapıda çatı ve duvar kaplama malzemesi olarak kullanılmaktadır. Kaplama elemanlarının, birleşme detaylarında su geçirimsizlik sağlanması ve özellikle ısı geçirimsizlik ile genişlemesine karşı önlemler alınması gerekmektedir. Gelişmiş yapı sistemlerinde, yapı fiziği açısından her türlü önlemin alındığı paslanmaz çelik veya alüminyum hazır duvar elemanları, yapıda taşıyıcı sistem arasında veya üstüne (giydirme cephe) uygulanmaktadır (Eriç, 2002).

3.2 Metal Esaslı Cephe Kaplamaları

Malzeme özelliklerinin sağladığı olanaklar ile yapı alanına giren metaller; özellikle uygun şekillendirme, birleştirme ve görsel özellikleri sayesinde dış cephe kaplaması olarak da kullanılmaktadır.

Metallerin cephe kaplaması olarak oluşturulmasında daha çok levha formu ile elde edilen çeşitli biçimleri kullanılmaktadır. Metal cephe kaplamaları, tek parça levhalar, sandviç panolar ve kompozit levhalar olarak, biçimlenme türüne uygun şekilde yeni yapıların cephelerinde ya da eski yapıların yenileştirilmesinde kullanılabilmektedir.

Metal türlerinin farklılık gösteren özellikleri de, uygulama yapılacak yerle uyumlu olacak şekilde kaplama seçimine etki etmektedir. Cephe kaplaması olarak kullanılan metal türleri; alüminyum, bakır, çinko, çelik türleri ve titanyumdur.

Metal esaslı cephe kaplamaları, sağlayacakları olumlu özellikler, dikkate alınacak olumsuz özellikler, biçimlenme olanakları, uygulama yöntemleri ve metal türlerinin kendi özellikleri ve farklılıkları ile ele alınmıştır. Bu özellikler bilindiği ve tüm bunlara göre bilinçli tercihler yapıldığı takdirde başarılı bir cephe kaplaması sağlanacaktır.

3.2.1 Metal Esaslı Cephe Kaplamalarının Genel Özellikleri

Metal levhaların, dış cephe kaplaması olarak tercih edilmelerini sağlayabilecek genel olumlu özellikleri şunlardır:

- Bünye yapıları nedeniyle su ve nem geçirimsizdirler.
- Bakımları diğer kaplama malzemelerine oranla daha kolaydır ve yüzeylerinin düzgün olması nedeniyle daha az kir tutarlar, su ile kolayca temizlenirler.
- Eskiye parçaların yerine, yenilerinin monte edilme olanağı vardır.
- Tutuşabilir olmadıklarından, yangının ilerlemesine etki etmezler. Isı iletiminden dolayı yangını kendi yüzeylerine yayarak, dayanım düşmesiyle yok olurlar.
- Rüzgar tarafından oluşan dinamik etkilere, basınca, emmeye, titreşime ve aşındırmaya karşı mekanik dirence sahiptirler.
- Çok iyi radyasyon yansıtıcıdır.
- Araştırma enstitülerinde veya laboratuvar yapılarında radyoaktivitenin veya zararlı ışınların dışarı çıkmasını önlerler.
- Zararlı bitki ve hayvanların üremesine olanak vermezler.
- Yapım ve kullanım açısından da hafif olmaları nedeniyle inşaat alanına nakilleri ve montaj işleri kolay olur.
- Kırılgan olmamaları nedeniyle nakil ve yapım esnasında zarar azdır.
- Görsel değerler açısından da kullanıcıya geniş olanaklar sunarlar (Afyon, 1984).

Tüm bu olumlu özelliklerinin yanında, yine metallerin kendi özelliklerinden kaynaklanan ve uygulandığı yer ve detay doğrultusunda dikkate alınması gereken durumlar vardır. Bunlar:

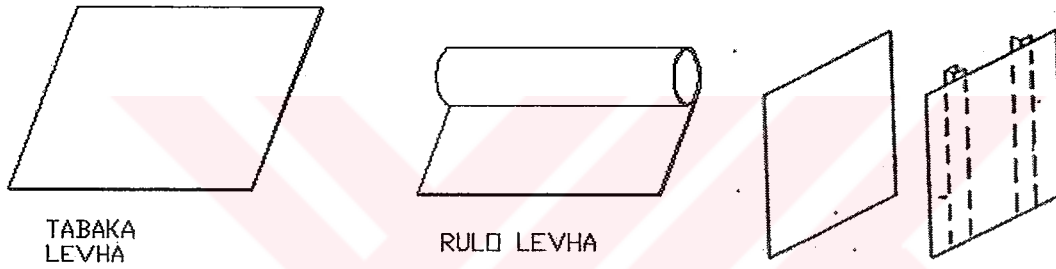
Metallerin ısı iletkenlik katsayılarının yüksek olması ve buhar geçirimsiz olmaları, genleşme-büzülme ve yoğunlaşma suyu sorunlarının oluşumu için etkindir. Ancak, metal levha kaplamalar için en büyük tehlike, farklı etmenlerin etkisiyle gerçekleşen korozyon oluşumudur. Tüm bu olumsuzluklar metallerin kendi türleri arasında farklı değerlerde oluşmaktadır.

Metal esaslı kaplamaların, yapı cephelerine uygulanmasından önce ve kullanım süreci içerisinde de, korozyon oluşumu ve diğer sakıncalı durumlara karşı önlem alınması gerekmektedir.

3.2.2 Metal Levha Biçimlenmesi

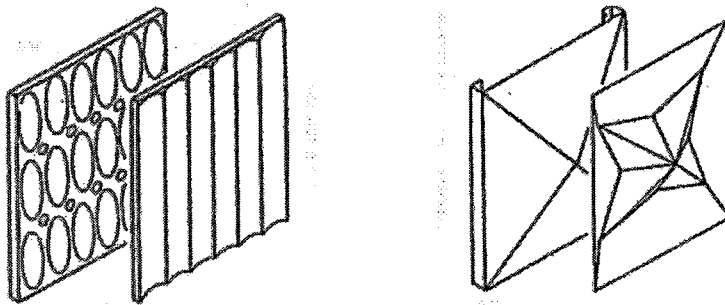
Metal levhaların üretim, yapıda kullanım ve tespit edilme şekillerine göre çeşitlilik gösteren biçimleri şu şekildedir:

- **Tabaka ve rulo halinde düz levhalar:** Standart enlerde üretilen levhalar tabaka olarak standart boylarda üretilirken, rulo levhaların istenilen boylarda üretilme olanağı vardır. Bu biçimlerde üretilmiş levhalar, kendilerini taşıyacak düzgün bir alt konstrüksiyon (kaplama tahtası veya düz bir duvar) üzerine tespit edilerek uygulanmaktadır. Yumuşak olmaları nedeniyle eğrisel dış duvarlar üzerine kolaylıkla uygulanabilmektedir. Ancak, karşılaşılabilecek yapı fiziki sorunları nedeniyle bu tür uygulamalar pek tercih edilmez. Tespitlerinde genleşme payları bırakılmasına dikkat edilmelidir. Birleşme noktalarında levhaların kıvrılması ile elde edilen derz alternatifleri sağlanmaktadır (Afyon, 1984).



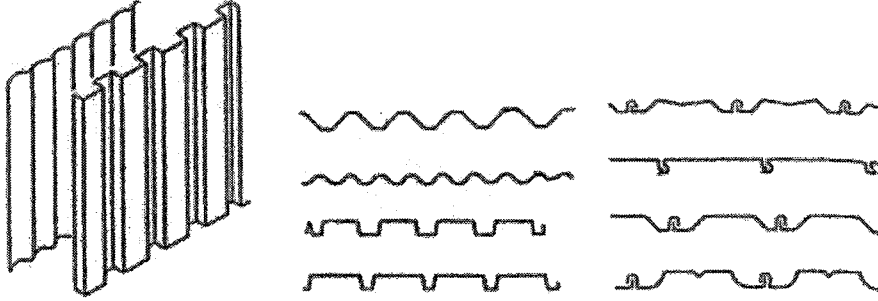
Şekil 3.7 Tabaka ve rulo levhalar (Cansun, O.)

- **Döküm levhalar:** Üretilirken döküm metodu ile standart en ve boylarda, istenilen kalıp özellikleri ile şekillendirilebilen levhalardır. Maliyet ve ağırlık açısından üst değerlerde olmaları nedeniyle kullanımları azdır.
- **Preste şekillendirilmiş levhalar:** Tabaka ve rulo olarak elde edilen levhalar, preste şekillendirilerek, istenilen yüzey görünümü ve dayanım artırımı sağlanabilmektedir. Ancak bu tür levhalar da, döküm levhalarda olduğu gibi maliyeti artıracağından kullanımları diğerlerine göre azdır.



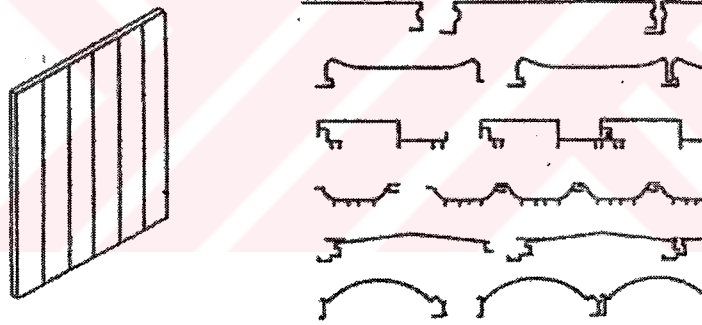
Şekil 3.8 Döküm ve preste şekillendirilmiş levhalar (Cansun, O.)

- **Oluklu ve trapez olarak katlanmış ve kıvrımlı levhalar:** Standart enlerde ve istenilen boylarda üretilmektedir. Kendi kendilerini taşıyabildiklerinden, alt konstrüksiyon gerektirmeksizin, belirli aralıklardaki ızgaralar üzerine uygulanabilirler. Bindirme derzlerinde en az bir oluk kullanılmasına dikkat edilmelidir.



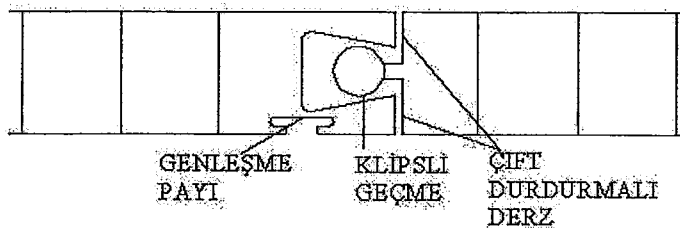
Şekil 3.9 Oluklu ve trapez levhalar (Cansun, O.)

- **Birleşik profiller:** Ekstrüzyon yöntemiyle elde edilen profillerin, geçmeli olarak birleştirilmesiyle oluşturulan metal cephe kaplamalarıdır.



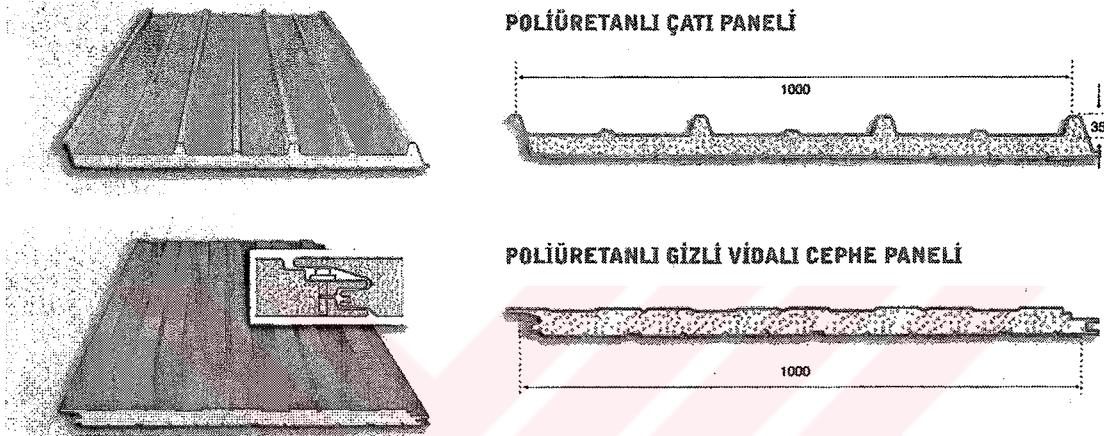
Şekil 3.10 Birleşik profiller (Cansun, O.)

- **Çift kat boşluklu levhalar:** Yerinde ve hazır olarak üretilmektedir. Çift kat olmaları ve aralarındaki destek parçaları nedeniyle daha fazla dayanım gösterirler. Aradaki havanın hareketsizliği sağlandığında, ısı ve ses yalıtım özelliği kazanılmaktadır.



Şekil 3.11 Çift kat boşluklu levha detayı (Afyon, 1984)

- **Sandviç panolar:** Daha çok hazır duvar elemanı olarak iskelet sistem boşluklarını doldurmakta kullanılan ve hazır panolar olarak da bilinen metal cephe elemanları, seri olarak üretilen metal türleri ile oluşturulmuş levhalar ve çeşitli bileşim elemanlarından oluşmaktadır. Düz veya trapez levhalar, cam yünü ve poliüretan gibi ara dolgu malzemeleri ile birlikte kullanılarak yerinde ve hazır olarak üretilabilmektedir. Bu tür panolar farklı nitelikte malzemelerin birlikte kullanılmasından dolayı kompozit elemanlar olarak da adlandırılmaktadır. Hazır duvar elemanları ile dayanıklılık ve koruyuculuk yönünden oldukça yüksek performans sağlanmaktadır.



Şekil 3.12 Sandviç panolar (Beş-Can Kataloğu)

- **Kompozit levhalar:** Sandviç panolarla sağlanan avantajları, daha az kalınlıkla çözmek üzere, levhaların yalıtım malzemesiyle yapıştırılmak suretiyle birlikte preslen geçirilerek, üretilmesiyle elde edilirler. Bu şekilde, dış kabukta 0,5 mm.lik iki metal levha ile arada değişen kalınlıklarda yalıtım malzemesi kullanılarak 3, 4, 6 ve 8 mm. kalınlıklarda kompozit levhalar elde edilme olanağı vardır. Sağır cephelerin kaplanmasında ve asma cephe uygulamalarında kullanılırlar.

Metal levha kaplamaların, tek parça olarak kullanımında, çeşitli etmenlerin etkisiyle yüzeylerinde oluşacak dalgalanmalar, mümkün olabilecek kalınlıkta levhalar kullanılarak (alüminyum levhalar için 3mm.) veya dalgalanmaları önleyecek oluklu, trapez gibi bükümlü formlarda levhalar kullanılarak önlenabilmektedir (Uzak, 1998).

Levhalarındaki dalgalanmayı önlemek amacıyla artırılan levha kalınlığı, maliyeti ve ağırlığı da arttırmaktadır. Preslenmiş tek parça, her yapı için pahalı bir kalıp gerektirdiğinden ancak büyük yapı yüzeyleri için ekonomik olmaktadır. Döküm ise ortalama 6-8 mm. kalınlıkta olabileceğinden çok ağır ve pahalı olmaktadır (Oktuğ, 1990).

Isı korunum ve buhar önleyici malzemelerle birlikte üretilen kompozit cephe kaplamaları,

ekonomiklik ve ağırlık açısından tek parça olarak kullanılan metal levha uygulamalarında karşılaşılan sorunlara çözüm getirmektedir.

Metal levha üretiminde, kimyasal, mekanik, daldırma ve püskürtme gibi çeşitli işlemlerle, dayanım kazandırma ve istenen yüzey görüntüsünü elde etme amacıyla levhalara çeşitli yüzey bitirme işlemleri de uygulanmaktadır. Bitirme işlemleri maliyetleri artıracığından isteğe bağlı olarak üretim bitişleri de kullanılabilmektedir (Zahner, 1995).

Çeşitli bitiş uygulamaları, uygulama yöntemleri ve uygulanabilecek metal türleri ile birlikte Çizelge 3.1’ de verilmiştir.

Çizelge 3.1 Çeşitli bitiş uygulamaları, uygulama yöntemleri ve uygulanabilecek metal türleri (Zahner, 1995)

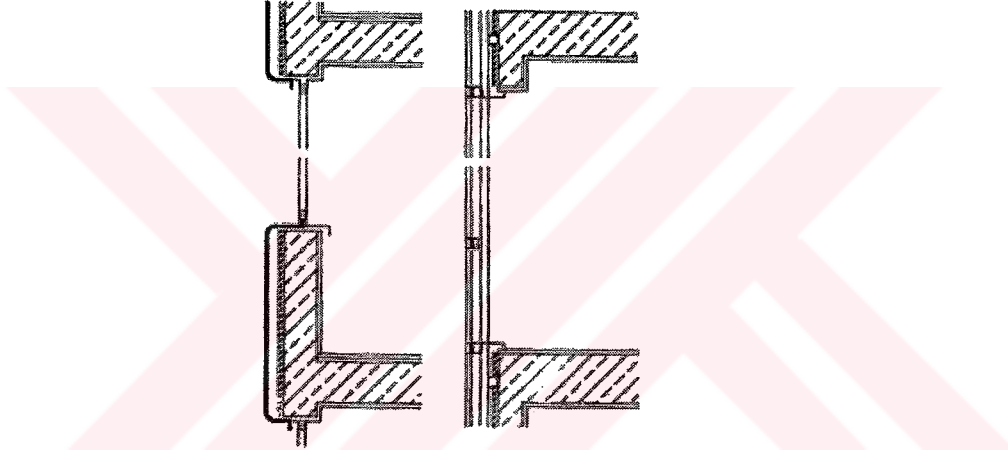
Bitiş tanımı	Uygulama yöntemi	Uygulanan metaller
Üretim bitişi	Mekanik	Tüm metaller
Saten bitişler	Mekanik	Kurşun, altın hariç tüm metaller
Kabartma bitişler	Mekanik	Tüm metaller
Ayna bitişler	Mekanik	Kurşun, altın hariç tüm metaller
Elektroliz ile cilalama	Kimyasal	Tüm metaller
Anodizing/anodlama	Kimyasal	Alüminyum
Alüminyum kaplama	Daldırma/püskürtme	Çelik ve alüminyum
Kurşun kaplama	Daldırma/saclama	Bakır ve çelik
Çinko kaplama	Daldırma/saclama	Çelik
Boya kaplama	Daldırma	Tüm metaller
El ile uygulanan saten bitişler	Mekanik	Tüm metaller
Perdahlama ve cilalama	Mekanik	Tüm metaller
Karışık tabakalar- (Interference film)	Kimyasal	Çelik, paslanmaz çelik, titanyum
Zorlama patinalama	Kimyasal	Bakır alaşımları, çinko, alüminyum
Seçmeli kaplama (Selective plating)	Kimyasal	Tüm metaller
Seçmeli bitişler (Selective finishing)	Mekanik	Tüm metaller

3.2.3 Metal Esaslı Cephe Kaplamaları Uygulama Yöntemleri

Metal cephe kaplamaları, levhaların statik görevlerine göre duvar kaplamaları ve hazır duvar elemanları olarak yapı yüzeyine uygulanmaktadır.

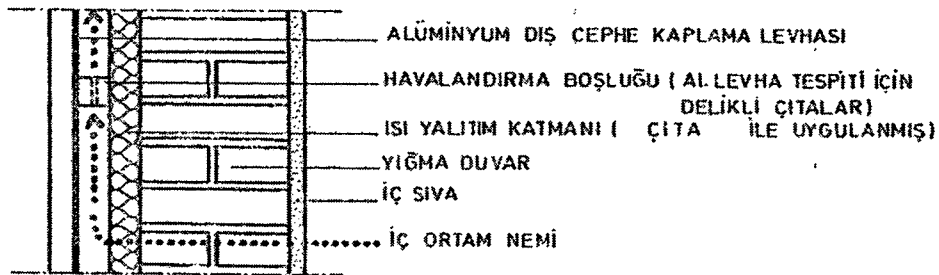
Metal levha türleri ile oluşturulan cephe kaplamaları, levha türlerinin verdiği konstrüksiyon olanaklarına göre,

- Yığma ve iskelet konstrüksiyonlu yapılarda geleneksel malzemelerle oluşturulmuş duvar yüzeyine, ayrıca iskeletin bir veya iki yüzü üzerine kaplama olarak,
- İskelet konstrüksiyonlu yapılarda betonarme veya çelik taşıyıcı sistemin kiriş ve kolonları arasındaki boşlukları dolduran veya taşıyıcı sisteme asılan (giydirme cephe), hazır duvar elemanları olarak uygulanabilmektedir.



Şekil 3.13 Duvar kaplaması ve asma cephe elemanı olarak metal cephe düzenleri (Oktuğ, 1990)

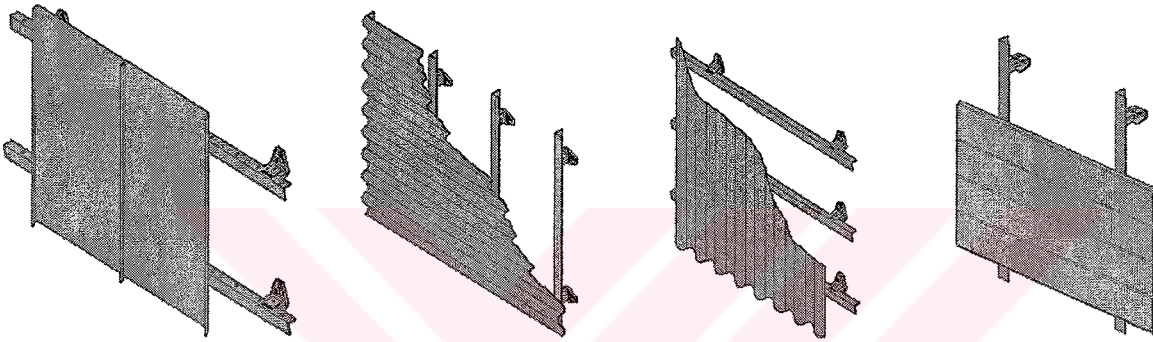
Metal levha kaplamalar, duvar yüzeyi ile metal levha arasında boşluk bırakılarak, arkaları havalandırılacak biçimde uygulanmaktadır. Bu uygulama ile metallerin buhar geçirimsizlik özelliğinden dolayı oluşacak buharlaşma suyunun dışarı atılması da sağlanmaktadır.



Şekil 3.14 Metal levha kaplamalar için havalandırma boşluklu uygulama detayı

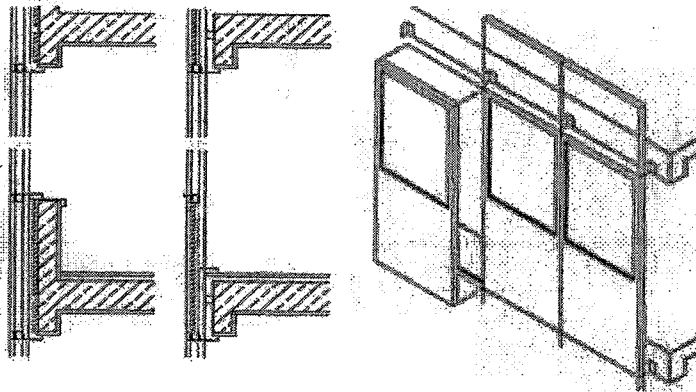
Metal esaslı cephe kaplamalarının yapı yüzeyine tespitleri, onları taşıyacak bir metal ızgara konstrüksiyondaki profiller aracılığı ile veya cephede oluşturulan özel tespit elemanları aracılığı ile yapılmaktadır.

Yapı yüzeyine kaplanacak olan metal levha türü, kalınlık, en ve boy (boyutları) seçildikten sonra, levhanın yük durumu da göz önüne alınarak tespit işlemi seçilir. Izgara konstrüksiyonun oluşturulması için öncelikle, profiller kaplanacak duvar yüzeyine yatay, düşey ya da hem yatay hem düşey olarak belli aralıklarla ankrajlanır. Daha sonra levhanın profillerle birleşim detayına göre seçilen tespit materyali profil üzerine civatalanır (Şekil 3.15).



Şekil 3.15 Metal levha kaplamalar için ızgara konstrüksiyon olanakları [7]

Asma cephelerde ise kat yüksekliğinde hazırlanmış hazır panoların panel sistemle, şantiyede, döşeme üzerindeki tespit elemanlarına veya panoların arasında yer alacak profillere ve taşıyıcı sisteme montajı yapılmaktadır (Şekil 3.16) (Oktuğ, 1990).

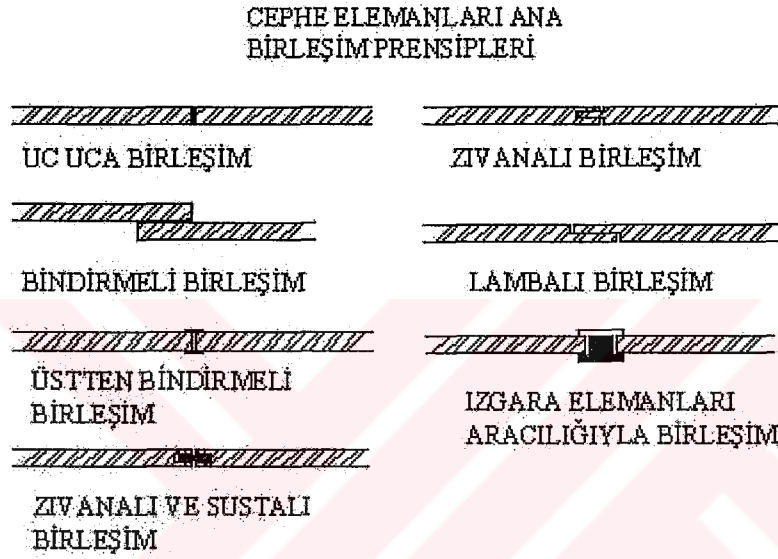


Şekil 3.16 Hazır panolar için panel sistem konstrüksiyonu (Oktuğ, 1990)

Cephe kaplama levhalarının birleşimleri, ısısal etkilerle oluşabilecek genleşmelere olanak verecek ve dışarıdan içeriye istemeyen maddelerin girmesini engelleyecek şekilde detaylandırılmalıdır.

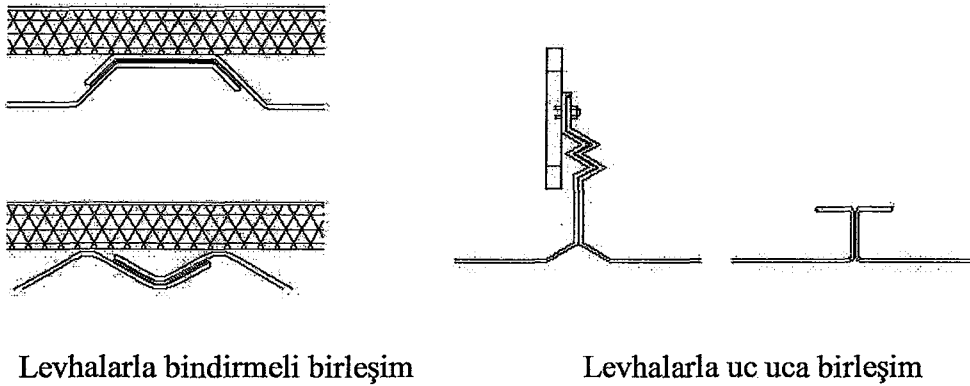
Derz geçirimsizliğini sağlamak üzere, mekanik olarak yapılan birleştirme işlemleriyle, geometrik olarak sağlanan derz şekli sayesinde geçirimsizlik sağlanmaktadır. Ayrıca duruma göre yatay derzler, metal elemanlar ile örtülmektedir. Diğer bir yöntem; derz dolgu amaçlı, devamlılık gösteren geçirimsiz contalar kullanılmasıdır. Bu derzlerde su yalıtımı amacı ile silikon, polysulfid veya elastik poliüretan bazlı mastikler de kullanılmaktadır.

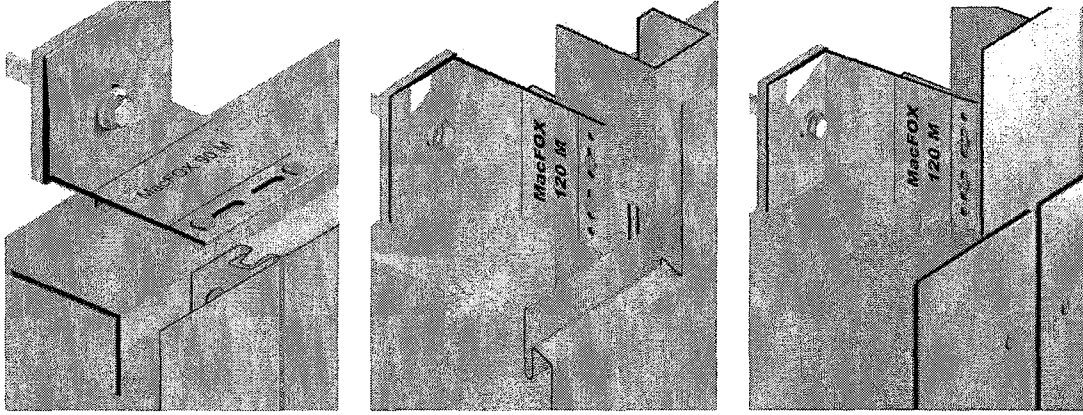
Cephe kaplama elemanlarının birleşimlerinde, birbirleri ile olan ilişkilerine göre aşağıdaki şekillerde (Şekil 3.17) uygulanan birleşim detayları uygulanmaktadır (Cansun, O.):



Şekil 3.17 Cephe kaplama elemanları ana birleşim prensipleri (Cansun, O.)

Metal levha kaplamaların birleşimlerinde ise aşağıda görülen çeşitli uygulamalar yapılmaktadır. Bu uygulamalarda metal levhaların uc uca, zıvanalı, bindirmeli, üstten bindirmeli ve geçmeli olarak birleştirildikleri görülmektedir (Şekil 3.18).



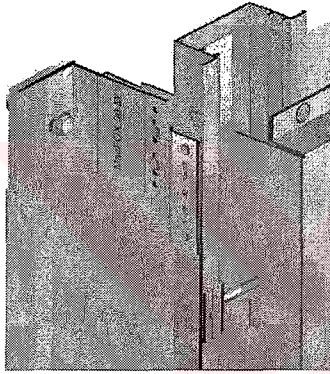


Düsey geçmeli birleşim

Yatay geçmeli birleşim

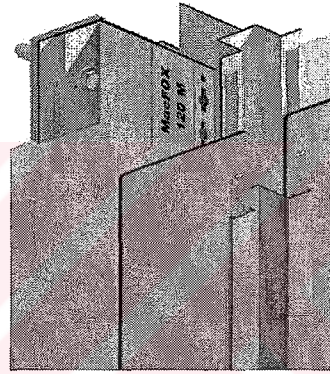
Uc uca düz birleşimler

(Lambalı birleşimler)



Anahtar geçmeli sistem

(Zıvanalı ve sustalı birleşim)



Fuga profilli sistem

(Üstten bindirmeli birleşim)

Şekil 3.18 Metal levha birleşimleri [6]

3.2.4 Metal Esaslı Cephe Kaplamaları Türleri

Günümüzde yaygın olarak kullanılmakta olan ve kullanımına artan örnekleri ile rastlanan metal cephe kaplama türleri;

- Alüminyum,
- Bakır,
- Çinko,
- Demir-çelik türleri ile (galvanize sac-çelik ve paslanmaz çelik),
- Titanyumdur.

Dış cephede kullanılacak metal kaplamalar, özelliklerini açığa çıkaracak bir anlatım içinde, fiziksel, kimyasal ve mekanik özellikleri, korozyon direnci ve alaşım olanakları ile genel malzeme özellikleri, üretim, şekillendirilme, yüzey işlemleri, mimaride kullanımları ve koruma – bakımları şeklinde ele alınacaktır.

3.2.4.1 Alüminyum Cephe Kaplamaları

19. yüzyılın ikinci yarısından beri endüstriyel çapta üretimi yapılan alüminyum, uygun özellikleri ile yapı alanında da önem kazanmıştır. Çok genç bir metal olmasına rağmen bugün alüminyum; bakır ve alaşımları, kurşun, kalay ve çinko gibi tüm demir-çelik dışı metallerin toplam kullanımından daha çok miktarda kullanılmaktadır [2]. Alüminyum, şekillendirilmiş profil ve levhalar ile döküm ürünleri olarak yapı sektörü içerisinde çeşitli yerlerde kullanılmaktadır.

Alüminyum levhaların cephe kaplaması olarak kullanılması, cephe kaplaması olarak kendisinden beklenen görevleri sağlayacak özelliklere sahip olması ile ilgilidir. Alüminyumun iç yapısından kaynaklanan bu özellikler ise fiziksel, kimyasal ve mekanik değerleri ile ilgilidir. Bu değerlerin bilinmesi, doğru bir kaplama seçimi için etken olacaktır.

- **Alüminyumun genel özellikleri**
 - **Fiziksel ve kimyasal özellikleri (Çizelge 3.2):**

Çizelge 3.2 Alüminyumun fiziksel ve kimyasal özellikleri [4] vd.

Malzeme	Alüminyum
Atom no	13
Atom ağırlığı	26,97
Yoğunluk (gr/cm^3)	2,7
Erime sıcaklığı ($^{\circ}\text{C}$)	660
Isı genleşme kats. ($\text{cm/cm}^{\circ}\text{C}$)	23×10^{-6}
Özgül ısısı ($\text{cal/gr}^{\circ}\text{C}$)	0,214
Isı iletkenlik katsayısı (W/mK)	230
Elektrik iletkenliği (Mho/m/mm^2)	38,1
Elastisite modülü (kgf/mm^2)	7,050

- **Mekanik özellikleri (Çizelge 3.3):**

Alüminyumun, saflık derecesi arttıkça dayanımı ve sertliği azalmaktadır. Alüminyumun, düşük elastisite modülü nedeniyle, çelik demir veya bakır gibi malzemelere oranla, eşit yük altında daha fazla deformasyonlar oluşabilmektedir. Ancak alaşım türüne, üretim şekline, ısısal ve mekanik işlemlere bağlı olarak dayanımı arttırılabilmektedir (Brimelov, 1957).

Çizelge 3.3 Alüminyumun mekanik özellikleri (Eriç, 2002; vd.)

Malzeme	Alüminyum
Kopma dayanımı(N/mm ²)	10-200
Kopma uzaması	0,03-0,15
Sertlik Brinell H (N/mm ²)	150-400
Akma gerilmesi (N/mm ²)	80
Çekme dayanımı (N/mm ²)	90-130

- **Tasarım esnekliği, estetik olma ve yansıtma özelliği:**

Kolay form alabilmesi yanında mekanik ve kimyasal işlemlerle, malzeme yüzeyinde bol çeşitte etki oluşturulabilmektedir. Bu özellik malzemeye, tasarım esnekliği ve estetik duruşlar sağlamaktadır. Alüminyumun, ısı ve ışık yansıtıcılığı hatta güneş ışınlarının bütün ışınlarını yansıtıcılığı çok yüksektir.

- **Enerji tasarrufu, geri dönüşüm özelliği ve çevre ile ilişkisi:**

Alüminyumun yeniden kullanılışı %95'e varan bir enerji tasarrufu sağlamaktadır. Yapılarda kullanılan alüminyumun; eskime, değiştirme ve yıkılma gibi nedenlerle geri dönüş oranı %85-90'dır.

Alüminyum üretim metotları, çevreye zarar vermemektedir. Birincil alüminyum üretim tesislerinde flor gazı emisyonları %50, toz atıklar %75 oranında azaltılmıştır. Bu tesislerde oluşan atık miktarı, çevreye zarar vermeyecek seviyededir [2].

- **Korozyon direnci:**

Alüminyum, normal atmosfer koşullarında korozyon direnci yüksek olan yapı metallere aittir. Bu özelliği, yüzeyinde havayla temas ettiğinde, kısa sürede oluşan yaklaşık $1,3 \times 10^{-5}$ mm kalınlığındaki gözle fark edilmeyen ince bir oksidasyon tabakasından kaynaklanmaktadır. Kendiliğinden oluşan bu oksit tabakası, kalınlığı ile doğru orantılı olarak metali, aşınma ve kimyasal etkilere karşı korumaktadır (Ademci, 2000).

Oksit tabakasının kalınlığı, üretim sırasında elektrolitik işlemlerle (anodik oksidasyonla- eloksal) yapay olarak artırılarak, alüminyumun, nem, gaz, duman ve tüm kimyasal etkilere karşı korunumu artırılmaktadır. Aynı zamanda bu oksit tabakasının gözeneklerine inorganik renk maddeleri nüfuz ettirilerek, renklendirilmiş eloksal alüminyum elde edilmektedir (Ademci, 2000).

- **Alüminyum alaşımları:**

Saf alüminyumun, mekanik etkilere dayanımı azdır. Bu nedenle dayanım göstermesi gereken uygulamalarda alaşımları ile değişik özellikler kazandırılarak kullanılmaktadır. Çok az miktarlardaki diğer elementlerin, alüminyumun kendine özgü karakteristiklerine ve dayanımına büyük etkisi olmaktadır. Alaşım için gerekli metaller, çeşitli derecelerde eklenerek, yapı için gerekli kaliteye ulaşılmaktadır. Mimari uygulamalar için alüminyuma; bakır, çinko, silikon, manganez, magnezyum, silisyum elementleri eklenmektedir (Zahner, 1995).

Bakır ve çinko eklenmiş alüminyum alaşımları, ısıya dayanım özelliği kazanmaktadır. Çinkolu alaşımlar, ucuzluk, ağırlık artımı ve sertlik özellikleri sağlarken dirençleri düşük kalır. Silisyumlu alaşımlar, korozyon direnci, dövülebilme ve dökülebilme özelliği taşır. Magnezyumlu alaşımları ise diğerlerine göre daha fazla korozyon direnci sağlamaktadır. Alüminyum alaşımları; ısıtılma işlem gerektirenler, ısıtılma işlem gerektirmeyenler ve döküm alaşımları olarak sınıflandırılmaktadır (Zahner, 1995).

- **Alüminyumun üretimi, şekillendirilmesi, yüzey işlemleri**

Alüminyum; demir, kurşun ve kalay gibi doğada bileşikler halinde bulunmaktadır. Alüminyumu, oksit halindeki bileşiğinden ilk ayıran ve elde eden kişi, 1807 yılında, Sir Humphrey Davy olmuştur. Daha sonra, Hans Christian Oersted, Frederick Wöhler ve Henri Sainte-Clairre Deville, alüminyum elde edilmesinde yenilikler getirmişlerdir.

Alüminyumun endüstriyel çapta üretimi, 1886 yılında ABD'de Charles Martin Hall ve Fransa'da Paul T. Heroult'un birbirlerinden habersiz olarak yaptıkları elektroliz yöntemi ile başlamıştır.

1886 yılında Werner von Siemens'in dinamoyu keşfi ve 1892 yılında K.J.Bayer'in, boksitten alümina eldesini sağlayan Bayer prosesini bulması ile alüminyumun endüstriyel çapta üretimi çok kolaylaşmış ve demir-çelikten sonra dünyada en çok kullanılan ikinci metal olmuştur [2].

Alüminyum cevheri birçok kaya ve toprakta bulunmaktadır. Ancak üretimi boksitten sağlanmaktadır. Boksit minerali %5 den %60'a kadar alümina içermektedir (Zahner, 1995).

Alüminyum, iki aşamada elde edilmektedir. Birinci aşamada, Bayer metodu ile boksit cevherinden alümina elde edilirken, ikinci aşamada elektroliz yöntemi ile alüminadan alüminyum elde edilmektedir. Alümina tesisleri, genellikle boksit cevherlerinin yanına kurulmaktadır. Boksit cevheri, sudkostik eriyiği ile muamele edilerek alüminyum hidroksit elde edilir. Bu işlem sonucunda oluşan erimeyen kalıntılar (kırmızı çamur) ayrılır ve alüminyum hidroksitin yüksek sıcaklıkta kurutulması ile alümina elde edilir.

Daha sonraki aşama, alüminanın, alüminyuma dönüştürülmesidir. Beyaz bir toz görünümündeki alümina, elektroliz işleminin yapılacağı hücre adı verilen özel yerlere alınarak, alüminyum oksijenden ayrılır. Elektroliz işlemi için 4-5 volt gerilimde doğru akım uygulanır. Dipte biriken alüminyumun alınması ile işlem tamamlanır.

Genel olarak, ağırlıkça 4 birim boksitten 2 birim alümina ve 2 birim alüminadan da 1 birim alüminyum elde edilmektedir. Bu işlemler ile elde edilen alüminyum "birincil alüminyum" olarak tanımlanmaktadır [2].

Alüminyum sahip olduğu özellikler nedeniyle yumuşak bir metaldir. Bu nedenle kendisi ve alaşımları, haddeleme, dövme, çekme, presleme, ekstrüzyon ve dökme işlemleri ile şekillendirilerek çeşitli yarı-ürün ve ürünler haline dönüştürülmektedir (Ademci, 2000).

Sıcak ve soğuk haddeleme yöntemleri ve döküm yoluyla alüminyumdan, cephe kaplamasında kullanılacak olan; levha yassı ürünü elde edilmektedir.

Alüminyum ürünler, kaplamasız üretim bitişi, eloksallı ve boyalı yüzey bitişleriyle bulunurlar:

- Kaplamasız durumda, yüzeye herhangi bir özel işlem uygulanmamaktadır.
- Eloksal işlemi ile renkli ya da renksiz olarak kaplama işlemi yapılmaktadır. Eloksal öncesi, mekanik yüzey işlemleri olan saten desen (tel fırça), kabartmalı desen veya parlatma (polisaj) işlemleri ile ayna-saten bitişler yapılabilmektedir. Ayrıca, kimyasal olarak uygulanan matlaştırma işlemi ile yüzeye mat görünüm verilebilmektedir.
- Elektrostatik toz boyama yöntemiyle yüzeyler belirlenmiş renklere boyanabilmektedir [2].

Alüminyum parçaların birleştirilmesinde; perçin ve bulonlarla yapılan mekanik birleştirme, polimer esaslı yapıştırıcıların kullanıldığı yapıştırma, lehimleme ve kaynaklama yöntemleri kullanılmaktadır.

• Alüminyumun mimaride kullanımı

Alüminyum genel olarak mimaride, yapıların çatı ve cephe kaplamalarında, kapı ve pencere doğramalarında, asma tavan malzemelerinde, giydirme cephelerde kullanılmaktadır.

Endüstriyel çapta üretiminin sağladığı olanaklarla yapı alanına kazandırılan alüminyumun, yapı kabuğundaki ilk uygulamalarından biri 1897'de Roma'da St Gioacchino Kilisesi'dir. Bu yapıda alüminyumun döküm formu kullanılarak, çatı kaplamasında ilk kez uygulanmıştır (Zahner, 1995).

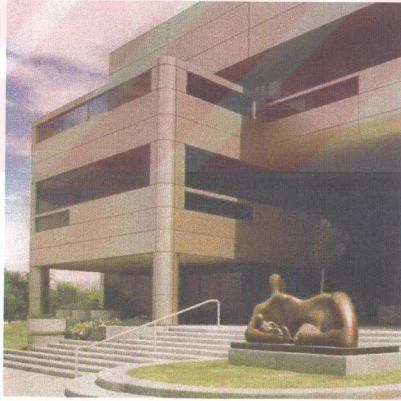
Alüminyumun yapı kabuğu alanında ilk büyük uygulaması, 1929 yılında New York'ta Empire

State Building (Şekil 3.19) ile gerçekleştirilmiştir. Bu yapıda alüminyum malzeme ile 6000 adet parapet paneli, mağaza doğramaları ve bazı süslemeler yapılmıştır (Oktuğ, 1991).



Şekil 3.19 Alüminyum cephe kaplamalı yapı - Empire State Building [9]

Alüminyum cephe kaplamaları, malzeme bolluğunun sağladığı olanaklarla, bu tarihlerden itibaren artan uygulama örnekleriyle yapı sektörü içinde önemle yerini almıştır. Günümüzde, malzemenin tanınip, özelliklerinin bilinmesi ve uygulama alanlarının geniş olması nedeniyle alüminyum cephe kaplamaları (Şekil3.20) diğer metal kaplamalara göre daha fazla kullanılmaktadır.



Şekil 3.20 Alüminyum cephe kaplamalı yapı örneği - Handelszentrum Biltmore [9]

Alüminyumun cephe kaplaması olarak tercih edilme nedenleri, görünüş, dayanım, işlenme kolaylığı, hafiflik ve ekonomik olma gibi özellikleri ile ilgilidir. Alüminyumun sağlamlığı yanında sahip olduğu dekoratif görünümü, eloksal (anodik oksidasyon) kaplama ile uzun süre korunmaktadır. Doğal veya renkli eloksal kaplama ve lake kaplama (elektrostatik toz veya

sıvı boya) olanakları ile alüminyum yüzeyler; tasarımcılar için zengin seçenekler oluşturmaktadır [2].

Alüminyum; tabaka-rulo levhalar, oluklu-trapez levhalar, çift kat boşluklu levhalar, sandviç panolar (cam yünü, poliüretan veya polistrol ile yerinde ve hazır yapım panolar), preste şekillendirilmiş levhalar, döküm levhalar, birleşik profiller ve kompozit levhalar olarak cephe kaplamasında kullanılmaktadır (Afyon, 1984).

Alüminyumun yüksek ısı iletme özelliği, cephe kaplaması olarak kullanımı açısından sakıncalı bir durumdur. Levha alüminyumlarda istenmeyen ısı iletimi, yerinde ve hazır olarak yapılan sandviç panolarla çözümlenmektedir. Hazır veya yerinde üretilen sandviç panolar, kompozit olanakları ile iki metal arasında kullanılan ısı yalıtım malzemesinin (cam yünü, poliüretan veya polistrol) oluşturduğu katman nedeniyle ısıya karşı direnç göstermektedir. Aynı zamanda yapıştırılma işlemi ile rijitlik de sağlanmaktadır.

Hazır olarak üretilip preste ayrıca baskı uygulanarak yalıtım katmanıyla yapıştırılıp rijitliği arttırılan alüminyum kompozit levhalarla, dalgalanma sorunu çözülmüş olarak, her türlü eğrisel form da verilebilmektedir. Hafif olması nedeniyle 12 m²'ye kadar tek parça halinde dalgasız olarak cephe elemanlarının üretimi yapılabilmektedir (Uzak, 1998).

Alüminyum dış cephe kaplama levhaları, düz ve pürüzlü (gofrajlı) olmak üzere iki çeşit yüzey dokusuna sahiptir (Afyon, 1984).

Alüminyum levhalarla oluşturulan cephe kaplamaları, koruyuculuk özelliğini yerine getirebilmekle birlikte, saf alüminyum levhaların yetersiz kaldığı durumlarda alüminyumun alaşım levhaları da, dış cepheden beklenen gerekli korunumu ve dayanımı sağlamaktadır.

• Alüminyum ve alaşım levhalarının korunması ve bakım

Alüminyum ve alaşımlarının dayanımları, yüzeylerinde oluşan oksit tabakası kalınlığının eloksal işlemiyle yapay olarak kalınlaştırılması ile arttırılmaktadır. Ancak eloksal tabakası belirli bir kalınlıkta koruyucudur. Normal kalınlık 10-12 mikrondur. Maksimum kalınlık ise 20 mikrondur (Ademci, 2000).

Alüminyumun korunması ve renklendirilmesinde, plastik reçineler, klor-kauçuk reçineleri ve yağlı vernikler de kullanılmaktadır. Vernik yapılacak yüzey oksit ve yağ lekelerinden temizlenmeli ve verniği tutacak duruma getirilmelidir. Alüminyum levhalar, üretimlerinden uygulanmalarına kadar çeşitli etkilere maruz kalacağından, yüzey özelliklerinin bozulmaması için PVC kaplamalarla korunması gerekmektedir (Ademci, 2000).

Suyun bitmemiş alüminyum ürünler üzerinde kalması sakıncalıdır. Bu durum, alüminyum yüzeyinde koyu lekeler yaratarak oksitlenmesine neden olur. Oluşan lekeler ise kolayca yok edilemez. Bu nedenle alüminyum levhaların kuru yerlerde depolanması gereklidir. Su alan levhalar ayrılarak kurulanmalıdır. Su lekeleri yüzeyseldir ve yapısal performansı azaltmaz.

Alüminyum yığınları arasında kalan su, alüminyum oksit tabakası üzerinde siyah ve gri şekiller oluşturur. Bunlar temizlenmesi zor oluşumlardır. Temizlemek için yapılan mekanik ve kimyasal işlemler, hem riskli hem de maliyetli olmaktadır (Zahner, 1995).

Alüminyumun nemli ortamlarda farklı özellikteki diğer metallerle birlikte kullanıldığı durumlarda galvanik pil oluşumu ile karşılaşmaktadır. Bu oluşumun neden olacağı korozyonu önlemek için, alüminyum yüzeyi, uygun boyalar (çinko esaslı) ya da birleşmeyi önleyecek bitümlü karton-plastik şerit vb öğeler kullanılarak, diğer metalden ayrılmalıdır.

Nemli ortamlarda, çimento ve alçı tozu, alüminyum yüzeylerini lekelemektedir. Özellikle harç ve sıva olması, duruma daha da önem kazandırmaktadır. Elokssala rağmen bu lekelerin temizlenmesi ve çıkarılması yeterli olmayabilir. Sadece görünüş açısından sakıncalı olan bu durumun önlenmesi amacıyla kurşun içermeyen bir bitüm tabakası sürülmesi ya da bitüm emdirilmiş karton veya dokumalarla yalıtılması yeterli olacaktır (Ademci, 2000).

Alüminyum levhaların mekanik birleşimlerinde, galvanize çelik, paslanmaz çelik veya fosfatlı çelik elemanlar kullanılarak, basit bir boya işlemi ile korumak gereklidir. Taze veya rutubetli ahşap ile temas eden alüminyum yüzeyler de boya ile korunabilir.

Eloksal işlemi uygulanarak atmosfer etkilerine karşı dayanıklı hale getirilen alüminyum yüzeyler; lekelenme, kazınma, aşınma ve darbe etkilerinden periyodik yapılan bakım ve temizlik işlemleriyle korunmalıdır. Bakım ve temizlik için oksit çözen veya aşındıran temizlik gereçleri kullanılmamalıdır. Eloksallı yüzeyler ara sıra, 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. Cilalanmış yüzeylerin parlaklığının korunması için, bu amaçla yapılmış ticari parlatma tozu veya sıvılardan yararlanılabilir (Ademci, 2000).

Alüminyum yüzeylerde yapılacak çeşitli temizlik işlemleri şu şekildedir (Zahner, 1995):

- Standart hafif durumlar da ticari sabunlar ve deterjanlar kullanılarak, nemli bez ve sıcak su kullanılarak temizlenir. Bu işlemden sonra yüzey iyice durulanıp, kurulanır. Yüzeydeki yapışkan parçalar için ise naylondan sert kıllı fırça kullanılmalıdır.
- Yağlardan kaynaklanan inatçı lekelerde, ticari çözücüler ve emülsiyon tipi

temizleyiciler ile deterjan uygulanır. Sıcak su ve deterjanlı bez ile temizlenir ve yüzey iyice durulanıp, kurulanır.

- Ağır lekeli durumlarda, asit içermeyen çözücüler kullanılabilir. Bunlara hafif aşındırıcı temizleyiciler eklenebilir. Sıcak deterjana doyurulmuş nemli bez kullanılır ve daha sonra yüzey durulanıp, kurulanır.
- Hafif su lekeleri paslanmaz çelik yün ve yağ ile kaldırılabilir. Sulu bir çözeltide %10 hacimli sülfirik asit ve %3 ağırlıkta kromik asit çözeltisi de hafif lekeleri kaldırmada kullanılabilir. Ancak yüzeyde asit oluşabileceğinden, bu uygulama deneyim gerektirmektedir.

3.2.4.2 Bakır Cephe Kaplamaları

Bilinen en eski metallerden biri olan bakır, evrensel bir malzeme olarak, endüstri ve yapı sektöründe birçok alan içinde uygulama yeri bulmuştur. Demir-çelik ve alüminyumdan sonra, saf ve alaşımları olarak yapı içinde çeşitli alanlarda, önemli oranlarda kullanılan bir metal türüdür.

Bakır levhaların cephe kaplaması olarak kullanımı, özelliklerinin elverdiği değerlerle sınırlıdır. Bu nedenle yapı kabuğu kapsamında daha çok çatı kaplamasında kullanılmakla birlikte görsel ve diğer nedenlerle cephe kaplaması olarak uygulamalarına da rastlanmaktadır.

- **Bakırın genel özellikleri**
 - **Fiziksel ve kimyasal özellikleri** (Çizelge 3.4):

Çizelge 3.4 Bakırın fiziksel ve kimyasal özellikleri [4] vd.

Malzeme	Bakır
Atom no	29
Atom ağırlığı	63,57
Yoğunluk (gr/cm ³)	8,96
Erime sıcaklığı (°C)	1083
Isı genleşme kats. (cm/cm°C)	17 x 10 ⁻⁶
Özgül ısı (cal/gr°C)	0,092
Isı iletkenlik katsayısı (W/mK)	385
Elektrik iletkenliği (Mho/m/mm ²)	64,1
Elastisite modülü (kgf/mm ²)	11,000

- 385 W/mK'lık yüksek ısı iletkenlik değeri diğer metallerden fark edilebilir oranda fazladır.
- **Mekanik özellikleri** (Çizelge3.5):

Çizelge3.5 Bakırın mekanik özellikleri (Eriç, 2002; vd.)

Malzeme	Bakır
Kopma dayanımı(N/mm ²)	230
Kopma uzaması	0,40
Sertlik Brinell H (N/mm ²)	-
Akma gerilmesi (N/mm ²)	150
Çekme dayanımı (N/mm ²)	160-300

Bakırın diğer metallere göre ayırt edici noktalarından biri, doğal rengi ve alaşımlarının sağladığı renk olanakları ile sunduğu tasarım çeşitliliğidir. Saf halinde açık kırmızı renkte olan bakır, üretim işlemlerinden sonra, atmosferik etkilerle kahverengi tonlarına doğru karışık renkler geliştirmektedir. Şekil 3.21'de atmosfer etkilerine açık bakır ürünlerdeki renk değişimleri görülmektedir.



Şekil 3. 21 Bakır ürünlerdeki renk değişimleri (Botek Kataloğu)

- **Geri dönüşüm ve çevre ile ilişkisi:**

Bakır doğal ve geri dönüşüm oranı çok fazla olan bir metaldir. Geri dönüşen bakır ile çıkarılan bakır oranı birbirine çok yakındır.

Bakırın çıkarılması için yüksek oranda enerji harcanmaktadır. Aynı zamanda üretim aşamalarında, bakır eritme ve arıtımı işlemlerinde yan ürün olarak sülfirik asit elde edilmektedir. Bakır ve bakır tuzları çevre açısından zehirli olabilmektedir. Bu nedenle, bakır cephe ve çatı kaplamaları bitkisel yaşamı olumsuz olarak etkileyebilmektedir. Ancak insan yaşamına olumsuz olarak etkisi daha azdır (Zahner, 1995).

- **Korozyon direnci:**

Bakır, atmosferik karbondioksit ve nem sayesinde, üretiminden 10 yıl sonra yüzeyinde doğal olarak oluşan ince, yeşil patina tabakası yardımıyla korozyondan korunmaktadır.

Bakır üzerinde gelişen doğal patina aslında bakır ve sülfat birleşimi olan, mavi-yeşil veya gri-mavi doğal kaplama oluşumlarıdır. Oluşumu sürecinde bakır için ayırt edici özelliklik olan renk değişimi gerçekleşir. Kırmızıdan kahve tonlarına doğru değişen renk, oksitlenen yüzey sayesinde yeşile dönüşecektir.

Doğal patina, şehir bölgelerinde atmosferde yanmış ürünlerde bulunan sülfür bileşenlerinden oluşmaktadır. Kömür yakılan yerler sülfür bileşenleri için ana kaynaklardır. Kırsal alanlarda ise, bakır karbonat patina oluşmaktadır.

Normal atmosferik koşullar içinde, bakırın gri-yeşil renkli doğal patinasının oluşumu 5-10 yıl gibi bir süre gerektirirken, sahil bölgelerinde kullanılan bakır ürünlerde, bu patina tabakası çok çabuk geliştirmektedir. Bu durum, sülfür ve nem seviyesinin metal yüzeyine ulaşması ile ilgilidir.

Bakır, kuru çevrelerde bakıroksit oluştururken, nemli çevrelerde ise bakır pası (hidroksit karbonat) oluşturacaktır. Bakır pası olarak bilinen oluşum doğal patina değil, bakırın asetik asit tuzudur. Bakır pası, boya pigmentinin asetik asit ile kimyasal reaksiyona girmesiyle gelişir ve eriyerek diğer malzemeler üzerine akma sorunu oluşturacaktır (Zahner, 1995).

• Bakır alaşımları:

Bakırın alaşım formları olarak, pirinç ve bronz; çeşitli tonlarda, dokularda ve renklerde, yapı içinde kullanım olanağı sağlamaktadır. Pirinç ve bronz, alaşım bileşimleriyle kendilerine özgü karakteristiklere sahiptir.

Bakıra kalay eklenmesiyle bronz elde edilmektedir. Bronzda genellikle %79-91 bakır ve %21-9 oranlarında kalay bulunmaktadır. Kalay katkısı, bakırın erime derecesini düşürmeyi ve kolay dökülebilmesini sağlamaktadır. Bakır-kalay alaşımına çinko katkı malzemesi de eklenmektedir. Bakıra çinko eklenerek elde edilen alaşım ise pirinçtir. Pirinçte genellikle %67-90 oranında bakır ve %33-10 oranında çinko bulunmaktadır. Bu elementlerin oranları, alaşım cinsine ve özelliğine göre değişmektedir (Eriç, 2000; Hasol, 1998).

• Bakır üretimi, şekillendirilmesi, yüzey işlemleri ve birleştirilmesi

Bakır, yaklaşık 8000 yıl önce Avrupa ve Orta Asya'da keşfedilmiştir. O çağlardan beridir üretim işlemlerinde de yaşanan gelişmelerle çeşitli sektörlerde kullanılmaktadır.

Yüzdürme metodu ile zenginleştirilen bakır cevheri, fırınlarda kavrularak demir sülfür ile birlikte ergitilmektedir. Buradan elde edilen ürün, sülfür ve oksidinin karşılıklı etkileri sonucu redüksiyona uğratarak ham bakır elde edilmektedir. Bundan sonraki aşama elektroliz metodu ile saflaştırma yapılmasıdır (Eriç, 2002).

Elde edilen bakır diğer metaller gibi, fabrikada, levha, plaka, çubuk olarak şekillendirilmektedir. Bakır yumuşak bir metal olduğu için, çoğu mekanik olarak yapılan yüzey bitişleri kolayca uygulanabilmektedir.

Bakır parçaların yüzeyleri de diğer metallerde olduğu gibi kaplanmamış standart üretim bitişleri ve işlenmiş cilalı bitişler olarak kullanılmaktadır. İşlenmiş bitişler olarak; ayna ve saten bitişleri, elektrik ile parlatma, kabartmalı bitişler olarak üretilmektedir (Zahner, 1995).

Bakır ve alaşımları yüzeyinde uygulanan kimyasal işlemlerle, siyah, kahverengi, kırmızı, portakal rengi veya yeşilimsi patina gibi çeşitliliklerde farklı renkler de kullanılabilir.

Genleşmesine olanak verecek şekilde uygulanan mekanik birleşim, kaynak ile birleşim yanında lehimleme yöntemi ile de birleştirilmektedir. Levha metal endüstrisinde kullanılan lehim %50-50 veya %60-40 oranlarında kalay ve kurşundan yapılmaktadır (Zahner, 1995).

• Bakırın mimaride kullanımı

Bakırın mimari alanda rastlanan ilk uygulama örneklerine, Romalılar çağında Marcus Agrippa tarafından inşa edilen Pantheon'un çatı kaplaması uygulaması ile rastlanmaktadır. Ayrıca kubbenin merkez açıklığındaki kornişte de bakır kaplama kullanılmıştır. Daha sonraları Avrupa'da Rönesans döneminde yaşanan Gotik mimari akımında, bakır, çatı kaplama malzemesi olarak yayılmıştır.

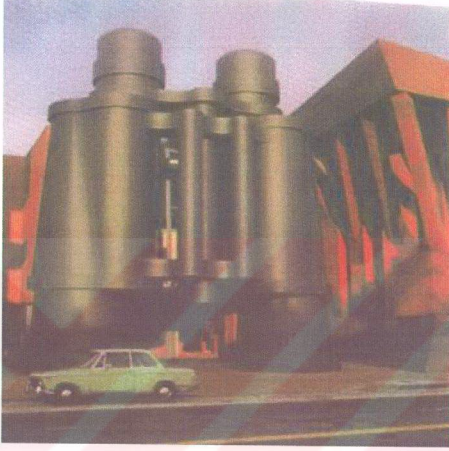
17. yüzyılda bakırın haddelenme işleminin gerçekleşmesiyle, daha ince bakır levhalar yapı kabuğunda kullanılmaya başlanmıştır. 1737'de Philadelphia'a, Pennsylvania'da Christ Church inşa edilmiştir. Burada kullanılan çatı kaplamasının dayanımlı ve uzun ömürlü olması istenmiş ve bakır kullanılmıştır. Bu bakır çatı 1967'deki yangına kadar dayanmıştır (Zahner, 1995).

Bakır, bu tarihlerden itibaren, yapı alanında yüksek elektrik iletkenliği nedeniyle daha çok elektrik işlerinde, mimari uygulamalarda ise, çatı kaplama başta olmak üzere cephe kaplanmasında ve dekorasyon işlerinde kullanılmaktadır. Ayrıca pirinç, bronz gibi alaşımları ile özellikle dekorasyon işlerinde kullanılmaktadır.

Doğal rengi ve yapay olarak sağlanan renklendirme olanakları ile estetik değerleri sağlayabilen bakır cephe kaplamaları, görünümü ve uzun ömürlülüğü açısından tercih edilmektedir. Ancak ısı iletiminin yüksek olması, cephe kaplama levhaları olarak kullanımında sakıncalar oluşturmaktadır. Bu olumsuzluklara engel olmak için tasarım aşamasında gerekli detaylandırmalar yapılmalıdır.

Bakır levhaların cephe kaplaması olarak kullanımı, daha çok levha formunun tek parça halinde veya profillerle, genişmesinin yüksek değerlerde olması nedeniyle birleşimlerinin kenetli birleşimlerle uygulanıp, duvar yüzeyine kaplanmasıyla gerçekleşmektedir.

Bakır cephe kaplaması kullanılarak yapılmış bazı yapı örnekleri Şekil 3.22 ve 3.23'de görülmektedir.



Şekil 3.22 Bakır cephe kaplamalı yapı örneği - Chiat/Day/Mojo Şirket Merkezleri (Anon, 2004)



Şekil 3.23 Bakır cephe kaplamalı yapı örneği (Botek Kataloğu)

• Bakır ve alaşım levhalarının korunması ve bakımı

Bakır ve alaşımlarının korunmasında, bakırın özelliklerinden dolayı zayıf kalabileceği durumlar göz önüne alınmalıdır. Bu doğrultuda öncelikle bakırın elektrik ve ısıyı iyi iletmesi ele alındığında, elektrik işlerinde kullanılması dışında, diğer uygulama alanlarında sorunlar oluşabilmektedir. Bu durumun sakınca yaratmaması için, gerekli olan yerlerde ısı yalıtım elemanları ile birlikte kullanılacağı ve genleşme payı bırakılacak detaylandırmalar yapılmalıdır.

Bakırın yumuşak bir metal olmasının verdiği kolay çizilebilme, darbe alma özellikleri nedeniyle, yüzey bitişlerinin uygulanmasından sonra, yapı yüzeyindeki montajı gerçekleştirilene kadar PVC bir tabaka ile korunmalıdır.

Homojen bir düzlük ve estetik arayışlar nedeniyle bakır üzerindeki doğal patinası kaldırılmak istenebilir. Bu patinayı kaldırmak için fosforik asit, nitrik asit ve saf su karışımı süngerle yüzeye uygulanır (Zahner, 1995).

Bakırın genleşme ve büzülme oranı dikkate alınarak, cephe kaplaması olarak kullanımında, genleşme payı bırakılarak uygun birleşim detaylandırmalarının yapılması gerekmektedir.

Bakır levhaların kullanımında karşılaşılan sorunlardan biri de, bakırın akması veya lekelemesi olarak bilinen kirliliklerdir. Atmosferik etkiler altında oluşan bakır pası eriyip, yağmur ve çığden gelen nem akışıyla birlikte tüm yüzeye dağılır. Bakırın akması, bitişiğinde bulunan kireçtaşı, alçı, beton gibi gözenekli malzemelerin nemi bünyelerine alıp tutmaları ile bu malzemelerin bakır rengini alıp lekelenmelerine neden olacaktır (Zahner, 1995).

Bakır yüzeyler üzerinde; diğer metallerden geçen pas lekeleri, organik malzemelerin asidik etkileri, alçı, çimento ve harçtan süzülen tuzların sebep olduğu renk solması, zift-bitüm aşındırmaları ve sudan kaynaklanan lekeler oluşmaktadır.

Bakır ile farklı özellikteki metallerin birlikte kullanılması, diğer metallerde de görülen galvanik korozyon oluşumuna neden olacaktır. Bakırın kapladığı alan bakımıyla fazla olduğu uygulamalarda, birleştirici eleman olarak kullanılan galvanize çivi veya klipsler gibi elemanları aşındırmaması için gerekli her iki yüzeyin boyanması veya araya koruyucu tabaka konulması şeklinde önlemler alınmalıdır.

Bakırın diğer metaller ile olan temasında, paslanmaz çelik ve kurşun ile teması genelde sorun oluşturmamaktadır. Elosallı alüminyum ile temasında oluşan hasar dikkate alınmayacak düzeydeyken, bitmemiş alüminyum ile temasında alüminyum yüzeyin lekelenmesine ve çukurlaşmasına neden olur. Ancak oluşan hasar daha çok yüzeyseldir (Zahner, 1995).

3.2.4.3 Çinko Cephe Kaplamaları

Günümüzde çinko; çelik, alüminyum ve bakırdan sonra, dünyada miktar olarak yıllık tüketimi en fazla olan metaldir. Kimyasal yönden aktif olması ve diğer metallerle kolayca alaşım yapabilmesi nedeniyle, endüstride birçok alaşım ve bileşiğin üretiminde kullanılmaktadır. Güçlü elektropozitif özelliğinden dolayı diğer metallerin, özellikle demir-çelik ürünlerinin aşınmaya karşı korunmasında kullanılmaktadır.

Çinko metali ana ürün olarak, galvanizleme, pres döküm alaşımları, pirinç ve bronz alaşımları, çinko oksit ve haddelenmiş çinko alaşımlarında kullanılmaktadır [11].

Çinkonun cephe kaplaması olarak kullanımı, çok az oranlardaki katkı malzemeleriyle oluşturulan alaşım levhaları ve demir-çelik levhaların üzerine yapılan galvanize kaplamalar şeklindedir. Galvanize kaplamalarda çinko, özellikleri nedeniyle alttaki metali koruyarak bu görevi yerine getirmektedir.

- **Çinkonun genel özellikleri**
 - **Fiziksel ve kimyasal özellikleri (Çizelge 3.6):**

Çizelge 3.6 Çinkonun fiziksel ve kimyasal özellikleri [4] vd.

Malzeme	Çinko
Atom no	30
Atom ağırlığı	65,39
Yoğunluk (gr/cm^3)	7,14
Erime sıcaklığı ($^{\circ}\text{C}$)	419
Isı genleşme kats. ($\text{cm/cm}^{\circ}\text{C}$)	33×10^{-6}
Özgül ısı ($\text{cal/gr}^{\circ}\text{C}$)	?
Isı iletkenlik katsayısı (W/mK)	112
Elektrik iletkenliği (Mho/m/mm^2)	16,7
Elastisite modülü (kgf/mm^2)	9,300

- **Mekanik özellikleri (Çizelge 3.7):**

Çinko diğer metallerden farklı olarak kırılgan bir metaldir. Bu nedenle kopma uzaması değeri yoktur. Çinkonun bu özelliğinin sorun oluşturulabileceği uygulamalarda, alaşımları kullanılmaktadır.

Çizelge 3.7 Çinkonun mekanik özellikleri (Eriç, 2002; vd.)

Malzeme	Çinko
Kopma dayanımı (N/mm ²)	120-170
Kopma uzaması	-
Sertlik Brinell H (N/mm ²)	380-500
Akma gerilmesi (N/mm ²)	120
Çekme dayanımı (N/mm ²)	220

- **Çevre ile ilişkisi:**

Eko-toksit etkisi nedeniyle sakınca yaratabileceği sağlık yapısı uygulamalarında, bitki örtüsünü olumsuz etkileyebileceği uygulamalarda kullanılmamalıdır.

- **Korozyon direnci:**

Atmosferik etkiler karşısında, çinko yüzeyi üzerinde mat koyu gri, yapışkan ve çinkoyu koruyucu özellikte bir çinko karbonat tabakası oluşmaktadır. Endüstri çevrelerinde ve sülfirik kirlenmenin çok fazla olduğu yerlerde oluşan kükürt ve sülfirik asit, çinko karbonat tabakası ile etkileşerek, çinko sülfat oluşmaktadır. Sülfürdioksit ise özellikle yüksek rutubetli çevrelerde karbonat film oluşumunu engeller. Çinko ürünlerde korozyon oluşum hızı, atmosferdeki asit kirliliğinin derecesine bağlıdır (Zahner, 1995).

Çinko ürünler atmosferik etkilere su ile temasında beyaz paslanma olarak bilenen korozyon oluşumuna maruz kalmaktadır. Yapı yerinde kullanılmadan önce ve uygulama aşamalarında bu oluşumu önlemek gerekmektedir (Simpson ve Horrobin, 1970).

- **Çinko alaşımları:**

Geleneksel olarak saf çinkodan elde edilen çinko ürünlerin yetersiz kaldığı durumlar için, saf çinkoya göre daha üstün mekanik özelliklere sahip olan alaşımlar geliştirilmiştir.

Çinko alaşımları; çinko bazlı ve çinkonun katkı elementi olduğu alaşımlar şeklindedir. Çinko bazlı alaşımlar; katkı elementi alüminyum, bakır, magnezyum, kurşun, titanyum ve kadmiyum olan çeşitli çinko alaşımlarıdır. Bu alaşımlar, daha fazla dayanım özellikleri göstermektedir.

Çinkonun katkı elementi olduğu alaşımlardan en önemlileri bakırın alaşımları olan, pirinç ve bronzlardır. Pirinçler değişik standartlarda %40-50, bronzlar ise %4-5 oranlarında çinko içermektedir.

- **Çinkonun üretimi, şekillendirilmesi, yüzey işlemleri ve birleştirilmesi**

Çinko ilk olarak M.Ö. 2000 yıllarında Çinliler ve Romalılar tarafından pirinç yapımında

alaşım materyali olarak kullanılmıştır. Ana metal olarak bilinip kullanılması ise 16-17. yüzyıllara dayanmaktadır. Üretim başlangıcı Gosler' de 1550'li yıllara dayanmaktadır. Ticari olarak üretimi ise 1650 olarak kabul edilmektedir (Zahner, 1995).

Çinkonun cevherden arındırılması, bakırda kullanılan yöntemlerle benzerdir. Cevher küçük parçalara bölünür ve yüzdürme usulü ile toplanır. Daha sonra çinko sülfat formundan kurtarılıp, çinko aside dönüştürülür. En son olarak elektroliz ile saf çinko elde edilir.

Çinko kırılgan bir metal olduğu için, levhalar üzerinde özel yüzey işlemleri uygulanmamaktadır. Ancak uygun astar boyalar kullanılmaktadır.

Çinko levhaların birleşimlerinde daha çok mekanik olarak uygulanan birleştirme yöntemleri kullanılırken, çinko parçalar için kaynak ve lehim işlemleri de kullanılmaktadır.

Toplam çinko tüketiminin yaklaşık %50'si galvanizli çelik, %20'si pirinç, %15'i döküm, %8'i çinko oksit üretiminde, %7' si yarı mamul ürünlerde kullanılmaktadır.

Ana metaller, özellikle demir ve çelik, korozyona karşı koruma amacıyla çinko ile kaplanmaktadır. Bunun en önemli nedenleri çinkonun normal ayrışma olaylarına karşı dirençli ve ekonomik olmasıdır [11].

Çinko uygulanarak elde edilen yüzey kaplama yöntemleri şu şekildedir:

- Sıcak banyo ile galvanizasyon
- Elektroliz ile kaplama
- Toz çinko ile galvanize etme (Sherardizing)
- Püskürtme veya boyama ile kaplama

Galvanize işleminde, çinkonun katmanları soğuk hadde işleminde ana metal üzerine kaplanmaktadır. Çinko katman, fiziksel bariyer oluşturarak ana metali korumaktadır [1].

Galvanize edilen maddeler, başlıca tabaka, şerit boru, tüp, tel, tel halat, yapısal şekiller ve çok sayıda madeni eşyalardır. Bunlar yapı işlerinde, tavan ve duvar kaplamaları, tel ve tel ürünleri ve birçok birleşim elemanı olarak kullanılmaktadır [11].

• Çinkonun mimaride kullanımı

Çinko mimaride, alaşım levhaları ve galvanizlenmiş metal kaplamalar olarak çatı-cephe kaplamalarında ve ayrıca alaşımları halinde dekorasyon işlerinde de kullanılmaktadır.

Çinko ile oluşturulmuş ilk mimari uygulamalardan biri, 1814 yılında Berlin'de bir kalenin çatı kaplamasında çinko levhaların kullanılması şeklindedir [11].

Çinko levhalarla uygulanan birçok çatı uygulaması sonraki yıllarda da devam ederken, cephe kaplaması olarak kullanımına, son yıllarda üretilen, %99,995 oranında çinkonun, gücünün artırılması için titanyum ve esnemesinin artırılması için ise bakır ile oluşturduğu alaşım levhaları şeklinde rastlanmaktadır. Bu şekilde üretilen çinko levhalar, yüksek gerilim dayanımı ve az ısısal genleşme göstermektedir. Ayrıca uygun kalınlık ve kaliteli yüzey bitişleri elde edilmektedir (Ashurst, 1988).

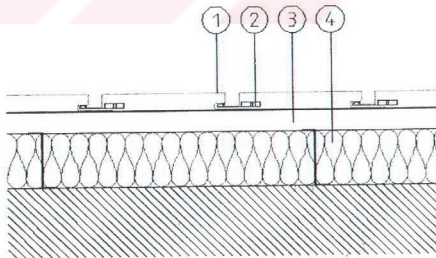
Çinko-bakır-titanyum alaşım levhaları, tabaka ve rulo olarak max. 1000 mm ende, 0,70-2 mm kalınlıkta üretilmektedir [12].

Çinko levhaların cephe kaplaması olarak kullanımında ise, 50-60 cm. ende ve istenilen boylarda rulo olarak, 1 x 2 m. boyutlarda 0,8-1,0-1,5 mm. kalınlıkta plaka olarak standart üretim olanakları ile elde edilen levhalar kullanılmaktadır (Demirel ve Beriş, 2004).

Saf haliyle çinko levhalar, çatılarda geleneksel inşaat metotları veya yalıtımlı özel metotlar uygulanarak kullanılabilir. Benzer yollarla dikey kaplama ve parapet kenarı etrafında da kullanılmaktadır (Simpson ve Horrobin, 1970).

Levha olarak uygulamanın oluşturacağı dalgalanma sorunu için, çinko levhaların cephe yüzeyine uygulanmasında ahşap bir alt tabaka üzerine uygulanması gerekmektedir. Burada dikkat edilmesi gereken konu metallerin asitli ağaç türlerinden etkilenmeleri nedeniyle doğru seçilmiş bir alt tabaka kullanılması gerekliliğidir (Demirel ve Beriş, 2004).

Çinko levhaların yapı cephelerine uygulanmasına ait detay Şekil 3.24'de verilmiştir.



ÖZET :

1. KİLİTİLİ VM ZİNC cephe kaplaması
2. Kaset
3. Metal veya ahşap iskelet
4. Yalıtım

Şekil 3.24 Çinko levhaların uygulama detayı (Teknosel Kataloğu - Vm Zinc)

Çinko levhalar ayrıca isteğe göre ilk üretim biçimi yanında ve 25 yıllık ve 100 yıllık oluşumunun teknolojik olanaklarla önceden sağlandığı yüzey bitişleri şeklinde de üretilebilmektedir. Bu şekilde daha dirençli levhalar ve renk olanakları elde edilmektedir (Demirel ve Beriş, 2004). Çinko cephe kaplamalarıyla oluşturulmuş yapı örnekleri Şekil 3.25’de gösterilmiştir.



Şekil 3.25 Çinko cephe kaplamalı yapı örnekleri (Teknosel Kataloğu - Vm Zinc)

Çinko, cephe kaplaması olarak, demir-çelik yüzeyine kaplanmasıyla elde edilen galvanize sac, çelik levhalar olarak da uygulanmaktadır. Bu levhalar yüzey özelliği ve korozyon direnci açısından çinkonun özelliklerini gösterirken korozyon tehlikesi karşısında, çinko, ana metali koruyarak kendisi korozyona maruz kalacaktır.

Galvanize çelik ve sac levhalarla kaplanan cephe uygulamalarına daha çok sanayi ve endüstri yapılarında rastlanmaktadır.

• Çinko levhaların korunması ve bakımı

Çinko levhalarda, yanlış uygulamalar sonucunda beyaz paslanma olarak bilinen korozyon oluşumu gerçekleşmektedir. Bu oluşum özellikle, su almış ve korunmayan çinko yüzeylerinde görülmektedir. Özellikle yakın yığılmış ve yağmurdan korunmamış çinko levhalar arasında kalan su veya nem, beyaz pas miktarını arttırmaktadır. Bu durum daha sonraki aşamada, çinko yüzeylerde deliklere yol açabilmektedir. Bu nedenle çinko levhalar uygulama öncesi depolanırken, aralarındaki boşluklardan havanın kolayca geçmesi sağlanmalı ve su ile temas etmemesine dikkat edilmelidir.

Çinko levhaların kullanıldığı tüm dış cephe ve çatı uygulamalarında, levha yüzeylerinde oluşacak yoğuşmanın önlenmesi gerekmektedir. Aksi halde beyaz paslanma oluşabilir. Çatı uygulamalarında, çatı boşluklarının havalandırılması, uygun alt malzeme ve buhar kesiciler kullanılması sorunu önleyecektir (Simpson ve Horrobin, 1970).

Çinkonun çoğu metalle olan ilişkisi güvenlidir. Ancak, bakır ve bakırca zengin alaşımlı levhalarla temas halinde veya bakır yüzeyden gelen suyun etkisiyle, çinko yüzeyde önce renk bozulması, sonra korozyon oluşur (Ashurst, 1988).

Tüm demirsiz metaller gibi çinko da, diğer yapı malzemeleriyle uyumluluk göstermektedir. Harç ve çimento ile temasında sorun oluşmazken, klorid ve sülfat gibi tuzlar içeren duvar elemanlarıyla teması sorun oluşturmaktadır.

Çinko levhaların, ıslak ve mevsimlik asidik ağaçlar ile teması, korozyon sorununa yol açabilmektedir. Bu durumdan sakınmak için, çinko, bitümlü boya ile kaplanmalıdır (Ashurst, 1988).

3.2.4.4 Demir-Çelik (Galvanize sac-çelik ve paslanmaz çelik) Cephe Kaplamaları

Demir ve çelik levha türleri ile oluşturulacak cephe kaplamaları, dış etmenlere maruz kaldığı durumlarda, korozyon direncinin yeterli olmaması nedeniyle, direncini artıracak yöntemler uygulanmaktadır. Bu şekilde, galvanize sac, galvanize çelik ve çeliğin alaşımı olan paslanmaz çelik cephe kaplamaları elde edilmiştir.

Galvanize sac ve çelik levhalar, çelik üzerine koruyuculuk işlevinin artırılması amacıyla çinko kaplanmasıyla elde edilmektedir. Bu tür kaplamaların ana dayanımını demir-çelik belirlerken, fiziksel dış çevre şartlarına dayanımı çinkonun özellikleri yönündedir. Cephe kaplama levhasında önemli olan koruyuculuk özelliği olduğundan, galvanize çeliğin dış etkiler karşısındaki davranışında çinkonun davranışı dikkate alınmaktadır. Bu nedenle konu kapsamı yüzeysel özelliğine yönelik olduğundan bu tür kaplamalar çinko cephe kaplamaları anlatımı içinde değerlendirilmiştir.

Corten çeliği olarak bilinen ve yarı paslanmaz bir çelik türü olan levhalar, aside dayanımlı çelik levhalar ve boyalı- soğuk haddelenmiş çelik levhalar da cephe kaplanmasında kullanılmasına rağmen, kullanımına pek sık rastlanmadığından kapsam içinde yer almamaktadır.

Günümüzde, mimari alanda paslanmaz çelik kullanımı yaygınlaşmaktadır. Çeliğin özelliklerinin, alaşım olanaklarıyla geliştirilmesi şeklinde elde edilen paslanmaz çelik ürünler, tasarımcılar için çeşitli seçenekleri ile yapı sektöründe yer edinmiştir.

Paslanmaz çelik; demir, krom ve karbonun başta nikel olmak üzere diğer elementler ile oluşturduğu alaşımdır. %10'dan daha fazla krom içeren çelik alaşımları, paslanmaz çelik olarak bilinmektedir. Krom içeriği paslanmaz çeliğe kendi özelliklerini katarak, korozyon direncini arttırmaktadır.

Yapı taşıyıcı sistemi uygulamalarıyla bilinen paslanmaz çelik, mekanik, fiziksel özelliklerinin uygun olması ve korozyon dayanımının yüksek olması nedeniyle, cephe kaplaması olarak da artan uygulama örnekleriyle kullanılmaktadır.

- **Paslanmaz çeliğin genel özellikleri**

- **Fiziksel ve kimyasal özellikleri** (Çizelge 3.8):

Çizelge 3.8 Paslanmaz çeliğin fiziksel ve kimyasal özellikleri [4] vd.

Malzeme	Paslanmaz çelik
Atom no	-
Atom ağırlığı	-
Yoğunluk (gr/cm^3)	7,9
Erime sıcaklığı ($^{\circ}\text{C}$)	1400
Isı genleşme kats. ($\text{cm/cm}^{\circ}\text{C}$)	17×10^{-6}
Özgül ısısı ($\text{cal/gr}^{\circ}\text{C}$)	0,12
Isı iletkenlik katsayısı (W/mK)	16
Elektrik iletkenliği (Mho/m/mm^2)	2,4
Elastisite modülü (kgf/mm^2)	20,400

- **Mekanik özellikleri** (Çizelge 3.9):

Çizelge 3.9 Paslanmaz çeliğin mekanik özellikleri (Eriç, 2002; vd.)

Malzeme	Paslanmaz çelik
Kopma dayanımı (N/mm^2)	562,5
Kopma uzaması	0,45-0,55
Sertlik Brinell H (N/mm^2)	1560-1700
Akma gerilmesi (N/mm^2)	360-330
Çekme dayanımı (N/mm^2)	540-600

- **Çevre ile ilişkisi:**

Genel olarak çevre ile uyumlu olan paslanmaz çelik ürünler, dış cephe kaplaması olarak kullanımlarında, kullanıldığı çevre özelliğine bağlı olarak, yapılaşmanın yoğun olduğu şehrsel alanlarda yüksek yansıtma özelliğinden dolayı göz kamaştırma ve çevreyi ısıtma sorunlarına neden olabildiği gibi, doğal çevre içinde bu özelliği, olumlu olarak peyzajın yansıtılmasını sağlamaktadır.

- **Korozyon direnci:**

Korozyon direncinin çok iyi olduğu bilinen paslanmaz çelik, kendini oluşturan elementlerin katkılarından dolayı, kendi türleri arasında, korozyona karşı dayanımda farklılık göstermektedir. Örneğin, demirli paslanmaz çelikler iç uygulamalar için, östenitli paslanmaz çelikler ise dış uygulamalar için uygun olmaktadır.

Bu elementlerden krom, ortalama %10'luk katkı payı ile en önemli alaşım maddesi olup, çeliği, paslanmaz çelik haline getirmektedir. Krom sayesinde paslanmaz çelik üzerinde, onu korozyona karşı koruyan çok ince ve oldukça yüksek sağlamlıkta bir oksit film tabakası oluşmaktadır. Yüzeyde gelişen kromoksit film kalınlığı 3×10^{-6} dır. Diğer alaşım elementlerinden nikel ve molibden de, özellikle klorid ve klor tuzlarına açık çevrelerde, paslanmaz çeliğin korozyon direncini arttırmaktadır. Paslanmaz çelik alaşımına girecek elementler; uygulama yapılacak çevre koşullarına göre belirlenmektedir (Zahner, 1995; 7b).

- **Paslanmaz çeliğin üretimi, türleri, şekillendirilmesi, yüzey işlemleri**

Kendisi bir alaşım olan paslanmaz çelik, alaşıma giren elementlerin özellikleri ile belirlenmektedir. Paslanmaz çelik üretimi, alaşımı oluşturacak elementlerin eritilip, belirli oranlar doğrultusunda eklenmesiyle gerçekleşmektedir.

Demir, krom ve karbonun değişen oranlarıyla, başta nikel olmak üzere diğer elementler eritilerek alaşım içerisine girmektedir. Alaşımı oluşturan ana elementlere, isteğe göre molibden, manganez, silikon, sülfür, fosfor katkıları da eklenmektedir.

Kendisini oluşturan ana elementlerin alaşım içindeki bileşimleri doğrultusunda, paslanmaz çelik türleri genel olarak aşağıdaki şekilde sınıflandırılmaktadır [7b]:

- Martensitli paslanmaz çelikler; demir, krom ve karbonun belirli oranlardaki içerikleriyle oluşturulan alaşımdır.

Cr(%11,5)–Ca(%0,15)–Ni(%0,50)–S41000 için verilmiş alaşım oranıdır (Zahner, 1995).

ASTM'ye göre bu grubu (420) sınıfı temsil etmektedir. Bu grubun özelliği, sıcaklıkla

meydana gelen yapısal değişiklikleri geçirmeleridir. Bu yüzden ısıtma işlem yöntemleriyle, daha iyi mekanik özellikler ve korozyona yeterli dayanım elde edilebilmektedir.

- Demirli paslanmaz çelikler; demir, krom ve karbonun, martensitli paslanmaz çeliğe göre yüksek krom içeriği ve az karbon içeriği ile oluşan alaşımdır.

Cr(%16-18) – Ca(%0,12) - Ni(%0,50) – S43000 için verilmiş alaşım oranıdır (Zahner, 1995).

Bu grubun tipik sınıfı (430)' dur. Estetik açıdan önem gerektiren uygulamalarda tercih edilirler. Daha fazla oranda krom içermeleri nedeniyle, martensitli paslanmaz çeliklere göre korozyona daha fazla dirençlidirler.

- Östenitli paslanmaz çelikler; demir, krom ve karbona, nikel katkısı eklenerek oluşturulan alaşımdır. Nikel katkısı malzemenin yapısını tamamlayarak, korumaktadır.

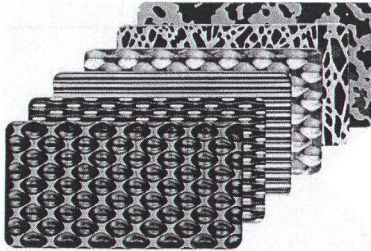
Cr (%18-20) - Ca(%0,08) - Ni(%8-12)- S30400 için verilmiş alaşım oranıdır (Zahner, 1995).

Bu grubun tipik sınıfı (304)' tür. Östenitli sınıflar çıkıntılı şekillendirme özelliklerine elverişli olup, çoğu korozyon türü için yüksek derecede dayanım sağlarlar.

Paslanmaz çelik levhalar da, diğer metal türlerinde olduğu gibi haddeleme, presleme, katlama, profilendirme işlemleri ile şekillendirilmektedir.

Paslanmaz çelik ürünlerin yüzey bitişleri, kaplanmamış standart üretim bitişleri ve cilalama ile elde edilen bitişler şeklinde üretilebilmektedir. Cilalama ile elde edilen bitişler (Şekil 3.26) şu şekildedir;

- Dokulu bitişler
- Renklendirilmiş dokulu bitişler
- Ayna-saten bitiş
- Elektrik ile parlatılmış bitişler
- Kabartmalı bitişler



Şekil 3.26 Çeşitli paslanmaz çelik bitiş örnekleri (Rimex Group Kataloğu)

Paslanmaz çelik parçaların birleştirilmesinde diğer metallerde olduğu gibi, kaynakla birleştirme, yapıştırma ile birleştirme ve cıvata, perçin gibi mekanik birleşimler kullanılırken, cephe kaplaması olarak kullanımında daha çok mekanik birleşimler tercih edilmektedir.

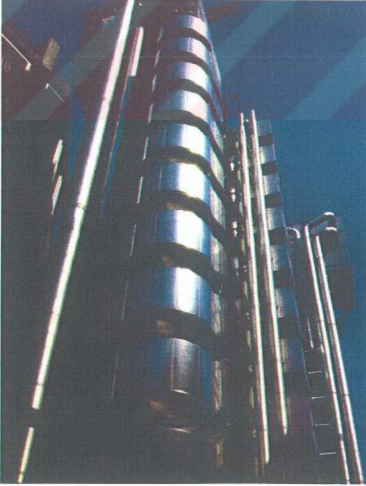
• Paslanmaz çeliğin mimaride kullanımı

Paslanmaz çelik 20 yy'da Almanya'da Krupp tarafından ve aynı zamanlarda İngiltere'de patenti alınarak piyasaya girmiştir. İlk olarak mühendislikte ve sağlık aletlerinde kullanılmıştır. Mimari bir eleman olarak yapı alanına girmesi, 1929 yıllarında New York'da strüktür amaçlı olarak kullanılmasıyla başlamıştır [7c].

Taşıyıcı sistem uygulamalarıyla önemli bir yer edinen paslanmaz çelik elemanlar, özelliklerinin verdiği olanaklarla, dekorasyon işleri ve yapı kabuğu uygulamalarıyla mimaride yer almaktadır. Yapı kabuğu kapsamında, çatı ve cephe uygulamalarında, paslanmaz çelik levhalar kullanılmaktadır.

Paslanmaz çeliğin, cephe kaplaması olarak kullanımına ait önemli örneklerden biri Chrysler Building'tir. Diğer örnekleri; Renzo Piano ve Richard Rogers tarafından 1971-77 de The Centre Pompidou inşa edilmiştir.

1986 da, Richard Rogers tarafından Lloyd's of London inşa edilmiştir. Betonarme olarak inşa edilen yapının cephesi paslanmaz çelik ile kaplanmıştır (Şekil 3.27).

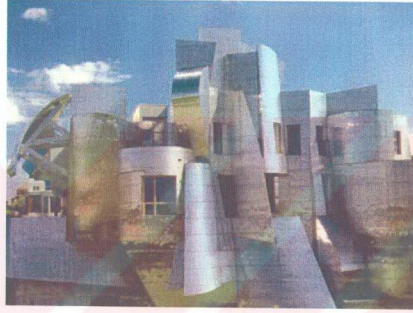


Şekil 3.27 Paslanmaz çelik cephe kaplamalı yapı örneği - Llyods Building (Rimex Kataloğu)

1990'larda paslanmaz çelik, cephe mimarlığında kendini gösteren bir malzeme olmuştur. I.M. Pei, Frank Gehry, Helmut Jahn, Dominique Perrault veya Fransa'da Architecture Studio, paslanmaz çeliği kullanan mimarlardan bazılarıdır [7c].

1998'de Finlandiya Helsinki'de Vantaa Airport, Pekka Salminen tarafından yine paslanmaz çelik kullanılarak inşa edilmiştir [7c].

Yine paslanmaz çelik cephe kaplaması kullanılan yapılardan bir diğeri de mimarı Frank O.Gehry olan Frederick R. Weisman Müzesidir (Şekil 3.28). Bu yapıda frezelenmiş cilalı paslanmaz çelik kaplamalar kullanılmıştır (Anon, 2004).



Şekil 3.28 Paslanmaz çelik cephe kaplamalı yapı örneği - Frederick R. Weisman Müzesi (Anon, 2004)

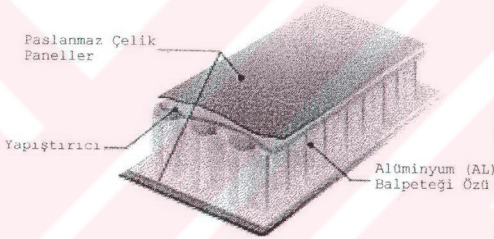
Yapı içinde kullanılan paslanmaz çelik türleri; daha çok östenitliler ve demirli olarak bilinen gruplardır. Demirli paslanmaz çelikler, iç dekorasyon uygulamaları için tercih edilirken, sahil kesimlerindeki ve yüksek kirlilik gösteren çevrelerdeki korozyon oluşumuna karşı, molibden katkısı da eklenen, östenitli sınıflar tercih edilmektedir [7b].

Çizelge 3.10 Paslanmaz çelik elemanların uygulama alanları, türleri ve levha kalınlıkları [7b]

Uygulama	Paslanmaz çelik tipi	Kalınlık (mm.)
Giydirme cepheler	(304); (316)	1,0 – 1,5
Cephe kaplama	(304); (316)	0,6 – 0,8
End. Binaları için paneller	(304); (316)	0,4 – 0,5
Çatı	(430); (304); (316)	0,4
Strüktür	(304); (316)	0,7
Mağaza vitrinleri	(304)	0,7 – 1,0

Paslanmaz çelik kaplamalar, levha halinde tek parça olarak kullanılabildikleri gibi hazır panolar olarak da cephelerde kullanılabilmektedir. Yapı cephelerinde kullanılacak kaplamalarda homojen bir düzlük sağlamanın gereği olarak malzeme kalınlığının artırılması göz önüne alındığında, günümüzde paneller tercih edilebilecek çözümler olarak yer almaktadır. Bu şekilde tek parça olarak kullanılacak levha kalınlığı 3 mm.' yi bulurken, hazır pano olarak üretilecek levha kalınlıklarında 0,6 mm. gibi bir kalınlık değeri yeterli olmaktadır.

Paslanmaz çelik levhalarla, sertlik, ısı yalıtımı, titreşim kısma gibi belirli işlevlerin gereksinimi ile bal peteği özlü hazır panolar yapılabilmektedir. Aynı kalınlıkta iki paslanmaz çelik levha kullanılarak oluşturulan bu panellerde, aradaki bal peteği kısmı, kütle korunumu amacıyla, alüminyum veya isofran ürünü özel bir dokudan oluşturulmaktadır (Şekil 3.29). Bu yöntemle, yüksek sertlikte hafif paneller üretilabilmektedir [7a].



Şekil 3.29 Paslanmaz çelik levhalarla oluşturulmuş bal peteği özlü panel [7a]

• Paslanmaz çelik levhaların korunması ve bakımı

Atmosferik koşullar altında titanyumdan sonra korozyon direnci yüksek olan paslanmaz çelik levhalar, uygulama yapılacak yere göre, alaşım olanakları ile eklenen elementlerle güçlendirilmektedir.

Paslanmaz çeliğin görsel yansıtıcılığı ve düzlüğünün korunması açısından oluşabilecek sorunlara karşı yapılan bazı uygulamalar şunlardır;

- Öncelikle üretim sonrası yüzeyler koruyucu amaçlı PVC kaplama ile kaplanarak uygulama sırasında oluşabilecek darbelerden ve benzeri tehlikelerden korunmalıdır.
- Koruyucu kaplamadan kalan yapışkanı temizlemek için, yapışkan ince ise alkol veya vernik tineri kullanılabilir. Daha sonra sıcak su ve deterjanla yüzey yıkanıp cam temizleyicisi ile temizlenir.
- Parmak izi, toz, yağ ve kir lekelerine karşı yüzey, nemli bez ile nötr olan hafif bir

deterjan (cam temizleyici) kullanılarak temizlenir. İşlem bittikten sonra yüzey iyice durulanıp kurulanmalıdır.

- Çoğunlukla ayna-saten bitişli yüzeylerde görülebilecek kurulama sonrası yüzeyde oluşan çizgiler için, çizici olmayan paslanmaz çelik temizleyici veya cam temizleyici kullanılabilir.
- Ağır lekeler ve yüzey çukurlaştırıcı kalıntılar için, ticari deterjanlar ve naylon fırçalar kullanılmalıdır. Pas kaldırıcı temizleyiciler ve hafif aşındırıcı toz (kalsiyum karbonat gibi) da kullanılabilir. Bu işlem önce küçük bir yüzey üzerinde denenmelidir. Ayrıca diğer bir yol oksalik asit macunu kullanmaktır.
- Tuz tortularına maruz kalmış ancak, çukurlar şeklinde oluşacak korozyon tanecikleri henüz gelişmemiş olan yüzeyler bol su ile yıkanmalıdır.

Paslanmaz çelik ürünler de, farklı özelliklerdeki metallerle birlikte kullanıldığında, galvanik korozyon oluşumuna maruz kalmaktadır. Bu nedenle, paslanmaz çelik levhaların birleşimlerinde kullanılacak cıvata, perçin gibi mekanik birleşimler, galvaniksel olarak birbiriyle uyumlu kullanılmalıdır.

Korozyona neden olacak çevre koşullarında, mekanik birleşimlerde kullanılan cıvataları diğer metalik elemanlardan yalıtım için cıvatayı montaj sırasında nötr asitsiz yağ ile yağlama veya diğer metallerle direk temasını önleyici vernik uygulaması yapılabilmektedir. Bir diğer yöntem ise parçaları plastik veya kauçuk ayırıcılarla yalıtımdır (Zahner, 1995).

Paslanmaz çelikten yapılmış cıvatalar, galvanik açıdan uygun olacağı için, özel yalıtım teknikleri kullanılmadan, alüminyum alaşımları, çinko, bakır ve galvanize çelik gibi diğer metal malzemeleri birleştirmek için kullanılabilir [7b].

3.2.4.5 Titanyum Cephe Kaplamaları

Doğada en çok bulunan elementlerden biri olan titanyum, endüstri alanında kullanılan metaller içinde, demir, alüminyum ve magnezyumdan sonra dördüncü olarak gelmektedir. Birçok titanyum alaşımı hava-uzay uygulamalarında, mekanik özelliklerin başlıca önemde olduğu yerler için geliştirilmiştir.

Titanyumun cephe kaplaması olarak kullanımının sağlayan özellikleri; diğer metallere göre, göze çarpan korozyon dayanımı ve hafif olması ile ilgilidir. Bu özellikler, cepheye, her koşul altında, en az bakım ile uzun yaşam süresi sağlamaktadır. Yapı alanında kullanılan diğer metallere göre kullanımı yeni olan titanyum, özelliklerini açığa çıkaran tasarımlarla, çağımız ve gelecek için değer kazanmakta olan bir yapı malzemesidir.

- **Titanyumun genel özellikleri**
- **Fiziksel ve kimyasal özellikleri** (Çizelge 3.11):

Çizelge 3.11 Titanyumun fiziksel ve kimyasal özellikleri [4] vd.

Malzeme	Titanyum
Atom no	22
Atom ağırlığı	47,90
Yoğunluk (gr/cm ³)	4,5
Erime sıcaklığı (°C)	1668
Isı genleşme kats. (cm/cm°C)	8,4 x 10 ⁻⁶
Özgül ısı (cal/gr°C)	0,124
Isı iletkenlik katsayısı (W/mK)	21,9
Elektrik iletkenliği (Mho/m/mm ²)	3,1
Elastisite modülü (kgf/mm ²)	10,850

- Titanyumun ısı ile genleşmesi, diğer metallere oranla çok daha az olduğu görülmektedir.
- Titanyum, paslanmaz çeliğin yarısı kadar elastisite modülü değeri nedeniyle, karşılaşılabilecek geniş geri esnemesi dikkate alınmalıdır (Zahner, 1995).
- Hafiflik açısından özgül ağırlığı değerlendirildiğinde alüminyumdan sonra hafif olarak değerlendirilen ikinci metaldir.
- Yüksek yansıtıcılık özelliğine sahiptir.
- **Mekanik özellikleri** (Çizelge 3.12):

Çizelge 3.12 Titanyumun mekanik özellikleri (Zahner, 1995; [5])

Malzeme	Titanyum
Kopma dayanımı (N/mm ²)	500
Kopma uzaması	?
Sertlik Brinell H (N/mm ²)	≤1500
Akma gerilmesi (N/mm ²)	415-1300
Çekme dayanımı (N/mm ²)	234

- **Geri dönüşüm özelliği, çevre ile ilişkisi:**

Titanyum %100 geri dönüşümlülük özelliği sayesinde, çok uzun dönemlerce değerini kaybetmemektedir. Diğer metaller çevresel etkilere maruz kaldığında zamanla aşınmakta veya korozyona uğramaktadır. Aynı zamanda metalik iyonlarını doğaya süzerek, çevresel problemlere sebep olabilmektedir. Titanyum, diğer metaller içinde çevreyle en uyumlu ve en uzun yaşam döngüsü olan metal olarak nitelendirilmektedir. Bununla birlikte, çevresel açıdan sorun olabilecek özelliği, yansıtma özelliğinin yüksek olması nedeniyle karşılaşılabilecek ısınmaların yol açacağı göz kamaştırma ve çevreyi ısıtma sorunlarıdır.

- **Korozyon direnci:**

Mimari alanlarda kullanılan metallerin etkilenecek zorlandığı yerlerde, titanyum fark edilebilir oranda dayanıklılık göstermektedir. Aşındırıcı gazlara, asit yağmurlarına, volkanik kül atıklarına, endüstriyel atıklara ve diğer olumsuz atmosfer koşullarına karşı oldukça dayanımlıdır. Bu özellik onu, şehir ve endüstriyel alanlardaki uygulamalar için oldukça uygun yapmaktadır.

Titanyumun korozyon direnci, diğer metallerde olduğu gibi doğal olarak gelişen oksit tabakasının özellikleri ile ilgilidir. Titanyum, oluşturduğu tabakanın oksijenle güçlü birleşme eğilimi sayesinde, nem ve oksijen olan her çevrede, kendini koruma yeteneğine sahiptir. Bu tabaka, endüstriyel kirlenmelerin yol açtığı aşındırıcı gaz ve atıklarla birlikte metaller üzerinde çukurcuk korozyonuna neden olan deniz çevresi etkilerine karşı da, titanyuma direnç sağlamaktadır. Bunlarla birlikte, titanyumun çoğu aşındırıcı gaza karşı direnci olmasına rağmen hidroflorik asitten etkilenecek, aşınmaktadır (Zahner, 1995; [4]).

- **Titanyumun üretimi, şekillendirilmesi, yüzey işlemleri**

1790'da güney İngiltere Cornwall'da bulunan siyah manyetik tuzunun arıtılmasıyla bulunmuştur. Alman kimyager, M.H.Klaproth, 1795'de aynı oksidi içeren cevheri doğrulamış ve bu elementi Yunan mitolojisinden esinlenerek titanyum olarak adlandırmıştır.

1910'da, Amerikalı kimyager M.A.Hunter, titanyumu, titanyumtetrafloritten, sodyum ile indirgeyerek arındırmış ve titanyum var olmuştur. Fakat titanyumun endüstriyel kullanımı daha sonraları gelişmiştir. 1946'da Luxemburg'lu kimyager W.J.Kroll, titanyumtetrafloridi magnezyum ile indirgeyerek, titanyumun sünger formu sağlamıştır (Zahner, 1995).

Titanyumun ana cevherleri rutile ve ilmenite dir. Bu iki tip cevherin kullanılma sebebi, sahil alanlarında kum tortuları halinde bulunmaları nedeniyle kolay çıkarılmalardır.

Titanyum metalini elde etmek için, öncelikle rutile tuzu, titanyumtetraflorid sağlamak için gazlı klorla batırılmaktadır. Daha sonra metalik magnezyum kullanılarak $TiCl_4$ indirgenmekte

ve titanyumun sünger formu elde edilmektedir. Bu, endüstride Kroll metodu olarak bilinmektedir.

Sonraki aşamada, titanyum süngeri vakum fırınlarında külçe veya tabaka üretmek için, titanyum hurdaları eklenerek veya eklenmeden eritilmektedir. Bu eritme işlemine, alaşım oluşturmaya istenen elementler de eklenebilmektedir (Zahner, 1995).

Titanyumu şekillendirme işlemleri, diğer metallere uygulanan işlemlerin aynısını kullanılarak yapılmaktadır. Özellikle paslanmaz çelikte aynı donanım, araç ve tekniklerle, bükme-kıvrırma, preste şekillendirme ve haddeleme gibi yöntemler kullanılarak şekillendirilmektedir [4].

Titanyum yüzeylerde iki çeşit üretim bitişi sağlanmaktadır. Bunlar; düşük mat yüzey ve orta matlıkta yüzey. Her ikisi de düz parlak gri tondadır. Tavlama işlemi ile düşük yansıtıcı mat ton, vakumla tavlama işlemi ile yüksek yansıtıcı ton elde edilir (Zahner, 1995).

Titanyum yüzeyler üzerine aşındırma işlemleri uygulanmamaktadır. Silindir ile kabartma uygulamaları yapılabilir. Ancak yüzey sertliği, derin kabartmalara izin vermez. Hafif dokular da olanaklıdır. Yansıma özelliğinden dolayı daha çok saten ve ayna bitiş yüzeyler olarak kullanılmaktadır.

Titanyumun oksit tabakası kalınlığı eloksal yöntemi ile artırıldığında, ışık karışımıyla oluşan renkler elde edilmektedir (gökkuşağı prensibi). Kalınlık arttığında, renk değişmektedir (Zahner, 1995).

Titanyum ürünler, diğer mimari metaller gibi, kaynak yapılarak, mekanik birleştirme teknikleri ve yapıştırma yöntemleri kullanılarak birleştirilebilmektedir. Titanyumun ısı genleşme değerinin düşük olması nedeniyle diğer metallerde görülen genleşme problemlerinden çok fazla etkilenmez. Bu durum da, titanyum levhaların kaynak ile birleştirilme olanaklarını daha güvenli olarak sağlamaktadır.

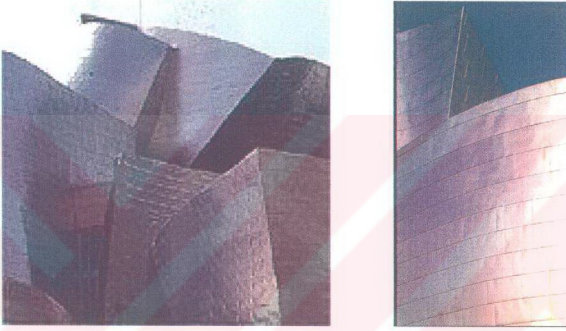
• Titanyumun mimaride kullanımı

Mimari uygulamalarda kullanılacak metal malzemeler için korozyon dayanımı başta gelen önemli özelliktir. Endüstriyel uygulamalar için özellikleri keşfedilen titanyum, 21. yy malzemesi olarak mimari uygulamalarda yaygınlaşarak kullanılmaktadır. Görsel açıdan sağladığı estetik değerler ve tasarım olanakları sayesinde, öncelikle dekorasyon işleri ile mimari uygulamalarda kullanılmıştır.

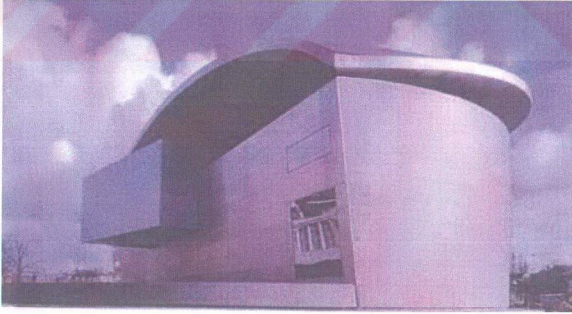
Günümüzde titanyum; dış cephe kaplaması, giydirmeye cephe elemanları, çatı kaplaması, kolon kaplaması, giriş silmeleri, saçaklar, iç kaplamalar, dekorasyon elemanlarını kapsayan çeşitli

mimari uygulama alanlarında kullanılabilecek bir malzeme seçeneği olarak yer almaktadır [4]. Titanyum, batı ülkelerindeki mimari uygulamalarda yeni yeni yaygınlaşan bir malzeme olmasına rağmen, Japonya’da birçok yapıda, şehir ve sahil bölgelerinde yüksek kirlilikten kaynaklanan korozyona direncinin üstünlüğü nedeniyle 25 yıldan fazladır cephe kaplaması olarak kullanılmaktadır (Zahner, 1995).

Bilbao - Guggenheim Müzesi (Şekil 3.30), Hong Kong MTRC Central Station, Van Gogh Museum (Şekil 3.31) ve National Scottish Science Center, titanyum cephe elemanları kullanılarak uygulanmış yapılardan birkaçıdır [4].



Şekil 3.30 Titanyum cephe kaplamalı yapı örneği Bilbao-Guggenheim Müzesi [9]



Şekil 3.31 Titanyum cephe kaplamalı yapı örneği - Van Gogh Müzesi [8]

Korozyon dayanımı, kolay işlenebilme, hafiflik, estetik değerlerinin beğenilen düzeyde olması gibi özellikleri nedeniyle, cephe kaplaması olarak kullanılabilen titanyum levhalar, ilk malzeme maliyetlerinin yüksek olması nedeniyle diğer metal levhalara göre daha az

kullanılmaktadır. Ancak sahip olduğu mekanik, fiziksel özellikleri ve korozyon dayanımı ile diğeri mimari metallerden daha dayanımlı ve uzun ömürlüdür. Bu da ilk maliyetini kurtararak, geleceğe yönelik yatırım sağlamaktadır.

Titanyum levhalarla oluşturulan kaplamalar cephe yüzeylerinde, duvar üstüne kaplama yapılarak uygulanmaktadır. Titanyum levha kalınlıkları dayanım olanakları ve yüksek maliyetlerin sınırlamaları ile 0,38 mm – 6 mm arasında olabilmektedir (Zahner, 1995).

• Titanyum levhaların korunması ve bakımı

Titanyum yüzeyler, aşındırıcı toz ve kumlarla lekelenip, kolayca çizilebilecek niteliktedir. Titanyum levhaların da, üretimleri ile montajı arasındaki zamanda, yüzeylerinde oluşabilecek aşınma ve lekelerle karşı üzerlerinde koruyucu PVC tabaka bulunması gerekmektedir.

Parmak izleri titanyum levhalar üzerinde yağ bırakarak lekelemektedir. Bunu gidermek için, titanyum, yumuşak bir bez ve seyreltilmiş deterjan ile kolayca temizlenebilir. Bu çözümün yeterli olmadığı durumlarda organik çözücü (alkol ya da benzen) kullanılabilir. Ancak, gözenekli oksit tabakasının tutma özelliği nedeniyle yüzeydeki lekeleri yok etmek zordur.

Titanyum levhaların mekanik birleşimlerde kullanılan vida, perçin gibi birleşim elemanları, titanyum ile galvanik açıdan uyumlu olması için, titanyum veya paslanmaz çelik olmalıdır.

Titanyumun farklı özellikteki diğeri metallerle birleşiminin kaçınılmaz olduğu durumlarda, galvanik korozyon oluşumundan sakınılması açısından, bu iki metalin ayrılması gerekmektedir. Bunun için yalıtkan ince boyalar, silikon veya kauçuk contalar kullanılmaktadır.

Titanyumun beton, ahşap gibi diğeri yapı malzemeleri ile birlikte kullanılması sakınca oluşturmamaktadır (Zahner, 1995).

4. METAL ESASLI CEPHE KAPLAMALARINDA OLUŞAN SORUNLAR VE ÇÖZÜM ÖNERİLERİ

Yapı kabuğunun en önemli görevi; yapı iç ortamını çevreden ayırmak ve dış koşullarla yapı içindeki yapay çevre arasında bir filtre oluşturmak olduğundan, cephe kaplamalarından, bu görevi yerine getirirken, bazı etkenlerin geçirilmemesi, bazılarının kısmen, bazılarının ise tamamen geçirilmesi beklenmektedir.

Yapı dış cephelerinde uygulanan metal esaslı kaplamalarda, çeşitli etmenler nedeniyle zamanla sorunlar oluşmaktadır. Bu sorunlar, gerekli önlemler alınmadığı takdirde, kaplamalar üzerinde hasara yol açarak, yapı ömrünü kısaltacaktır. Aynı zamanda yapı içindeki yaşam döngüsünü de tehdit edecektir.

Cephe kaplamalarında oluşan hasarlar, ileride eskiyen ve bozulan malzemelerin yerine yenilerinin konulması gerektireceğinden, bu konu, yenileme ve onarım işlemleri ve dolayısı ile maliyeti de etkilemektedir. Bu nedenle, cephe kaplamaları üzerinde sorun oluşturacak etmenler önceden belirlenip, tasarım başlangıcında gerekli önlemler alınarak, oluşabilecek olumsuzlukların engellenmesi gerekmektedir.

4.1 Cephe Kaplamalarında Sorunları Oluşturan Etmenler

Cephe kaplamaları, içinde bulunulan çevresel koşullar ve diğer malzemelerle ilişkileri sonucu, iç ve dış etmenlerin etkilerine maruz kalmaktadır. Zamanla etkisini artıran bu etmenler, cephe kaplamaları üzerinde sorunlar oluşturmaktadır. Oluşan sorunlar ise cephe kaplamalarının niteliğini kaybedip, görevlerini tam olarak yerine getiremeyecek duruma gelmesine neden olmaktadır.

Cephe kaplamalarına etki ederek, sorun oluşturabilecek etmenler öncelikle, yapı ürünlerinden kaynaklanan etmenler, yapının tasarımı, yapım süreci ile ilgili etmenler ve kullanım sürecinde karşılaşılan; ısı, su ve nem, zararlı gazlar ve gün ışığı gibi atmosferik etmenler, ses ile ilgili etmenler, rüzgar ve deprem gibi yükler ve kuvvetler ile ilgili etmenler, toz, çamur ve kimyasal maddeler gibi katı zararlılar ve yosun bakteri, bitkiler, kuşlar gibi biyolojik etmenler, yangın etmeni ve kullanıcıdan kaynaklanan etmenler ve bakım, temizlik gibi hatalı uygulamalardır.

4.1.1 Yapı ürünleri ile ilgili etmenler

Cephe kaplamalarında oluşan sorunların bir bölümü, yapı ürünlerinin özelliklerine bağlı olarak oluşabilecek hatalardan kaynaklanmaktadır. Yapı ürünlerinin üretimleri ve şekillendirilmeleri sırasında yapılan hatalar, bu ürünlerin teknik özelliklerinin değerlendirilmeden kullanılmasıyla, yapıda hasarlara yol açacaktır.

Yapı ürünlerinin ya da bileşenlerinin, üreticiler tarafından bildirilen ömürleri dolmadan bozulmaları ya da bildirilen performans düzeylerinin hiçbir zaman karşılanamaması ürünlerin neden olduğu yapı sorunlarıdır (Özdeniz, 1978).

Hakkında yetersiz bilgiyle, sadece ekonomik kaygılar ve malzeme stoğu dikkate alınarak yapılan yapı ürünü seçimi, yanlış ürün seçimine neden olmaktadır. Bu nedenle, seçilen ürün beklenen dayanım süresini gösteremeyecektir.

Yapıda kullanılacak ürünler, kullanılmadan önce gerekli testler ve kontrollerle uygunlukları değerlendirilmelidir. İlgili standartların altında olması durumunda, bu ürünler, kendilerinden beklenen dayanım süresinden çok daha önce bozulmaya ve eskimeye uğrayacaklardır (Yolsal, 2003).

Ürünlerin doğadan elde edildikten sonra, yapı için kullanılacak biçimlenmeye gelene kadar geçtiği işlenme aşamalarında yapılan eksik veya yanlış işlemler sonucunda elde edilen üründe ortaya çıkan doku ve boyut farklılıkları, cephede tekrarlanan uygulamalar açısından sorun çıkarmaktadır (Eriç, 2002).

Cephe kaplaması olarak kullanılacak ürünlerin, uygulama yapılacak çevre ile uyumlu özellik taşıması da, yine ürün özelliklerinin değerlendirilmeden seçilmesinden kaynaklanmaktadır. Bu nedenle, ürün özelliklerinin bilinmesi ve bu doğrultuda seçilmesi, üründen beklenen performans düzeyini de belirleyecektir.

Yapı ürünleri ile ilgili etmenlerden biri de, farklı ürünlerin birlikte kullanımlarının yol açacağı olumsuzluklardır. Bu olumsuzluklara karşı, ürün özelliklerinin bilinmesi ve bu doğrultuda seçimler yapılması gerekmektedir.

Cephe kaplaması olarak kullanılan malzemelerin, kendileri ile uyumlu bileşim elemanları seçilerek tespit edilmesi gerekmektedir. Uyumsuz malzemelerin birlikte kullanılması, hem kaplama elemanının, hem de birleşim elemanının zarar görmesine dolayısı ile tüm yapının olumsuz olarak etkilenmesine neden olacaktır.

4.1.2 Tasarım ile ilgili etmenler

Cephe kaplamalarında sorun oluşmasına neden olacak öncelikli etmenler, tasarım aşamasında yapılan hatalı tasarım ve detaylandırmalardan, alınan yanlış kararlardan kaynaklanmaktadır.

Cephe kaplama malzemesi seçimi doğru yapılmış ve uygulanmış bir yapıda, taşıyıcı elemanların hatalı düzenlenmesi de, taşıyıcı sistemin yapıya gelen yatay ve düşey yükleri karşılayamayıp yıkıma neden olacağından, taşıyıcı sistemi örten cephe kaplamalarına da zarar vererek hasarlar oluşturacaktır.

Yapı dış kabuğunda hasarlara neden olacak etmenlerden biri de, yapı zemininin sağlam olmaması nedeniyle, yapıda zamanla meydana gelen oturmalar ve çökmelerden kaynaklanmaktadır (Koçu, 1995). Bu oturma ve çökmelere karşı, tasarım aşamasında gerekli detaylandırmalarla önlem alınmadığı takdirde, yapı dış kabuğu doğrudan etkilenecek, dış kaplama sisteminde sorunlar oluşacaktır.

Tasarım aşamasında, ürün özellikleri dikkate alınmadan yapılan detaylandırmalar ise sonradan sorunlara neden olacaktır. Birleşme noktalarında özellikleri birbirinden farklı olan iki ürünün yan yana getirilmesi ya da birleşme parçasının gereği gibi detaylandırılmaması sonucu sorunlar ortaya çıkmaktadır (Eriç, 1975).

Cephelerdeki girintili çıkıntılı detaylandırmalar, suyu tutup akmasına engel olmakta, aynı zamanda toz, duman gibi katı zararlıların cephede birikip, yağmur suyu yardımıyla kirlilik oluşturmaya neden olmaktadır. Cephe üzerindeki kirlerin temizlenmemesi ise cephe kaplamalarını olumsuz olarak etkileyerek, sorunlar oluşacaktır.

Cephe kaplamaları arkasında kullanılan ısı tutucu ürün için gerekli hesaplar ve detaylandırmalar yapılmadığı takdirde kondansasyon sorununa neden olarak, cephe kaplamalarına ve yapıya hasar verici sorunlar oluşturacaktır.

4.1.3 Yapım süreci ile ilgili etmenler

Cephe kaplamalarında sorun oluşturacak yapım süreci ile ilgili etmenler, hatalı ve kalitesiz işçilik ile hatalı uygulamaları kapsamaktadır.

Yapım sürecinde karşılaşılan hatalı işçilik ve uygulamalar, kontrol eksikliğinden kaynaklanmaktadır. Mimari proje kapsamındaki detayların uygulamada dikkate alınmaması, yeterli iş, araç ve gereçlerinin kullanılmaması, kalitesiz işçiliği ortaya çıkarmaktadır. Kontrol mimarı ya da ilgili teknik elemanların sorumlu olduğu bu tür hatalara işçilik hatası denilmektedir (Eriç, 1975).

Cephe kaplamalarının, çok sıcak ve çok soğuk havalarda uygulanması, kaplanacak yüzeylerin temizlenmemiş ve ıslak olarak uygulanması, denetimsizlikten kaynaklanıp, kaplamalar üzerinde kısa zamanda sorunlar oluşmasına neden olacaktır.

Yapım süreci içerisinde şantiyede bekletilen kaplama elemanlarının, koruma önlemleri alınmayıp atmosferik etmenlere açık bırakılması da kaplamalarda sorunlar oluşmasına ve uygulama öncesi hasar görmelerine neden olacaktır.

Proje detayları dikkate alınmayarak yapılan uygulamalar, ülkemizde sıkça rastlanan durumlardır. Örneğin, mekanik işlemlerle yapı yüzeyine uygulanan kaplamaların

birleşimlerinde ve kaplamaları taşıyacak sisteme montajlarında, projede belirtilen miktarlarda birleşim elemanı kullanılmaması şeklinde yapım sürecinde yapılan hatalı ve eksik uygulamalar, kullanım süreci içerisinde karşılaşılabilecek çeşitli sorunlara etken olacaktır.

Daha çok işçilik hatası olarak bilinen bu sorunlar, tamamen denetim eksikliklerinden kaynaklanmaktadır.

4.1.4 Kullanım süreci ile ilgili etmenler

Yapılar kullanım süreçleri içerisinde, atmosferik etmenlerin, ses, yükler ve kuvvetler, katı zararlılar ve biyolojik etmenlerin, yangın ve kullanıcı hatalarından kaynaklanan etmenlerin etkisi altında kalmaktadır.

Kullanım süreci içerisinde dış ortamdan doğal olarak gelen, kaçınılmayacak en önemli etmen, ısı, su, güneş, gaz etkilerini kapsayan atmosferik etmenlerdir. Bu etmenlerin bilinmesi, kaplama malzemesi seçiminde tasarımcıya yol gösterecektir.

4.1.4.1 Atmosferik Etmenler

Cephe kaplamaları, uygulandıkları ve kullanılmaya başladıkları andan itibaren dışarıdan ortamdaki gelebilecek her türlü atmosferik etkiye açıktır. Yapıyı korumakla görevli olan cephe kaplamaları, bu etmenlerin yapıya girmesini engeller ya da istenilen ölçülerde girmesini izin verir.

Cephe kaplamalarını etkileyen atmosferik etmenler; ısı, su ve nem, zararlı gazlar, gün ışığı ile ilgili etmenlerdir. Bu etmenlerin etkileri, uygulama yapılan bölgenin iklimi ile de ilişkilidir.

• Isı ile ilgili etmenler

Isı, bir maddenin sıcaklığının artmasına neden olan fiziksel enerji türüdür. Birimi joule (j) ve kalori (cal)'dir. Bir maddenin moleküllerinin hareket enerjileri ile moleküller arası bağlanma enerjilerinin toplamı ısı enerjisini vermektedir.

Sıcaklık ise ısı alan bir maddenin moleküllerinin hızı ile ilgili bir büyüklük olup, maddenin ısı durumunu belirten ölçüm olarak tanımlanmaktadır. Birimi K, °C, F, R' dir. Sıcaklık derecesi, doğrudan ısı miktarı ile bağlantılıdır.

Isınma ısı, bir malzemenin bir gramının sıcaklığını 1 C° yükseltmek için gereken ısı miktarıdır. Isı alan bir malzeme, moleküllerinin artan kinetik enerjileri ile düzensiz harekete geçip katı halden sıvı hale geçerek, erir ya da buharlaşır. Erimiş bir malzemenin ısı alındığı takdirde, moleküllerinin kinetik enerjileri azalarak, kohezyon kuvvetleri yardımı ile katılaşma ya da donma gibi düzenli bir sisteme geçerler (Eriç, 2002).

Malzemelerin ısındıkları zaman boylarının geniştikleri, soğudukları zaman da boylarının kısalıp büzüldüğü bilinmektedir. Bu şekilde, malzemelerin ısı ile hacimlerini değiştirmelerine ısısal deformasyon denilmektedir. Isı değişimleri ile farklı titreşime uğrayan atomların birbirleri arasındaki mesafelerin değişmesi sonucu katı malzemeler, bir doğrultuda genişleşip uzarken, ısının düşmesi ile kısalmaktadır (Eriç, 2002).

Cephe kaplaması olarak kullanılan levhalarda, diğer malzemelerde olduğu gibi, levha boyutuna ve ısı genişleme katsayısına (α) bağlı olarak, Δt sıcaklık farkında beklenen doğrusal uzama ya da kısalma şeklinde kendini gösteren deformasyon, aşağıdaki formülle hesaplanmaktadır:

$$\Delta l = \Delta t \cdot L \cdot \alpha \text{ (mm)'} \text{ dir (Eriç, 2002).} \quad (4.1)$$

Δl =L boyundaki uzama ve kısalma (mm)

Δt =Etkisinde kalan sıcaklık farkı ($^{\circ}\text{C}$)

L=Isı genişmesinin hesaplandığı levha boyutu (m)

α =Metalin ısı genişleme katsayısı ($\text{mm/m} \cdot ^{\circ}\text{C}$). 10^{-6}

Isı karşısında malzemeler özelliklerine bağlı olarak genişlemektedir. Çeşitli malzemelerin ısı genişleme katsayıları Çizelge 4.1'de verilmiştir.

Çizelge 4.1 Çeşitli malzemelerin ısı genişleme katsayıları (α) (Eriç, 2002)

Malzeme	Isı genişleme katsayısı $\alpha \text{ (cm/cm } ^{\circ}\text{C) } 10^{-6}$
Taş	7-12
Beton	10-12
Cam	3-5
Demir-Çelik	11,7
Alüminyum	24

Isısal deformasyonlar sonucu oluşan genişleme ve büzülme, malzemede iç gerilmeler yaratmaktadır. Genişleme ve büzülme etkisiyle oluşan gerilmeler ise malzemelerin mekanik dayanımını etkileyecektir.

Gerekli önlemler alınmadığı takdirde, aşırı genişleme ve daralma etkisinde kalan yapı malzemesinde aşağıdaki formülde görülen gerilmeler oluşmaktadır (Çiçek, 2002).

$$\sigma = \alpha \cdot \Delta t \cdot E \quad (4.2)$$

α =malzemenin genleşme katsayısı;

E =malzemenin elastisite modülü

Δt =sıcaklık farkı olduğuna göre,

σ =malzemede oluşan çekme ve basınç gerilmesini vermektedir.

Oluşan gerilme, malzemenin dayanım sınırlarını aştığında, malzeme çatlayarak ayrılacak ya da birbirine değdiği yerlerde ezilmeler görülecektir (Çiçek, 2002).

Isının, sıcaklık farkı nedeniyle, iki malzeme arasında, sıcak olandan soğuk olana doğru geçiş yapması, ısının taşınması olayı ile gerçekleşmektedir. Isının taşınması ise, maddelerin bulundukları ortamlara göre konduksiyon (iletim), konveksiyon (taşınım) ve radyasyon (ışınım) olmak üzere üç şekilde gerçekleşmektedir (Eriç, 2002).

Konduksiyon; bir malzemenin kendi yapısı içinde ya da bağlantılı bulunduğu farklı ısıdaki bir malzeme ile moleküler yapıdaki kinetik enerji iletişimidir. Katı cisimlerde ya da hareket etmeyen, sıvı ya da gaz (hava) gibi molekül ağırlıkları düşük akışkanlarda görülür. Konveksiyon, molekülleri serbestçe hareket eden sıvı ya da gaz (hava) gibi molekül ağırlıkları düşük akışkanlarda, sıcak moleküllerin soğuk moleküllerle yer değiştirmeleri sonucu oluşan ısısal geçirimlilik olayıdır. Radyasyon; ısı enerjisinin, ışıyım yolu ile, herhangi bir ara taşıyıcıya gereksinim duymadan, elektromanyetik dalgalar şeklinde oluşan ve malzemeye geçiş sağlayan ısısal iletim şeklidir (Eriç, 2002).

Bir malzemenin ısı geçirimliliği, malzemenin kalınlığına ve malzemelerin kendi iç yapılarına göre değişebilen ısı iletkenlik katsayısına bağlıdır. Birimi W/mK'dır. Birim ağırlığı az olan malzemelerin ısı iletkenlik katsayısı düşüktür.

Bir malzemenin ısı geçirgenliği (Λ), o malzemenin ısı iletkenlik katsayısının (λ ısı), kalınlığına (d) oranı ile bulunur.

$$\Lambda = \lambda_{ısı} / d \text{ (W/m}^2\text{K)} \quad (4.3)$$

Çok tabakalı yapı bileşeninin ısı geçirgenlik direnci [R]:

$$1 / \Lambda = d_1 / \lambda_1 + d_2 / \lambda_2 + \dots + d_n / \lambda_n \text{ ısı geçirgenlik değeri ve} \quad (4.4)$$

$$R = 1 / \Lambda \text{ (m}^2\text{K/W)} \text{ olarak ısı geçirgenlik direncini vermektedir.} \quad (4.5)$$

Çeşitli malzemelerin birim hacim kütlelerine göre ısı iletkenlik katsayıları Çizelge 4.2'de verilmiştir.

Çizelge 4.2 Çeşitli malzemelerin ısı iletkenlik katsayıları (λ ısı) (Eriç, 2002)

Malzemeler	Birim Hacim Kütlesi (Kg/m ³)	Isı İletkenlik Katsayıları (λ ısı) W/mK
Granit, bazalt, mermer	>2800	3,5
Kil, sıkıştırılmış toprak	2000	2,3
Çimento harcı (sıva, şap)	2000	1,4
Gaz betonlar	400-800	0,14-0,23
Ahşap	300-800	0,058-0,13
Plastik (PVC)	1500	0,23
Demir, Çelik	7800	58
Bakır	8900	385
Alüminyum	2700	200

Bazı malzemelerin ısı iletkenlik katsayıları, nem artışı ile değişikliğe uğramaktadır. İnorganik esaslı malzemelerde (taş, tuğla, vb.) ısı iletkenlik katsayıları %1 nem artışında %32 oranında bir artış göstermektedir. Katı malzemelerin ısı iletkenliği, gözeneklilik derecesine, gözeneklerin büyüklüğü ile dağılım durumuna ve barındırdığı nem miktarına bağlıdır (Eriç, 2002).

Malzemenin mekanik dayanımını etki ederek genleşme ve büzülmelere neden olan ısı değişimleri, yazın bir günlük değişim şeklinde hızlı ve büyük olduğunda, bütün bir yıl boyunca meydana gelen küçük ve yavaş ısı değişimlerinden daha zararlı olmaktadır.

Isı etkisiyle cephe kaplama malzemelerinde ortaya çıkan iç gerilmeler, sıcaklık değişim hızı ve malzemelerin ısı iletkenlik değerleri ile ilgilidir (Eriç, 2002).

• Su ve nem ile ilgili etmenler

Su, fiziksel halinde katı, sıvı ve gaz olarak, yeraltı ve yerüstü kaynakları ile hava içindeki nem olarak doğada bulunmaktadır. Gaz olarak atmosferde ve malzemenin boşluklarında, sıvı olarak yağmur, sel, birikinti suyu, yeraltı suları, göl, nehir ve denizlerde, katı olarak kar, buz ve buzul biçiminde bulunmaktadır (Avlar, 2000).

Yapıda, su ile doğrudan karşı karşıya kalan yapı elemanları dış duvarlar, çatılar ve temellerdir. Dış duvar malzemesinin su ile karşılaşması, ıslanma ve iç ortamdan dış ortama doğru hareket halinde olan su buharının yoğunlaşması sonucunda gerçekleşmektedir.

Malzemelerin sudan etkilenmeleri ise yüzeysel olarak ıslanma ve emme şeklinde olur. Buhar basıncı nedeniyle oluşan buhar geçirirliliği ise malzeme iç yapısını ya da yüzeysel olarak malzemeyi etkilemektedir. Yüzeysel olarak malzemeye etkiyen su, malzeme yapısındaki kılcal kanallarda kapiler basınç etkisi ile hareket ederek, atmosfer basıncını dengelemektedir (Eriç, 2002).

Bünyesi boşluk içeren malzemeler suyla temas ettiklerinde, boşlukları dolduracak miktarda su emerler. Malzemenin boşluklarında bulunan su, sıcaklık düşmesiyle donarak hacmi genişler ve malzemede gerilmeler oluşturur. Su emerek şişen ve hacmi artan malzemeler, emdiği suyu kaybederek kuruyunca da, büzülme olayı gerçekleşir. Bu durum sonucunda da malzemede çatlaklar oluşur (Toydemir vd., 2000).

Dış cephede, öncelikle korunmayı gerektiren suyun kaynağı yağmur sularıdır. Yağmur suları, cephede, rüzgarın da etkisiyle sorun oluşturan etmenlerin başında gelmektedir. Yağmur damlası, bir yüzeye çarptığında sıçrama, emilme ve akma olayları gerçekleşir. Yağmur yeterli şiddet ve sürede devam ederse akan damlalar yüzeyde bir su katmanı oluştururlar. Bu katman da, malzemenin yüzeysel karakterine bağlı olarak emilecek, sıçrayacak ve küçük ölçekli yağmur dereleri oluşturarak akacaktır (Özdeniz, 1978).

Suyun beraberinde sürüklediği taneli malzemelerin aşındırması da yapı cephesinde hasar oluşturmaktadır. Şiddetli rüzgar ile yağın yağmur suyunun yüzeye teması daha sert ve duvar içine yayılması daha hızlıdır. Suyun diğer bir yağış şekli olan dolu yağışları da çarpma sonucu aşındırma etkisi yapmaktadır.

Su ile birleşerek malzemeye çeşitli zararlar verebilecek diğer bir unsur da çözünebilir tuzlardır. Bu tuzlar; doğal taşlar, çimento bileşenli yapay taşlar, yanmış kil ürünlerde olduğu gibi malzemenin kendi iç yapısından; kalkerli taşlar, özellikle kireçtaşlarında olduğu gibi malzemenin yapıda kullanımı sonrasında atmosferik etkilerle ayrışmasından; ayrıca derz malzemeleri ve uygulamada kullanılan bağlayıcı diğer malzemelerde olduğu gibi ana malzemeden farklı olarak yardımcı malzemelerden kaynaklanmaktadır (Addleson, 1972a).

Özellikle sahil çevrelerinde bulunan çözünebilir tuzlar, su ile birleşerek, cephe kaplamalarına, birleşim elemanlarına ve kaplamaları taşıyan profillere etki ederek sorun oluşturabilirler.

Dış duvar kaplamalarına suyun yanında etki eden diğer bir etmen de nemdir. Hava içindeki su buharı olan nem, kondansasyon, terleme ve nemlenme gibi yapı elemanlarına zarar veren olayların asal kaynağıdır.

Havadaki nem, her sıcaklıkta oluşabildiği gibi, miktarı sıcaklığa bağlı olarak değişmektedir.

Sıcaklık azaldıkça havadaki su buharı azalır, sıcaklık yükseldikçe artar. İçinde fazla miktarda nem bulunan havaya nemli hava, su buharı bulunmayan havaya ise kuru hava denir (Avlar, 2000).

Havadaki maksimum su buharına ‘bağıl nem’ denir. Belirli koşullarda ve sıcaklıktaki hava, bünyesinde maksimum su buharı bulunduruyorsa, bu havaya ‘buhara doymuş hava’ denir. Sıcaklığın düşmesi sonucu, buhara doymuş hava içinde bulunan buharın bir kısmı yoğunlaşarak su haline dönüşecektir. Ayrıca malzemedeki yüzeysel soğukluklarda bu olaya sebep olmaktadır (Eriç, 2002).

Belirli bir sıcaklıktaki doymuş havanın basıncına ‘doymuş buhar basıncı’ denir. Sıcaklık derecelerine bağlı olarak farklı değerler gösteren buhar basıncı, yüksek basınçtan alçak basınca doğru bir akım meydana getirmektedir. Bu buhar basıncı nedeniyle malzemelerin bünyelerinden buhar akımı geçirmelerine ‘difüzyon’ denilmektedir (Eriç,1988).

Buhar akımının geçişi, malzemelerin kendi su buharı difüzyon direnç katsayısına bağlıdır. Çeşitli malzemelerde buhar difüzyon direnç katsayıları Çizelge 4.3’de verilmiştir.

Çizelge 4.3 Çeşitli malzemelerin su buharı difüzyon direnç katsayıları (Eriç, 2002)

Malzeme	Su buharı difüzyon direnç katsayısı (μ) (birimsiz)
Doğal taşlar	70-150
Beton	70-150
Cam	∞
Masif ahşap	5-10
Plastik	∞
Metaller	∞

Buharın su haline dönüşmesi sonucunda malzemede yoğunlaşma oluşur. Yoğunlaşma, malzeme yüzeyinde gözle görülebilen terleme ya da malzeme içinde gizli olarak oluşan kondansasyon şeklinde görülür. Terleme, yapı elemanı yüzeyinde sıcaklık düşmesi ile meydana gelen buharın su haline dönüşmesidir. Kondansasyon ise, farklı buhar basınçlarından dolayı yapı elemanının malzemeleri arasında meydana gelen buharın su haline dönüşmesi olayıdır (Eriç, 1988).

Nem, su buharı şeklinde yapı elemanlarına ve malzeme tabakalarına sızar ve eğer şartlar uygunsa öbür taraftan çıkar. Dışarı atılmayan su buharı, elemanların rutubetlenmesini ve rutubetlenmeden kaynaklanan olaylar dizisini başlatır. Bu durum, duvarın tüm fiziksel niteliklerini olumsuz yönde etkileyerek, malzeme bünyesini tahrip edici sorunlara yol açacaktır.

• Gazlar ile ilgili etmenler

Özellikle büyük kentlerde, konut bacalarından çıkan zararlı gazlar, endüstriyel alanlarda fabrikalardan çıkan toz, kükürtlü ve karbonik asitli gazlar, ulaşım araçlarının yaydığı gaz artıkları atmosfere yayılmaktadır. Yayılan gazlarla oluşan, karbondioksit, karbon monoksit ve kükürt dioksit gibi kirletici kimyasal maddeler, atmosferin kirlenmesine neden olmaktadır. Atmosfere karışan bu kimyasal maddeler, yağışlarla birlikte asitlere dönüşerek cephe kaplama malzemeleri üzerinde bozucu etkiler meydana getirmektedir (Yolsal, 2003).

Yanma sonucu oluşan duman içindeki küçük partiküller, gaz gibi davranarak hava içine karışmaktadır. Isınma amaçlı kullanılan kömür, çok miktarda karbon aynı zamanda katran kaplı hidrokarbonlar içermektedir. Bu maddeler, kömürün tamamlanmamış yanmasından artan bölünmüş partiküllerin yapışma gücüne eklenerek isli, kurumlu tabakalar oluşturma eğilimi göstermektedir (Zaim, 1985).

Dış cephe kaplama malzemesi üzerine yapışan duman partiküllerinin oluşturduğu isli tabakalar, kirli görünümünün yanında büyük miktarda su tutma kapasitesine de sahiptirler. İş, kirlilik yapan katranlı maddeler ve karbonat içermesi yanında serbest asitleri ve eriyebilir tuzları da taşıyabilmektedir (Zaim, 1985).

Doğrudan ya da dolaylı olarak bazı asit ve bazların etkisi altında kalabilen cephe kaplama malzemeleri üzerinde, bu etkileşim sonucunda sorunlar oluşacaktır. Metal cephe kaplamalarında da, malzeme özellikleri nedeniyle, gazlarla etkileşimlerinde çeşitli sorunlar oluşacaktır.

• Güneş ışınları ile ilgili etmenler

Güneş ışınları ile ilgili etmenler, güneş ışığı ve onun gözle görülmeyen zararlı ışınlarını kapsamaktadır. Bu zararlı ışınlar, zamanla yapı elemanları üzerinde gözle görülür hasarlara neden olmaktadır.

Güneş ışınları, güneşten yayılarak, atmosfer katmanlarından geçip dünyaya gelen ışınlardır. Bu ışınlar içerisinde, ısıtıcı (kızılaltı-enfraruj-IR ışınları) ve renk değiştirici (morötesi-ultraviyole-UV ışınları) etkiye sahip, gözle görünmeyen ışınlar da bulunmaktadır.

Kızılaltı (enfraruj-IR) ışınları, ısı enerjisi taşıyan, dalga boyları uzun ışınlardır. Bu ışınlar, etkisinde bıraktıkları yüzeyleri, renklerine bağlı olarak ısıtır, sıcaklığını yükseltir ve genişlemesine neden olur.

Morötesi (ultraviyole-UV) ışınlar, renk değiştirici ışınlar olup ve çarptıkları yüzeylerin renklerini değiştirirler. UV ışınları kısa dalga boylu oldukları için kinetik enerjileri ve girişimleri fazladır. Özellikle organik malzemelerde önemli ayrışma ve çözülmelere, taşlarda ise ayrışabilir pigmentlerin renk değiştirmesine neden olurlar. Ultraviyole ışınları ile gelen alfa parçacıkları organik malzemenin atomlarına çarparak, atomik yapıda bozulmalara yol açar ve malzemenin eskimesine sebep olurlar. Ahşabın zamanla esmerleşmesi, bitümlü maddelerin, boyaların zamanla bozulması bu etkiler sonucudur (Coşkunsu, 1990).

Görünür ışınların içerisinde mor rengin dalga boyu kısa, kırmızı rengin dalga boyu ise uzundur. Mor ışınların daha kısa dalga boyunda olanlarına morötesi ışınlar, kırmızı ışınların daha uzun dalga boyunda olanlarına kızılaltı ışınlar denilmektedir (Eriç, 2002).

Güneş ışınlarını içinde biyolojik yönden de en önemli olan bölümü, morötesi ışınların bulunduğu dalga boylarıdır. Bu ışınlar insan cildi üzerinde de, etki süresine bağlı olarak artan tahribata sebep olmaktadır.

Güneş radyasyonları etki ettiği malzemenin yüzeysel durumuna ve rengine göre değer kazanmaktadır. Örneğin parlak yüzeyler radyasyonu yansıtmakta, koyu renkli yüzeyler ise radyasyonu yutmaktadır. Bu özellikten dolayı, malzeme yüzeyinin çeşitli renklerine göre yüzeysel emicilik katsayısı (a)'nın % olarak belirlenmesi gerekir (Eriç 2002).

Çizelge 4.4 Çeşitli renk ve malzemelerde yüzeysel emicilik katsayıları (a) (Eriç, 2002)

Renk	Malzeme	Yüzeysel emicilik katsayısı (a)
Beyaz	Mermer, beyaz sıva, cilalı metal, alüminyum, alçı, kireç, beyaz boya	0.2-0.3
Sarı, turuncu, açık kırmızı	Taş, tuğla, beton, metal, seramik, plastik	0.3-0.5
Açık mavi	Taş, seramik, plastik	0.5-0.7
Koyu mavi	Seramik, boya, plastik	0.7-0.9
Koyu kahve, siyah	Taş, seramik, boya, plastik	0.9-1.0

Çizelgede görüldüğü üzere koyu renkli malzemelerin emicilik katsayısı daha yüksektir. Koyu

renkli yüzeyler, gelen ışınların büyük bir kısmını emerler ve bu şekilde yüzey sıcaklıkları artar. Yüzey sıcaklığı artan malzemelerde, malzeme görünümünü, yapısını ve cephe sistemini olumsuz olarak etkileyecek sorunlar oluşacaktır.

4.1.4.2 Ses ile ilgili etmenler

Ses, hareket halindeki bir cisimden oluşarak titreşime dönüşmüş molekül hareketlerinin, belli bir şiddet ve frekans içinde belirginleşen ve kulağımızda işitme hissi doğuran küresel bir dalga hareketidir. Fiziksel olarak ses, şiddet ve frekansı çeşitli malzemelere çarparak, yansıma ve yutulma sonucu değişim gösteren bir kavram olarak ifade edilmektedir (Eriç, 2002).

Sesin yayılma hızı (m/sn), çeşitli ortamlarda molekül düzenlerinin farklı olmasından dolayı, malzemenin elastiklik modülüne (N/mm^2) ve birim ağırlığına (gr/cm^3) bağlı olarak değişen bir değerdir. Ortam sıcaklığı da ($^{\circ}C$), sesin yayılma hızına etkili olmaktadır (Eriç, 2002).

Frekans (f), tam bir devir süresi (T) ile başlangıç durumuna geçen ses titreşiminin bir saniye içindeki dalga hareketidir. Dalga boyu (λ_{ses}) ise titreşim hareketinin bir devir süresince aldığı mesafedir.

Ses şiddeti, desibel (β) (dB) ile ifade edilmektedir (Oktuğ, 1990). İnsan kulağı için ses şiddetinin bazı değerleri Çizelge 4.5’ de verilmiştir.

Çizelge 4.5 Ses şiddetinin insan kulağı için oluşturduğu etkiler (Oktuğ, 1990)

Ortam Etkisi	Gürültü şiddeti (dB)
Ağrı verici ortam	120
Zarar verici ortam	90
Rahatsız edici ortam	60
Huzur ortamı	10

Sesin yayılım süresi içinde bir yüzeye çarpması ile oluşan yayılma olayında ses, çarptığı yüzeyin normali ile eşit açı yaparak bir kırılma sonucu yön değiştirmekte ve yayılımına devam etmektedir. Sesler kulağımıza 1/10 sn farkla geldiği zaman birbirinden ayrılabilir niteliktedir. Bu değer bir sınır değer olup, yansyarak gelen sesin artık kulak tarafından algılanmaya başladığı noktadır. Bu süre farkı ve buna bağlı mesafeden itibaren ilk gelen ses üst üste fakat ayrı ayrı hissedilmeye başlanmaktadır. Bu olay sesin algılanma süresini artırdığından ‘ses uzaması’ olarak adlandırılmaktadır. Ancak, doğrudan ve yansyarak gelen

sesler arasındaki sürenin 1/5 saniyeyi aşması ile artık kulak her iki sesi tamamen birbirinden bağımsız olarak algılamaya başlar ve bu durumda yankı olayı oluşur (Eriç, 2002).

Ayrıca, çeşitli ses ışınlarının, kaynaktan çıktıktan sonra bir noktada birleşmeleri ise odaklanma noktasını, dolayısı ile ikinci bir yapay ses kaynağını oluşturmaktadır.

Ses çeşitli malzemeler tarafından bir kısmı yansıtılıp bir kısmı ise yutulmaktadır. Bu değer her malzemenin iç yapısına göre 0,2-1,00 m/sn arasında değişmektedir. Açık bir boşlukta ses tamamen dış ortama geçeceğinden tutuculuk değeri 1'dir. Bu değer farklı frekanslara göre de değişmektedir. Gözenekli malzemelerde, frekansın yükselmesi, ses yutuculuk değerinin de artmasına yol açmaktadır (Eriç, 2002).

Ses geçirimsizlik değerinin, malzemenin ağırlığı, tespit şekli, yüzeyi, kalınlığı, homojenlik ve titreşim faktörleri ile ilişkisi vardır. Ancak, burada ses dalgalarının malzemeden geçebilme yeteneği söz konusu olduğundan, ses geçirimsizlik değerini hesaplamada, malzemenin ağırlığı etkili olacaktır.

Ses geçirimsizlik değerinin sağlanması için frekansların da belli sınırlar içinde bulunması gerekir. Bu durum da malzemenin birim ağırlığı, elastiklik modülü ve kalınlığı ile ilgilidir. Sınır frekansı 1500 Mh'in üzerinde olan tabakalar eğilebilir niteliktedir (Eriç, 2002).

Gürültü olarak bilinen, istenmeyen düzeylerdeki rahatsız edici ses düzeyine karşı, yapıların ve dolayısı ile yapı iç ortamının belli bir konfor düzeyinde kontrol altına alınması gerekmektedir. Bu nedenle, dış ortamla temas halinde olan cephe kaplamalarından bu görevi yerine getirmesi beklenmektedir.

Günümüzde teknolojik koşulların getirdiği etkenlerle gürültü kaynakları da olabildiğince artmış ve gerek fizyolojik gerekse psikolojik yan etkileriyle insan konforunu bozar hale gelmiştir.

Yapılar için gürültü oluşturabilecek kaynaklar, yapı içinden gelen ve dışarıdan gelenler olarak düşünüldüğünde, yapı kabuğu kapsamında dışarıdan gelen gürültünün iç ortama geçirilmemesi yer almaktadır.

Dış kaynaklardan gelen gürültüler, trafik, demiryolu, uçak gibi taşıtlardan kaynaklanmaktadır. Bunlar dışında endüstriyel çevrelerde fabrika gürültüleri vb olarak da bilinen gürültü düzeyindeki sesler, içeriye geçirilmesi istenmeyen seslerdir.

Ayrıca cephe kaplama malzemelerinin özellikleri ve tespitlerinden kaynaklanan sesler de yapı da istenmeyen seslerdir.

4.1.4.3 Yükler ve kuvvetler ile ilgili etmenler

Katı malzemelerin hareket halini veya Şeklini değiştiren etkiye kuvvet denilmektedir. Malzemelerin iç yapısını oluşturan atom bağları, kuvvetler karşısında deformasyona uğramaktadır. Belli bir limitten sonra kuvvetin değerinin artırılması, bu deformasyonların, molekül ve atomlar arasında kaymalar meydana getirmesine ve malzemenin parçalanmasına ya da kopmasına yol açacaktır (Eriç, 2002).

Malzemede görülen deformasyonlar elastik ve plastik deformasyon Őeklinindedir. Kuvvetin birim alana etki eden değeri olan gerilme ile deformasyon oranı belli bir artış içinde ise oluşan deformasyon Şekli elastik deformasyondur. Bu tür deformasyonda, malzeme ilk Şekline dönüşmektedir.

Kuvvetin etkisi altında malzemede meydana gelen Şekil değiştirme kalıcı nitelikte ise plastik deformasyon oluşur. Kolay Őekillendirilen kil, bakır, kurşun gibi malzemelerde genellikle bu tür deformasyonlar görülür. Plastik deformasyonlarda, malzeme içyapısındaki atomlar arasındaki bağlar kopar, ancak komşu atomlar yeni bağlarla ilişki kurar. Gerilme artışı, yükleme hızı ve ısı, kopmanın hızını etkileyecek faktörlerdir (Eriç, 2002).

Malzemelerin sertliği, yüzeylerinin kalıcı Şekil değiştirmeye karşı gösterdiği dayanımı belirler. Kalıcı deformasyon Şekli olan aşınma hali, çeşitli kuvvetler karşısında malzemenin sertliğine bağlı olarak yüzeyinde meydana gelen kopma ve paralanmalardır. Bu olay iki malzemenin birbirini etkimesi sonucunda da oluşmaktadır. Sertlik yanında malzemelerin aşınmasını etkileyen faktörler, malzemeye uygulanan basınç ve aşındırma sresidir (Eriç, 2002).

Malzeme yüzeyinde meydana gelen aşınmalar, yüzeysel Şekil değişmelere, ısınmalara ve korozyona yol açmaktadır.

Cephe kaplama malzemelerini etkileyen yükler ve kuvvetler gibi mekanik etkilerden kaynaklanan sorunlar, genelde, taşıyıcı duvar sisteminin kaplama ile olan ilişkisinde ortaya çıkmaktadır. Taşıyıcı sisteme gelen yatay ya da düşey yüklerin etkisiyle ortaya çıkan küçük deformasyonlar, sistemle ilişkide olan kaplama malzemelerinde de sorunların oluşmasına yol açacaktır (Eriç, 1986).

Bununla birlikte, duvar gövdesinde, yükler, taşınmalar ve çeşitli zorlamalar sonucunda oluşabilecek deformasyonlar, çatlamalar ve burulmalar, kaplamayı da etkileyecektir (Kafesçioğlu, 1984).

Yapıya ve buna bağlı olarak cephe kaplamasına etki eden yükler; yapının kendi yükü ve

kullanım yükü şeklinde düşey yükler ile rüzgar ve deprem yükü şeklinde yatay yüklerdir.

Yapıya etki edecek düşey ve yatay kuvvetler karşısında gerekli kesit boyutlarının bulunması için, projelendirme aşamasında gerekli hesaplar yapılmaktadır. Ancak yapının uygulanması ya da kullanılması aşamasında, beklenmeyen deprem şiddeti veya hatalı bir uygulama gibi nedenlerden dolayı hesaplanan yük dengeleri bozulabilmektedir.

Sabit yükler dışında hareketli yüklerin de etkisiyle, yapılar değişken kuvvetlerin ve dolayısıyla değişken gerilmelerin etkisi altında kalmaktadır. Bu durumda olan bir yapı elemanının herhangi bir kesitine ait bir noktanın, minimum ve maksimum gerilme gibi iki limit arasında değişen bir gerilmeye maruz kalması sonucu yorulma olayı da meydana gelecektir. Malzemede yorulma olayı dışında, sabit ve kalıcı gerilmeler altında zamanla artan ve sünme denilen şekil değişimleri de görülür. Sünme olayında, molekül yanal bağları zayıflayarak kolay kaymalara yol açılmakta ve malzeme statik dayanımına göre daha düşük bir gerilme altında kırılabilir (Eriç, 2002).

Aşırı ve devamlı yüklemeler sonucunda, yapının taşıyıcı sisteminde ve taşıyıcı sistemi örten kaplama malzemesinde gerilmeler ve dolayısıyla çatlaklar oluşacaktır. Sonuçta malzeme kesiti zayıflayarak yapı elemanının kırılması ve çökmesi ile karşılaşılır. Taşıyıcı sistemlerde meydana gelen deformasyonlar sonucu, bu sistemleri örten kaplama malzemeleri ile taşıyıcı sistem malzemeleri arasındaki aderans zayıflayacaktır (Eriç, 2002).

Yapılara ve dolayısıyla dış kaplamaya etki eden yatay yükler; deprem ve rüzgar yükleridir. Deprem, zeminin ani hareketidir. Bu yer hareketi, yer kabuğunda meydana gelen gerilme yığılmalarının ya da deformasyon enerjisi birikiminin, jeolojik fay hatlarındaki ani kaymalarla serbest kalması sonucu ortaya çıkmaktadır. Sismik dalgalar tarafından oluşturulan ve gelişigüzel değişebilen bu ani hareketler dizisi, temeller aracılığıyla yapıya iletilir ve yapının üst katlarında daha büyük hareketlere neden olur (Özşen ve Yamantürk, 1991).

Bir deprem sonrasında oluşan hasarlar; statik ivmeden, farklı temel oturmalarından, yapısal titreşimlerden meydana gelmektedir (Tüz, 1996).

Deprem meydana getirdiği yatay etkiler sonucu, yapının süredurumu (ataleti) nedeniyle doğan kuvvetler ile yapı özelliklerine bağlı olarak, malzemede, dolayısıyla yapının çeşitli kesimlerinde gerilmeler meydana gelir. Bu gerilmelerin kritik bir değere ulaşması sonucu en zayıf noktada çatlaklar, giderek çökme ve kırılmalar meydana gelir (Eriç, 2002).

Deprem yükleri, yapı bütünü kapsamında cephe kaplama malzemelerini de etkilemektedir. Dış duvarlara kendilerini taşıyacak sistemleri ile tespiti yapılan metal levha kaplamalarda da,

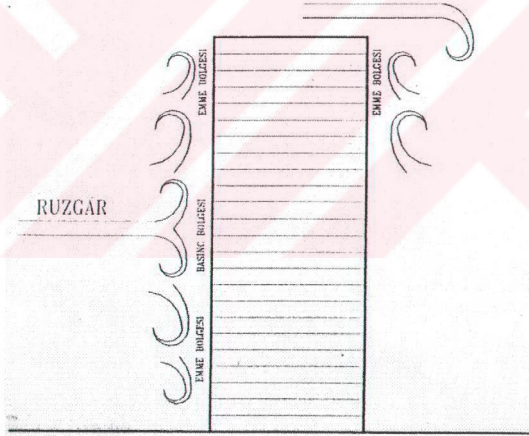
deprem etkisiyle bir takım sorunlar oluşabilmektedir.

Sismik bölgelerde depreme dayanıklı yapı yapılmaması durumunda, deprem etkileri yapı ve yapı malzemelerine zarar verecektir. Depreme dayanıklı yapı yapılmasında, statik hesapların, deprem şartnamelerine uygun olarak hesaplanması önemlidir.

Yapıya ve cephe kaplama levhalarına yatay olarak etki eden yüklerden diğeri, rüzgar yüküdür. Rüzgarın dış duvar yüzeylerinde etkisi, yapı boyutu ve biçimine bağlı olarak oluşan basınç ve emme kuvvetleridir.

Rüzgar yükleri, cephelere genellikle dik olarak etki etmektedir. Etkileri, öncelikle kaplama elemanları vasıtası ile onları taşıyan profillere, oradan da tespit elemanları aracılığı ile yapı taşıyıcı sistemine iletilmektedir (Uzak, 1998).

Rüzgarın cephelere dik olarak etki ettiği alanların orta bölümlerinde bir basınç oluştururken, rüzgarın üst ve yanlara doğru yön değiştirmesiyle yapıların bu bölgelerinde de bu kez vakum yani emme basıncı oluşur (Erdoğan, 1991).



Şekil 4.1 Rüzgarın basınç ve emme etkisi

Rüzgarın yapılar üzerindeki etkisi rüzgarın esiş hızına, esiş doğrultusuna, yapının yerden yüksekliğine, geometrisine ve çevre yapıların konumuna bağlıdır. Genellikle rüzgar yönünde yapıda basınç, rüzgar altı tarafında emme oluşur. Rüzgar basınç değerleri yüksekliğe bağlı olarak artmaktadır (Özşen ve Yamantürk, 1991).

4.1.4.4 Katı zararlılar ve biyolojik etmenler

Dış cephe kaplama malzemelerini olumsuz olarak etkileyen katı zararlılar, toz, kum, tuz, çamur, biyolojik etmenler ise yosun, mantar, bakteri, bitkisel parazit, kemirici hayvan vb. etmenlerdir.

Doğal tozlar, karasal parçacıklar, bazı volkanik küller ve çok az oranda uzaydan gelen kozmik tozlardan oluşan, yaklaşık 1-100 mikron arasında değişen büyüklüklerdeki küçük parçacıklardır, bunların yapı ile teması rüzgarla taşınarak cephe yüzeyine yapışmaları şeklindedir (Çorapçıoğlu, 1983).

Doğada var olan toz ve kumlar, rüzgarın etkisiyle uçarak yapı cephelerine yapışıp, uygun yerlerde birikirler. Bu biriken parçalar, yağmurun da etkisiyle daha sonraları cephe yüzeylerinde kirliliğe yol açmaktadır. Kuvvetli rüzgar ile savrulan kum tanecikleri ayrıca yapı yüzeylerine çarpmakta ve partiküllerinin büyüklüğüne bağlı olarak yüzeyleri aşındırmaktadır. Toz, kum gibi maddelerin aşındırma oranı rüzgar hızı ile orantılıdır. Kumun hasarı ise sürtünme ile meydana gelmektedir. Tozlar içindeki kalsit bileşenleri asitlerle kolayca reaksiyona girebilmektedir.

Yosun, mantar, bakteri, bitkisel parazit, kemirici hayvanlar gibi mikroorganizmalar, cephe kaplaması olarak kullanılan malzemeler üzerinde birtakım zararlı etkiler oluşturmaktadır.

Havada uçan polenlerle ya da tozlarla savrulan bitki tohumları, girintili çıkıntılı ve taş gibi uygun kaplama malzemeleri ile oluşturulmuş cephelerde yer bularak üremeyebilmektedir. Bitki kökleri güçlü kimyasal etkileriyle çoğu cephe kaplama malzemelere zarar verebildikleri gibi taş esaslı olanlarda küçük mekanik çatlaklara da yol açabilmektedir. Duvar yüzeyini saran bitkiler ayrıca yağmur suyunu tutarak, suyun cepheden uzaklaşmasını engellemektedir.

Nemli ve havalandırılmayan yerlerde üreyen mikroorganizmalar, bulunduğu yerdeki yapıştırıcı karışımlara ya da metal bağlantı parçalarına zarar verebilirler. Bu nedenle arkası havalandırılacak şekilde tasarlanan cephelerde, havalandırma boşluğunda organizmaların ürememesi için gereken önlemler alınmalıdır (Yolsal, 2003).

Biyolojik etmenler olarak kuşlar da bıraktıkları atıklarla, cephe kaplamaları üzerinde olumsuz etkiler oluşturabilmektedir.

Bazı asitli ve mevsimlik ağaçların da kimyasal etkilerinden dolayı metal gibi kolayca reaksiyona girebileceği cephe kaplamaları üzerinde olumsuz etkileri olmaktadır. Tüm bu olumsuz etkilerle cephe kaplamaları zarar görerek önemi alınmadığı takdirde zamanla işlevlerini yitirecektir.

4.1.4.5 Yangın ile ilgili etmenler

Yanma ve yangın olayı, kimyasal olarak hızlı bir oksitlenme sonucu, ısı ve ışık oluşumudur. Bir oksitlenme reaksiyonunun oluşabilmesi için, yanabilen bir madde ve oksitleyici bir etkenin varlığı gerekmektedir. Bilinen en iyi oksitleyici, hava içinde bulunan oksijendir. Bir cismin oksitlenmesi, bir oksitleyici etkenin var olduğu sürece devam etmektedir (Yavuz, 1979).

Ateş, yanmanın görünür sonucudur. Bir maddenin ısısının, kendi kendine tutuşacak ve yanan dereceye yükselmesine tutuşma denir. Genellikle yangının ilk aşamasında ısı, gaz ve tutuşma için yetersizdir. Yangında, bir kıvılcım veya yanmış bir parça, tutuşma derecesine gelinceye kadar ısı iletkenlik etkisi ile malzemenin ısınımsı yükseltir ve sonra yüzeyinde bir ateş parlaması meydana gelir. Yanmanın bir malzemeden diğerine geçişi ısı iletkenliği, yüzeyde meydana gelen sıcak gaz akımının teması, uçan ve yanan haldeki parçalar ile olur. Yapılan yangın deneylerine göre, yangında meydana gelen ısınsın 1200 °C' ye kadar yükseldiği saptanmıştır (Coşkunsu, 1990).

Yangın, malzemeler üzerinde fiziksel ve kimyasal değişimlere neden olmaktadır. Sıcaklığın artmasıyla malzeme erimekte veya kimyasal ayrışmaya uğramaktadır. Bunun için gerekli ısı miktarı malzemenin cinsine göre değişmektedir.

Yangının malzemeler üzerinde oluşturduğu fiziksel değişim, ısısal deformasyonlar ve erimedir. Isısal deformasyonlar, malzemelerin ısı ile hacimlerini değiştirmeleridir. Erime ise, sıcaklığın artışı sonucu, malzeme iç yapısında molekül bağlarının uzaması, elastik şekil değiştirme değerinin artması ve sonuç olarak iç yapının kristal sisteminin dağılarak, malzemenin katı halden sıvı hale geçmesi olayıdır. Erime sıcaklığı metallerde 232-1800 °C, seramik malzemelerde 1000-1400 °C' dir. Isısal deformasyonlar ve erime sonucunda malzemede parçalanma ve büyük oranda değişimler görülür. Malzemede görülen kimyasal değişim ise, molekül yapısının bozulmasıdır (Eriç, 2002).

Bir yapının, yangın durumundaki yanıcılığı, yapıyı oluşturan ana malzemeler ve bitirme malzemelerinin niteliği ile ilgilidir. Bu nedenle yapıda kullanılacak olan malzemelerin yanıcı olup olmadığının bilinmesi gerekmektedir.

Yapı malzemeleri yanmaz ve yanıcı olarak sınıflandırıldığında (Çizelge 4.6), yanmaz olarak belirtilen grupta yer alan malzemelerin hiç yanmayan malzemeler olduğu anlaşılmamalıdır. Aslında yanmaz denilecek bir malzeme yoktur. Ancak yüksek ısıya dayanıklı malzemeler vardır. Önemli olan, yanma süresinin geciktirilmesi ve bu süre içinde alınacak önlemlerle yangının söndürülmesidir (Coşkunsu, 1990).

Yanmazlık, bir yapı malzemesinin, yanmanın gelişimine doğrudan katkıda bulunmama durumudur (TS 1912).

Çizelge 4.6 Yanmaz ve yanıcı malzemelerin sınıflandırılması (Toydemir vd., 2000)

A SINIFI YANMAZ YAPI MALZEMELERİ	A-1 HİÇ YANMAZ	MALZEMELER
		• Kum, çakıl, kil, lav, yapı taşı • Mineraller, toprak, lav, sünger taşı • Çimento, kireç, alçı, anhidrit • Cüruf, genleşmiş kil ve şist, cam, perlit, vermikülit • Harç, beton, betonarme, öngerilmeli beton, mineral dolgulu yapı taşları, yapı blokları • Asbestli çimento ve mineral lifler • İnce toz halinde olmayan metaller ve alaşımlar (alkali ve toprak alkali dışında)
B SINIFI YANICI YAPI MALZEMELERİ	A-2 ZOR YANICI	Yanmaz dolgu maddeleri içeren polimer kompozitler
	B-1 ZOR ALEVLENİCİ	• Ahşap talaşı malzemeler • Alçı-karton levhalar(yüzeyi deliksiz) • Asbest mukavva ve kağıt • Sert polivinilklorür (PVC) boru ($d \geq 3.2$ mm) • PVC zemin kaplamaları • Ahşap parke
	B-2 NORMAL ALEVLENİCİ	• Ahşap $L \geq 400 \text{ kg/m}^3$ $d > 2$ mm $L \geq 230 \text{ kg/m}^3$ $d > 5$ mm • Yapay ahşap levha $d > 2$ mm • Sert polivinilklorür (PVC) levha • Polipropilen (PP), polietilen (PE), ABS, borular • Polyester $d > 1.3$ mm • Polietilen $L \geq 940 \text{ kg/m}^3$ $d > 2$ mm • Asfalt ve bitümlü çatı örtüleri
	B-3 KOLAY ALEVLENİCİ	• Ahşap $d < 2$ mm • Kağıt, saz, talaş, saman, pamuk, selüloz lifi • Gevşek ve toz halinde her tür yanıcı madde

Yapıların yangından daha az etkilenmeleri için, yanma süresini geciktirici malzemelerin seçilerek kullanılması gerekmektedir. Aksi takdirde yapı malzemeleri ve dolayısı ile yapı dayanımı kaybederek kısa zamanda söndürülemeyeceği için yok olacaktır.

Yangın etkisiyle, metal malzemelerin dayanımlarında düşme, termoplastiklerde hızla erime, doğrama içindeki camda patlama eğilimleri görülmektedir. Taş, ahşap, beton ve termoset plastikler ise fiziksel değişim dışında ayrıca kimyasal etkiler sonucu, molekül yapıları değişerek, başkalaşmaya uğramaktadır (Eriç, 2002).

4.1.4.6 Kullanıcı hatalarından kaynaklanan etmenler

Cephe kaplamaları, kullanım süreçleri içerisinde, yapının kullanıcılarının hatalı davranışlarından kaynaklanan etmenlerle olumsuz olarak etkilenmektedir. Bilinçsiz ve fonksiyon dışı kullanımlar yapıları yıpratarak kullanım ömrünü azaltmaktadır.

Yapı cepheleri, dış ortamdan gelen kirler dışında yapının kullanıcıları tarafından da kirlenmektedir. Oluşan bu kirlilikler, kaplama yüzeyleri üzerinde görsel açıdan olumsuz etki yaratacağı gibi, temizlenmediği takdirde kaplamanın hasar görmesine de neden olacaktır.

Ayrıca cephe kaplamaları, kullanıcılardan kaynaklanan darbe ve sürtünme gibi birtakım mekanik etkilere de maruz kalmaktadır. Bu etkiler de, kaplama malzemesi yüzeyine ve dokusuna zarar verebilmektedir.

Cephede yapının kullanıcıları tarafından çeşitli amaçlar için yerleştirilmiş birtakım ek elemanlar, kaplama malzemesi ile uyumsuz özellikte olabileceği ve yanlış uygulanabileceğinden, kaplama malzemesine zarar vererek sorun oluşturacaktır.

Kullanım süreci içinde, cephe kaplama malzemelerinin dış ortam etkilerine karşı yeterli dayanımı gösterebilmesi için kullanıcılar tarafından belli aralıklarla yapılması gereken bakım-temizlik işlemlerinin yapılmaması ya da bilinçsizce ve hatalı bir şekilde yapılması, cephe kaplamalarını olumsuz olarak etkileyerek sorunlar oluşturacaktır. Bu durumda oluşacak sorunlar ise kaplamaya daha çok zarar verecektir. Oluşan kusurlar da yapı ömrünü kısaltmasına neden olacaktır.

4.2 Metal levha kaplamalarda oluşan sorunlar ve önlemleri

Metal levhalarla oluşturulmuş dış cephe kaplamalarında çeşitli, etmenlerin etkisiyle zamanla sorunlar oluşmaktadır. Duvar bünyesinden başlayarak tüm yapıyı olumsuz olarak etkileyecek olan bu sorunlar, önceden bilindiği takdirde gerekli önlemler alınarak oluşması engellenebilir.

Metal cephe kaplamalarında oluşan sorunlar; yapı ürünü ile ilgili etmenler, tasarım, yapım süreci hataları ve kullanım sürecinde karşılaşılan; atmosferik, ses, yükler ve kuvvetler ile ilgili etmenler, katı zararlılar ve biyolojik etmenler, yangın, kullanıcı hataları ile ilgili etmenlerden kaynaklanmaktadır.

4.2.1 Yapı ürünlerinden kaynaklanan sorunlar ve önlemleri

Metal esaslı cephe kaplamalarında ürün özelliklerinden dolayı oluşacak sorunlar, levha üretimleri sırasında yapılan hatalar ile bu ürünlerin teknik özelliklerinin değerlendirilmeden seçilmesine bağlı olarak hatalı ürün kullanımından ve metal türlerinin uygulama yapılacak bölgenin iklim koşullarına uygun olmamasından kaynaklanmaktadır.

Özellikleri değerlendirilmeden kullanılan ürünler, kendisinden beklenen işlevleri yerine getiremeyecek ve kısa sürede dayanımlarını kaybederek bozulacaktır. Bozulan ürünler ise bulunduğu yapı elemanının da performansını düşürerek, tüm yapıda sorunların oluşmasına neden olacaktır. Bu nedenle ürün özelliklerine bağlı olarak oluşabilecek sorunların bilinmesi ve ürünlerin bu doğrultuda seçilmesi gerekir.

Doğru bir ürün seçimi için ilk önce, kaplanacak olan dış duvarı etkileyen tüm çevresel etmenler belirlenmeli ve kullanıcıların dış duvardan beklediği gereksinimler saptanmalıdır. Daha sonra dış duvarın katmanları arasındaki işlevler belirlenerek ve bu işlevler dağıtılarak, dış kaplamadan beklenen işlevlere göre dış kaplamanın taşıması gerekli olan nitelikleri saptanmalıdır. Bu arada dış kaplama ile ilgili zorunluluklar ve standartlar da belirlenmelidir. Bu işlemler yapılırken diğer yandan dış kaplamada kullanılacak olan metal levhaların tüm özellikleri saptanarak, levha seçenekleri oluşturulmalıdır (Balanlı, 1997).

Oluşturulan seçenekler arasından, ilgili zorunluluklara bağlı olarak, dış kaplama niteliklerinin tümünü karşılayacak levha türü seçilmelidir.

Yapı ürünleri ile ilgili hatalı veya uygun olmayan ürün kullanımından kaynaklanan sorunlar, bu ürünlerin yapıdaki yerini almadan önce yapılan gerekli denetimler ile önlenabilmektedir.

Dış cephe kaplama malzemesi olarak kullanılacak metal levhaların da, çeşitli standartlara uygun olarak seçilmesi ve kullanılması gerekmektedir. Aksi takdirde, kendilerinden beklenen dayanım süresinden çok daha önce özelliklerini yitirip, korozyona uğrayacak ve malzeme değerini kaybederek bakım-onarım maliyetlerini de arttıracaktır.

Metal levhaların üretimleri sonrasında yapılacak değerlendirme işlemleriyle, üretici firmaların verdiği performans süresi kontrol edilmelidir. Üretici firmaların üretim işlemlerinin güvenilirliğine ilişkin belirli kalite kontrol belgelerinin olması gerekmektedir.

Yapı ürünleri ile ilgili yapılacak ön araştırmalar, uygulamanın yapılacağı çevresel özellikler dikkate alınarak yapılmalıdır. Metal türlerinin farklılık gösteren özellikleri uygulama yapılacak çevrenin özellikleri ile uyumlu olmalıdır. İlgili ön araştırmalar yapılarak seçilmiş bir metal cephe kaplaması, kendinden beklenen performans değerlerini karşılayacaktır.

Bu nedenle, özellikle sahil ve endüstri çevreleri gibi kirlilik oranının çok olduğu bölgelerde kullanılacak metal esaslı cephe kaplamaları, özellikleri bu ortamlara uygun veya çeşitli alaşım katkılarıyla geliştirilmiş metal türlerinden seçilmelidir. Cephe kaplamasında kullanılacak metal türleri için, ortam koşullarına göre yapılacak değerlendirmeler kaplamanın ve yapının ömrünü uzatacaktır.

Buna göre, çeşitli özellikteki çevrelerde metal türlerinin dayanım değerlendirmesi Çizelge 4.7' de verilmiştir.

Çizelge 4.7 Çeşitli çevrelerde metal dayanımları (Zahner, 1995)

Çevre türü	Dayanım özelliği	Metal türü
Kırsal çevrelerde	İyi	Tüm metaller
Şehir, endüstri Çevrelerinde	İyi	Titanyum 316 Paslanmaz çelik Bakır
	Orta	304 Paslanmaz çelik Boyalı alüminyum Boyalı çinko-kapl. çelik Çinko
	Zayıf	Alüminyum Çelik
Sahil çevrelerinde	İyi	Titanyum 316 Paslanmaz çelik Bakır
	Orta	304 Paslanmaz çelik
	Zayıf	Boyalı alüminyum Boyalı çinko-kapl. Çelik Çinko Alüminyum Çelik

Yapı ürünlerinden kaynaklanan diğer etmenlerden biri de birlikte kullanılacak malzemelerin uyumluluğudur. Metal malzeme ile tepkimeye girerek sorun oluşturabilecek türde malzemeler birlikte kullanılmamalıdır. Örneğin, metallerin çoğunun, asit ve kimyasal etkisi olan harçlı

elemanlar ve bitki türleri ile birlikte kullanılmalarında korozyon sorunları oluşmaktadır. Bu nedenle metal cephe kaplamalarının bu tür malzemelerle birlikteliği dikkate alınarak seçilmeleri ve detaylandırılmaları gerekmektedir.

Farklı özellikteki metal türlerinin birlikte kullanılmasıyla oluşan galvanik korozyon oluşumuna olanak verilmemelidir. Metallerin birbirleriyle ilişkileri açısından yapılacak değerlendirmede, deniz suyunun metal iyonlarını daha çabuk çözeltiyeye aldığı temeli üzerine, metallerin deniz suyu içerisindeki çözülme potansiyelleri (elektromotor değerleri) dikkate alınmaktadır (EK 4).

Çizelge 4.8’ de, incelenen metal türleri için deniz suyu içerisindeki çözülme potansiyelleri verilmiştir. Sayısal değer olarak aradaki farkın çok olduğu metal türleri birlikte kullanılmamalı veya birleşimlerinde önlemler alınmalıdır. Aksi halde galvanik korozyon oluşabilir.

Çizelge 4.8 Metallerin deniz suyu içindeki çözülme potansiyelleri (Zahner, 1995)

Metal türü	Deniz suyu içindeki çözülme potansiyelleri
Alüminyum	-0,79
Bakır	-0,36
Çinko	-1,03
Paslanmaz çelik	-0,53 304 (aktif) -0,18 316 (aktif)
Titanyum	-0,10

Çizelgede görüldüğü üzere sayısal değer olarak aradaki farkın çok olacağı metallerin birlikte kullanılması galvanik korozyon oluşumuna yol açacaktır. Örneğin, çinko ve bakır levhaların birlikte kullanılması galvanik korozyon oluşumu için uygun bir ortam oluşturacaktır.

Galvanik ilişki açısından cephede birbirinden farklı türlerde metal kaplama kullanılmaması uygun olur. Metal levha bileşimlerinde kullanılacak özel yapıştırıcı, metal kenet ve profil elemanlarının seçilen metal kaplama türü ile uyumu dikkate alınmalıdır. Ayrıca metal levha ile taşıyıcı sistem metali arasındaki uyuma da dikkate alınarak, birleşimlerde iki malzemenin ilişkisini kesecek önlemler alınmalıdır.

Şekil 4.2’de alüminyum levha kaplama ile farklı özellikteki ek bir metal taşıyıcının birlikte

kullanılması ile gerçekleşen korozyon oluşumu görülmektedir. Taşıyıcı metalde oluşan korozyon ürünü zamanla alüminyum kaplama üzerine akarak kirlilik oluşturmuş ve alüminyum kaplamaya zarar verecek duruma gelmiştir.



Şekil 4.2 Alüminyum levha kaplama ile farklı özellikteki taşıyıcı bir malzemenin birlikte kullanılması ile gerçekleşen korozyon oluşumu

4.2.2 Tasarımdan kaynaklanan sorunlar ve önlemleri

Tasarımdan kaynaklanan sorunlar, proje aşamasında alınan yanlış kararlar ve yapılan hatalı detaylandırmalardan oluşmaktadır.

Cephe kaplamalarında tasarım hataları nedeniyle sorun oluşmaması için, tasarımcının, yapı cephesine etki eden etmenleri çok iyi incelemesi gerekir. Cepheye etki edecek etmenlere karşı, uygun olan ürün seçilmeli ve gereken detay çözümleri yapılmalıdır.

Metal cephe kaplamalarının kullanıldığı yapılarda, tasarım aşamasında alınan yanlış kararlar ve hatalı detaylandırmalar nedeniyle oluşabilecek sorunlar öncelikle yapının taşıyıcı sisteminden kaynaklanmaktadır.

Taşıyıcı sistem ile ilgili yapılan tasarım hataları, taşıyıcı sisteme bağlanan metal levha kaplamaları da etkilemektedir. Taşıyıcı sistemde meydana gelecek çatlamalar veya gerilimler kaplamaları taşıyan sistemin dayanımını kaybedip, kaplamaların yerlerinden oynamasına ve ileriki aşamada düşmelerine neden olacaktır. Bu nedenle taşıyıcı sistemin doğru bir şekilde oluşturulması ve zeminin özelliklerine göre gerekli yerlerde dilatasyon derzleri oluşturularak kaplamaları tehdit edecek unsurların oluşmamasına dikkat edilmelidir.

Projelendirmede, ürün özellikleri bilinmeden ya da dikkate alınmadan yapılan detaylandırmalar, ileride çok önemli sorunlara yol açacaktır. Uygulama yapılacak yerin iklim

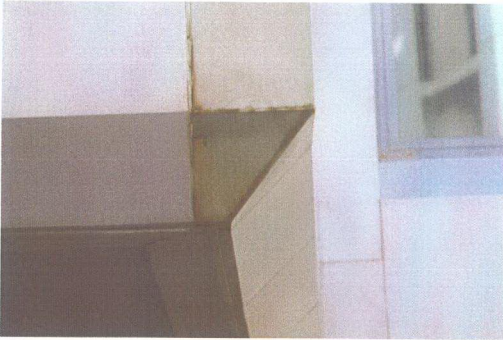
koşulları ve yapının taşıyıcı sistemi ile uyumsuz ürünlerin seçilmemesine özen gösterilmelidir.

Farklı boyutlarda yan yana getirilen metal levhalar, ısı karşısında farklı miktarlarda genişleyecek ve birleşim noktalarında hareket edecek yer bulamayarak yerlerinden oynayacaktır. Bu nedenle, cephede farklı boyutlarda levhaların yan yana kullanımını önlemek için cephe yüzeyi ölçüsüne göre levha boyutları ayarlanarak, tasarım aşamasında uygun detaylandırmalarla önlemler alınmalıdır. Levha boyutları belirlenmiş olarak başlanan projelendirmede, bu boyutlara bağlı olarak modüller tasarım aralıkları kullanılmalıdır.

Farklı metal türlerinin kullanıldığı birleşimlerde ise özellikle galvaniksel açıdan diğer metallerle uyum gösteren paslanmaz çelik bileşim elemanlarının kullanılması ya da birleşimlerin uygun eleman veya boyalarla ayrılması gerekmektedir. Aksi takdirde galvanik korozyon oluşarak, metal malzemenin ömrünü azaltacaktır.

Metal levha kaplamalı cephelerde girintili çıkıntılı, profil detaylandırmalar, yüzeye gelen suyun akışını bozacak ve akmasına engel olacaktır. Cephede uzun süre kalan su, derz aralıklarından girerek levha ile bağlantılarını korozyona uğratacaktır. Cephelerdeki bu girinti ve çıkıntılar, yağmur suyunun da yardımıyla ayrıca metal yüzeyini kirleterek zamanla aşınmasına neden olacaktır. Bu bölgelerdeki temizlik işlemlerinin ise ayrıca özel olarak (manual) yapılması gerekmektedir. Bu nedenlerle, cephelerde girintili çıkıntılı detaylandırmalardan kaçınılmalıdır.

Alüminyum kaplanmış bir cephede, girintili çıkıntılı detaylandırmalar sonucu, derz aralıklarında başlayan kirliliklerle oluşan korozyon oluşumu Şekil 4.3'de görülmektedir.



Şekil 4.3 Alüminyum kaplamada, girintili çıkıntılı detaylandırmadan oluşan kirlilikler ve korozyon oluşumu

Yine tasarımıda, kaplama levhası arkasına yerleştirilecek ısı tutucu ürünün hesaplanmaması veya yanlış hesaplanması nedeniyle oluşacak yoğunlaşma, metal kaplama ile taşıyıcıları arasında korozyon oluşumuna ve kaplama taşıyıcısının taşıma gücünü düşürerek, kaplamanın yerinden kopmasına neden olacaktır.

Isı korunumu amacıyla duvar ile metal levha arasına yerleştirilen ısı tutucu ürünün yoğunlaşma oluşturmaması için, bu ürünün kalınlığı doğru hesaplanmalı ve yerinin tespiti de yine tasarım aşamasında belirlenmelidir. Levhalar arkasında belli noktalar boş bırakılarak sağlanan havalandırma da yine tasarım aşamasında yapılacak detaylandırmalarla doğru bir şekilde sağlanmalıdır.

Metal levhaların duvar üzerine tespiti için yapılan detaylandırmaların projede hatalı olarak ele alınması nedeniyle eksik tespit parçası kullanılması, profil aralıklarının geniş tutulması, profilleri cepheye bağlayan elemanların sayısının az verilmesi de kaplamaların kullanım sürecinde yerlerinden ayrılıp, düşmelerine neden olacaktır. Bu nedenle, levhaların uygulama detayları tasarım aşamasında doğru şekilde hazırlanmalı ve ölçüler eksiksiz olarak projede verilmelidir.

4.2.3 Yapım sürecinden kaynaklanan sorunlar ve önlemleri

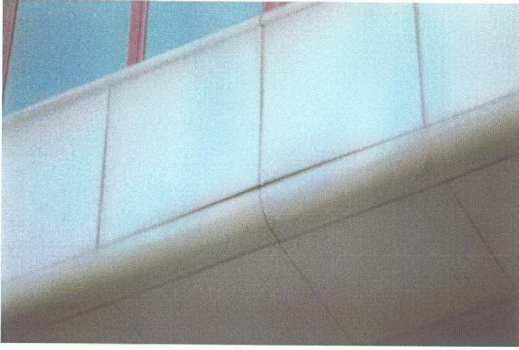
Yapım sürecinden dolayı oluşan sorunlar tamamen hatalı işçilikten ve yapılan işin zamanında kontrol edilmemesinden kaynaklanmaktadır.

Yapım sürecine bağlı olarak, metal kaplamaların kullanıldığı dış cephe uygulamalarının, çok sıcak ve çok soğuk havalarda uygulanması, ani genleşme olayına yol açacağından metal levhaların kısa sürede deformasyona uğramalarına neden olacaktır.

Temizlenmemiş, çatlak, nemini atmamış ve ıslak olan duvar yüzeyine yapılan uygulamalarda; duvar, kaplama sistemi ve kaplama ilişkisi olumsuz olarak etkilenecek, bu durumda duvar ve kaplamalar yeterli dayanımı gösteremeyerek, zamanla metalleri bozacak korozyon oluşumu başlayacaktır.

Projede doğru olarak belirtilmiş derz aralıklarına uyulmaması, levha birleşim ve levhaları taşıyıcı sisteme montaj uygulamalarında eksik birleşim elemanı kullanılması da, çeşitli etmenlerden dolayı hareketler oluşmasına ve levhaların deformasyona uğrayarak, ileriki aşamada yerlerinden düşmeleri neden olacaktır.

Alüminyum kaplanmış bir yapıda, projede belirtilen derz aralıklarına uyulmaması nedeniyle levhaların birleşim yerlerinden ayrılmaları Şekil 4.4' de görülmektedir.



Şekil 4.4 Alüminyum kaplanmış bir cephede, projede belirtilen derz aralıklarına uyulmaması nedeniyle levha kaplamaların birleşim yerlerinden ayrılmaları

Yapım sürecinde yani uygulamada yapılan hatalar, işçilerin uygulama sırasında yetkili kişilerce kontrol edilmesiyle önlenebilmektedir. İşçiler, proje detaylarına uygun olarak davranmalı ve projede ihmal edilmiş bölümler olduğunda yetkili kişilerle birlikte hareket etmelidir (Yolsal, 2003).

Cephe kaplamalarında hatalı uygulamalardan dolayı hasar oluşmaması için, uygulamayı yapan işçilerin bağlı oldukları firmalar tarafından verilecek o işi yapabileceğine ilişkin belgelerinin bulunması gerekmektedir. Belgeleri olan işçilerin yaptıkları işlerde hata payının en aza indiği tespit edilmiştir. İşçilerin geçici olarak çalıştırılmaları ve zor şartlar altında bulunmaları hata oranlarını artırmaktadır (Koçu, 1995).

4.2.4 Kullanım sürecinden kaynaklanan sorunlar ve önlemleri

Kullanım süreçleri içerisinde, atmosferik etmenlerin, ses, yükler ve kuvvetler, katı zararlılar ve biyolojik etmenlerin, yangın ve kullanıcı hatalarından kaynaklanan etmenlerin etkisi altında kalan yapılarda, zamanla bu etmenlerin olumsuz etkilerden kaynaklanan sorunlar oluşmaktadır.

Seçimi doğru yapılmış, uygulaması başarılı bir şekilde gerçekleştirilmiş metal cephe kaplamalarında da, kullanım süreçleri içerisinde karşılaşılabilecek etmenlerden dolayı sorunlar oluşacaktır. Bu etmenlerin oluşturacağı sorunların bilinmesi ve bunları önlemeye yönelik uygulamaların yapılması, sorunların oluşmamasını bu şekilde kaplamanın ömrünü dolayısı ile yapının ömrünü uzatacaktır.

4.2.4.1 Atmosferik etmenlerden kaynaklanan sorunlar ve önlemleri

Yapı kabuğu olarak onu korumakla görevli olan metal levhalarla oluşturulmuş kaplamalarda, maruz kaldıkları atmosferik etmenlerin etkisi ile zamanla yapı bütünü de etkileyecek sorunlar oluşmaktadır. Bu sorunlara kaynak olan atmosferik etmenler, ısı, su ve nem, gazlar ve güneş ışığı ile ilgili etmenlerdir.

Metal levha dış cephe kaplamalarında atmosferik etmenlerden kaynaklanan sorunların oluşumuna engel olmak için, öncelikle metallerin atmosferik etmenler karşısındaki davranışlarının bilinmesi, oluşacak sorunların saptanması gereklidir.

• Isı ile ilgili etmenlerden kaynaklanan sorunlar ve önlemleri

Metal levhalarla oluşturulmuş cephe kaplamalarında, ısı değerlerinin yükselmesi ile birlikte, metal türüne, levha boyutuna ve ısı genleşme katsayısına bağlı olarak belli bir miktarda uzama yani genleşme meydana gelir. Isı değerlerinin düşmesi ile levha büzülerek kısılacaktır. Kurak iklimlerde ısısal genleşmelere daha fazla rastlanmaktadır.

Metaller, iç yapıları nedeniyle ısıyı iyi iletirler ve bu nedenle de ısısal genleşmeleri yüksektir. Ancak bütün metaller aynı şekilde hareket etmezler, türlerine göre farklı değerlerde genleşirler. Metal levhalarda oluşacak genleşme ve büzülme, tekrarlayan levhaların kullanıldığı cephe kaplama uygulamalarında ve farklı özellikteki metallerin yan yana kullanımlarında sorunlar oluşturacaktır. Bu durumda, farklı boyutlarda genleşme ve büzülme meydana gelecektir. Çizelge 4.9' da metal türlerinin farklılık gösteren ısı genleşme katsayıları ve 38°C' de görülen genleşme miktarları verilmiştir.

Çizelge 4.9 Metal levha türlerinin ısı genleşme katsayıları ve 38° C' de genleşme miktarı karşılaştırmaları (Zahner, 1995)

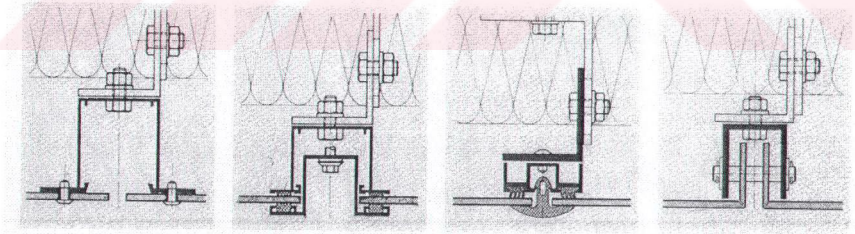
Metal/alaşım	Isı genleşme katsayısı α (cm/cm °C) 10^{-6}	3 m. levhada beklenen genleşme miktarı (mm)
Alüminyum alaşımı	23	2.79
Bakır	16-17	2.03
Demir-Çelik	10-14	1.27
Paslanmaz çelik	17	2.03
Kurşun	29,3	3.30
Çinko-bakır, kalay alaşımı	33	2.79
Titanyum	8,4	1.02

Isı değişimleri ile oluşan genleşme ve büzülme sonucunda, malzeme iç yapısında deformasyonlar ve zamanla parçalanmaya yol açabilen gerilimler oluşabilmektedir. Bu durum, kaplama levhalarının kıvrılmalarına, ek yerlerinden ayrılmalarına, zamanla yerlerinden düşmelerine ve malzemenin iç yapısını bozacak değişimlere neden olacaktır. Bu nedenle, genleşme katsayıları birbirinden farklı malzemelerin bir arada kullanılmamasına özen gösterilmelidir.

Büyük boyutlu ve ince levhalar diğerlerinden daha çabuk ve fazla genleşeceği dikkate alınarak, farklı boyutlarda levhaların bir arada kullanıldığı uygulamalara gidilmemesi gerekmektedir.

Isı değişimleri ile metal levha kaplamalarda oluşan gerilmeler, kaplamaları taşıyan konstrüksiyonları da etkileyerek deformasyonlar oluşturmaktadır. Metal levhalar ile onları taşıyan ve yapıya tespit eden metal kancalar ve profiller arasında da, birbiriyle uyumsuz farklı türde metallerin yan yana getirilmesiyle farklı miktardaki genleşmelerden dolayı gerilmeler oluşacaktır. Bu gerilimler ve genleşmeler, levhaların ek yerlerinden ayrılıp düşmesine neden olacaktır.

Metal levha kaplamalarında ısı etkisiyle oluşacak genleşme ve büzülmenin sorun oluşturmaması için, bu hareketleri karşılayacak yeterlikte derz aralıkları bırakılmalıdır. Derz aralıkları metal levhaların hareketlerine engel olmayacak biçimde boş olarak, hareketli elemanlarla veya elastik derz dolgu ürünleri ile kapatılabilir (Şekil 4.5).



Şekil 4.5 Isı etkisine karşı alüminyum kompozit levha derz aralıklarının detaylandırılması (Alucobond kataloğu)

Elastik derz dolgu ürünleri, oluşan bir deformasyondan sonra, kendiliğinden ilk haline döner nitelikteki, doğal olarak bir sınıra kadar elastik deformasyon gösteren silikon, polisülfid, poliüretan esaslı ürünlerdir (Ersoy, 1988).

Hem ısı hareketlerine karşı önlem almak, hem de kaplama arkasında bulunan hava boşluğunu

havalandırmak amacıyla boş bırakılan derz aralıkları, diğer etmenlerin olumsuz etkilerine karşı, uygun şekillerde detaylandırılmalıdır. Bu durum kaplama arkasında bulunabilecek ısı yalıtımının da korunmasını sağlamaktadır.

Isısal sorunlar, enerji tasarrufu açısından da dikkate alınmayı gerektirmektedir. Yetersiz ısı korunumu, soğuk iklimlerde; hacim içinde hızla soğuma, artan yakıt giderleri, duvar yüzeylerinde nemlenme ve ısı farklılıklarından oluşan genleşme çatlakları gibi sorunlar da oluşturmaktadır. Bu nedenle soğuk kış rüzgarı alan kuzey duvarları, ısıya karşı iyi korunmalıdır. Bu bölgelerde ısı tutma kabiliyeti göz önünde tutularak koyu renkli kaplama tercih edilmesi uygun olurken, bol güneş altındaki cephelerde ise ışınları yansıtması açısından açık renkli yüzeyler kullanılması uygundur (Kiper, 2002; Uzak, 1998).

Metallerin ısı iletkenlik katsayılarının yüksek olması, cephe kaplaması uygulamalarında, soğuk ve sıcak dış ortam koşullarının yapı içine iletilmesi açısından sorun oluşturmaktadır. Bunu önlemek üzere, tasarım aşamasında gerekli hesapları yapılarak, dış duvar ve metal levha arasına ısı tutucu ürünler yerleştirilmektedir. Böylece yapı içi ve dış duvar korunmaktadır. Diğer bir yöntem de, ısı tutucu ürünlerle levhaların birlikte üretildiği kompozit levhaların kullanılmasıdır. Ayrıca tasarım aşamasında ısı iletkenlik katsayısı fazla olmayan metal türü de seçilebilir. Çeşitli metal türlerine ait ısı iletkenlik değerleri Çizelge 4.10'da verilmiştir.

Çizelge 4.10 Çeşitli metal türlerinin ısı iletkenlik katsayıları (Eriç, 2002)

Metal türü	Isı iletkenlik katsayısı ($\lambda_{ısı}$) W/mK
Alüminyum	230
Bakır	385
Demir-çelik	64-41
Paslanmaz çelik	16
Kurşun	34
Çinko	112
Titanyum	21,9

Metal levhalar, ısısın tek başına etkimesi dışında, su ve nem ile birleşerek oluşan sorunlara da maruz kalmaktadır. Isı, su ve nem etkisi sonucunda metal kaplamalar üzerinde biriken yoğunlaşma suyu, metal malzemede korozyon oluşumuna neden olacaktır. Bu tür bir sorun, ısı tutucu ürünlerin doğru yerde ve şekilde uygulanması ile önlenilmektedir.

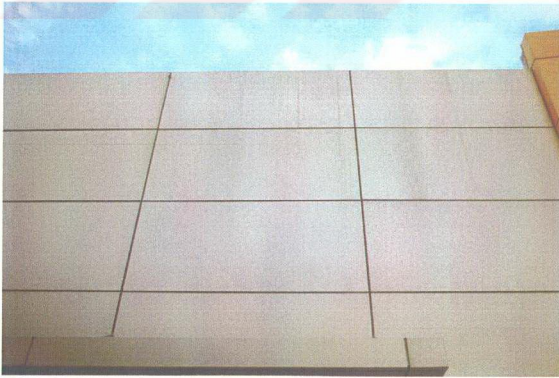
- **Su ve nem ile ilgili etmenlerden kaynaklanan sorunlar ve önlemleri**

Metal levha kaplamalar, metal malzeme özelliğinden dolayı su geçirmezdir. Bundan dolayı, taş ve diğer gözenekli malzemelerde görülen su emme olayları oluşmaz.

Dış cephe kaplamalarının su ile teması önemli ölçüde yağmur suyuna maruz kalması şeklindedir. Yağmur sularının metal levha kaplamalar üzerindeki etkileri; öncelikle yüzeysel ıslanma ile gelişen su lekeleri ve çeşitli malzemelerin de etkisiyle gerçekleşen aşınma, korozyon ve lekelenmeler şeklindedir.

Yağmur suyunun cephe yüzeyindeki hareketi, yağmur miktarının yanı sıra, rüzgarın yön ve şiddeti, yüzeyin eğilimi, malzemenin nem emiciliği ve pürüzlülük gibi sebeplere bağlıdır. Yağmura karşı kaplama yüzeyi, suyu kaydırıcı nitelikte olmalıdır. Kaplama malzemesinin yüzey niteliklerine bağlı olan bu özellik, yüzeyde bir film tabakası oluşturularak da sağlanabilmektedir.

Metal levha kaplamaların kullanıldığı cephelerde, düz yüzeyler suyu kaydırarak, doğal olarak temizlik sağlarken, girinti ve çıkıntılı olan cephelerde su, toz, kum gibi malzemelerin birikmesiyle lekeler oluşabilir. Homojen yıkanmama sonucu oluşacak lekeler metal levhalarla oluşturulmuş cephelerin görüntüsünü bozacağı gibi, kir birikmeleri yüzeyde homojen olmayan kirliliklere ve kimyasal etkilerle metal levhaların korozyonuna neden olur. Yüzeylerde bu tür olaylara olanak verilmemeli ya da yüzeyin rutin temizliği ve bakımı yapılmalıdır. Alüminyum kaplanmış bir cephe üzerinde yağmur suyu ve beraberinde taşıdığı parçalar nedeniyle oluşan kirlilikler Şekil 4.6' da görülmektedir.



Şekil 4.6 Alüminyum kaplanmış bir cephe üzerinde yağmur suyu ve beraberinde taşıdığı parçalar nedeniyle oluşan kirlilik

Fazla yağışlı olan ve derzlerden su girme ihtimali olan yerlerde, cephe yüzeyinde yer alan derzler, malzeme ek yerleri, çeşitli nedenlerle yapılacak girinti çıkıntılar, profiller, motifler yağış sularının derz üzerinden akarak cepheden uzaklaştırılıp, yapı bünyesine girmesine olanak vermeyecek biçimde düzenlenmelidir. Derzlerde elastik macun ve conta uygulaması ile sağlanacak sızdırmazlık, suyun yapıya girişini engelleyecektir.

Yüksek ve etkili rüzgar alan bölgeler, rüzgar-yağmur yönünden tehlikeli olup, bu bölgedeki yapıların rüzgar yönleri, sağanak tehlikesinde olarak kabul edilmektedir. Sağanak yağmur gören bir cephenin tamamen su sızdırmaz olması gerekir. Fakat bunu yaparken yapının nefes alabileceği bir şekilde uygulama yapılması gerekmektedir.

Su geçirimsiz olan metal levhaların su ile etkileşiminde, suyun beraberinde getirdiği çözünabilir tuzlardan kaynaklanan sorunlar da oluşmaktadır. Bu tuzların metal ile etkileşimi, korozyon sorununa yol açacaktır.

Sahil ve endüstri bölgelerinde çok rastlanan tuz tortusu oluşumu da metal yüzeyine nem ile birlikte etkiğinde zarar vermektedir. Sahil bölgelerinde, klorun olması tuz tortularına neden olur. Bu bölgelerde metal levhalar, dış cephe kaplaması olarak kullanıldığında, okyanus veya denizlerde bulunan tuzların öncelikle rüzgarın yardımıyla gerçekleşen aşındırıcı etkisine maruz kalır. Metal üzerinde oluşan nem ve çiğde bu tuzların etkisini artırır. Sabahın ilk saatlerinde soğuk metal üzerinde toplanan nem, yüzey altına temas ederken geçtiği yerlerden tuzları toplar. Tuz tortuları köşelerde, damlalıklarda ve yatay çıkıntılarda birikir. Bu tortular çözeltiye girer ve metal yüzeyinde kutupsal olarak gelişen güçlü bir elektroliz oluşturur. Bu kutuplaşma metal içindeki tanelerde ya da ana metal ve bağlantı elemanları arasında olduğu gibi iki farklı metal arasında olabilir. Bu durumlarda şiddetli ve hızlı korozyon oluşur (Zahner, 1995).

Metal levha kaplama yüzeylerinde olduğu gibi, kaplamanın arkasına giren tuzlu su, kaplamayı taşıyan profillere de olumsuz etki etmektedir. Su ile temas eden metal parçalar korozyona uğramaktadır. Bu durum, kaplama ile onu taşıyan sistemin ilişkisinin bozulmasına ve kaplama malzemesinin yerinden düşmesine neden olacaktır. Bu olumsuz durumu önlemek için, ortama tuz sağlayan kaynaklar azaltılmalı ya da ortama tuzlu suyun girmesi engellenmelidir.

Yağmur ile dışarıdan gelen tuzlar dışında, kaplama arkasına tuz sağlayan kaynaklardan biri derz dolgu malzemeleridir. Derz dolgu malzemelerinin, su ile etkileşimde ortama tuz vermeyecek malzemelerden seçilmesi gerekir. Ortama suyun girmemesi için ise derzlerin kapatılması ya da suyu içeriye geçirmeyecek şekilde detaylandırılması gerekir.

Yağmur suları, hava içinde bulunan zararlı gazlarla birleşerek de metal kaplamalar üzerinde sorunlar oluşturmaktadır. Öncelikle metal yüzey üzerinde kir tabakaları şeklinde görülen lekeler, gerekli temizlik işlemleri yapılmadığı takdirde metali korozyona uğratabilir.

Yüzey işlemleri yapılmış metal levhalarla kaplanmış cephelerde suyun oluşturduğu lekeler genelde yüzeyseldir ve yapısal performansı etkileyip, azaltmazlar. Bu durum sadece görsel açıdan yapının estetik değerini azaltır.

Yüzey işlemi tamamlanmamış metal levhaların üzerinde su kalması durumunda ise oksitlenme oluşur ve yüzeyde kolayca yok edilemeyecek koyu lekeler oluşur. Bu nedenle metaller, kullanılacak zamanına kadar kuru yerlerde depolanmalıdır. Toplu halde depolanmış metal levhalar nem alır veya ıslanırsa ayrılıp, kurutulması gerekmektedir. Metal levhalar arasında kalan su, siyah ve gri metal oksit parçasal lekeler oluşturur. Bu lekeler ancak kimyasal ve mekanik olarak temizlenebilir fakat bu işlemler yüksek maliyeti ve iyi sonuç elde etme zorluğu nedeniyle pratik değildir.

Metal levha kaplamalara yağmur suyu yanında nem de etki etmektedir. Metallerin korozyonlarına neden olan nem oluşumu, metal kaplamaları ve onları taşıyacak olan profilleri de olumsuz olarak etkileyecektir.

Nem, terleme ve kondansasyon olayları sonucunda oluşmaktadır. Terleme ve kondansasyon olayları, yapı elemanı içindeki ısı tutucu malzemenin değerini düşürmekte, metalik bileşim elemanlarını korozyona uğratmakta, ahşabın deformasyonuna sebep olmakta, akış yönünde yüzeysel çiçeklenmelere veya kaplama malzemelerinin kabarma ve dökülmelerine neden olmaktadır. Bu nedenle detaylandırmalarda özellikle kondansasyon hesaplarının yapılması ve bu hesaplardan çıkan sonuçlara göre malzemelerin yan yana getirilmesine dikkat edilmelidir (Kiper, 2002).

Metal levha kaplamalar arkasında, herhangi bir nedenle oluşan nem, derz aralıklarında belli noktalar boş bırakılarak ya da derz aralıkları hiç doldurulmadan havalandırma sağlanarak ortamdaki atılabilir.

Nem birçok durumda, kimyasal reaksiyonlar oluşturarak organik ve inorganik malzemelerde korozyona neden olmaktadır. Nemin sürüklediği asitli maddeler, kısa sürede diğer malzemelerle tepkimeye girmektedir. Bu durum, metal kaplamalar için de korozyon oluşturacak malzemelerin taşınmasına yol açacağından, nemi engelleyici önlemlerin alınması gerekmektedir.

Nem ile ilgili oluşabilecek olumsuzlukları önlemek üzere; duvarın ısı korunum sağlamak

amacıyla kullanılan malzemelerin oluşturacağı katmanların buhar difüzyon direnç faktörleri ve kesitteki sıralamalarına özen gösterilmelidir. Duvarın nefes alması da sağlanarak oluşacak nem ortamdan atılmalıdır.

Kondansasyon olabilecek yüzeyde yapılan ısı yalıtımı ile yoğuşma olacak yüzeyin ısısı artırılarak iç ve dış yüzey sıcaklık farkı azaltılabilir. Bu şekilde kondansasyon sularına engel olunabilir (Oktuğ, 1990).

Isı korunum amaçlı yerleştirilen yalıtım malzemesinin konumuna göre nem oluşumu önenebilmektedir. Isı yalıtım malzemesinin, duvar iç yüzünde olması durumunda, bu malzeme önüne yüksek buhar difüzyon direncine sahip bir katman konularak buhar geçirmez hale getirilmekte ve yapı iç ortamı havalandırılıp, nem normal seviyede tutularak önenebilmektedir (Oktuğ, 1990).

Isı yalıtım malzemesinin, duvar bünyesinde veya dış yüzde yapılması halinde, yalıtım malzemesi buhar geçirgenlik direnci küçük olan malzeme seçilerek, buharın geçmesi yani nefes alması sağlanır. Bu durumda oluşacak yoğuşma, cephe kaplaması ile korunmuş duvar arasında olacağından, ara boşluk havalandırılıp, yoğuşma suyuna karşı tahliye tedbirleri alınmalıdır (Oktuğ, 1990).

Duvarsız, asma cephelerde ise duvar görevi gören dolu veya şeffaf kısımların iç yüzeylerinde korunma olmadığı zaman yoğuşma olmaktadır. Bunun için yoğuşma sularının tutulup dışarı atılacağı sistemler oluşturulmaktadır.

• Gazlar ile ilgili etmenlerden kaynaklanan sorunlar ve önlemleri

Atmosfer içinde bulunan zararlı gazlar; toz, yağmur suyu, nemlilik, rüzgar gibi diğer etmenlerle de birleşerek metal levhaların yüzeyinde ya da iç yapısında çeşitli sorunlar oluşturabilmektedir.

Zararlı gazlar, bazı asit ve bazların etkisiyle, dış cephede uygulanmış metal levha kaplamalar üzerinde öncelikle lekelenme ve kirlilik sorunları oluşturmaktadır. Bu leke ve kirlerin temizlenmeyerek yüzeyde bırakılması ise zamanla, metaller için önemli bir sorun olan korozyon oluşumuna neden olacaktır.

Özellikle sahil ve endüstri bölgelerinde, atmosfer içinde bulunan klorid, sülfirik, karbonik, nitrik, hidroklorik asitler, yağmur, nem ya da sis ile birlikte metal levhalar üzerinde önce kirlilik oluşturacak ve kısa sürede metalleri olumsuz olarak etkileyecek korozyon oluşumunu başlatacaktır. Metaller gazlarla kolayca tepkimeye girerek, olumsuz olarak etkilenirler. Çoğu metal türlerinin gazlarla olan etkileşimde dayanım gösteremediği dikkate alındığında, gazlarla

etkileşimde dayanımı diğer metallere göre daha fazla olan titanyumdur. Ancak titanyum da hidroflorik asitten etkilenecek kısa sürede aşınmaktadır (Zahner, 1995).

Metaller olumsuz olan atmosferik etkilere karşı kendilerini, oksit bariyeri geliştirerek korumaya çalışır. Sahil çevrelerinde klorid varlığı nedeniyle korunmamış çelik yüzeyler çok çabuk aşınmaktadır. Paslanmaz çelik elemanlar ise bu çevrelerde oluşacak çukurlaşmayı önlemek için molibden katkısına gereksinim duyar.

Özellikle şehir ve endüstri çevrelerinde sülfirik asit oluşturmak için nem ile birleşen sülfürdioksitin kimyasal etkisi çoğu metali lekeleyip aşındırırken, bakır, mevcut sülfat ile ince yeşil patina halinde bakır sülfat geliştirerek, korozyona dayanım gösterir. Bu, su ve hava geçirmeyen tabaka tarafından ana bakır korunur. Galvanize çelik, alüminyum ve az derecede paslanmaz çelik ise, bu durumda metali olumsuz olarak etkileyecek korozyon çukurekları geliştirir (Zahner, 1995).

Metal cephe kaplamaları, yapıyı koruma görevini yerine getirdikleri sürece atmosferik kirleticilerin etkisi altında kalacaklardır. Bu nedenle metal esaslı cephe kaplamaları üzerinde gazların bütün zararlı etkilerine karşı alınabilecek önlemler azdır. Ancak, tasarım aşamasında alınacak kararlarla, asit ve gazların yoğun olarak bulunduğu çevre koşullarına uygun metal türü ile oluşturulacak cephe kaplaması seçilmelidir.

Periyodik olarak yapılan temizlik ve bakım gibi koruma işlemlerinin sık aralıklarla tekrarlanması da gaz ve asitlerin oluşturduğu zararlı etkileri azaltılabilir.

• Güneş ışınları ile ilgili etmenlerden kaynaklanan sorunlar ve önlemleri

Metal malzeme, özelliğinden dolayı, üzerine gelen güneş ışınlarının bir kısmını yansıtır. Bu ışınların tutulan dalga boyu parçaları ise metallere, çeşitli tonlarda renkler sağlamaktadır.

Metal üzerinde zamanla oluşan oksit ve hidroksit tabakaları, yüzeyin aşınarak pürüzlenmesine neden olmaktadır. Bu pürüzlü yüzeyler ise ışığı tutmayı azaltır ve böylece yansıtıcılık düşer (Zahner, 1995).

Güneşin IR (kızılaltı) ve UV (morötesi) ışınlarının metal levhalara olumsuz olarak etkileri de vardır.

Kızılaltı ışınlar, metal kaplamaları renklerine bağlı olarak ısıtır ve uzun süreçler sonunda levhaların genişlemesine neden olabilir. Genleşmeleri karşılayacak yeterli derz boşlukları bırakılmamışsa, metal levhalar hareket edecek yer bulamayarak, birleşim noktalarından ayrılabilir.

Parlak yüzeyli ve açık renkli metal levhalar düşük yüzeyel emicilik katsayılarına sahip olduklarından az miktarda ışın emerler. Koyu renkli yüzeye sahip metal levhalar ise yüzeyel emicilik katsayıları yüksek olduğundan, fazla miktarda ışın emeceklerdir. Bu nedenle açık yüzeyli levhalarda, IR ışınlarından dolayı genleşme ve buna bağlı olarak oluşan gerilmeler çok fazla olmayıp, bu sorunlar daha çok koyu renkli kaplamalarda oluşacaktır.

Güneş ışınlarının uzun süreli etkisi ile malzemelerde, atom yapısının bozulması ve renk solması görülecektir. Örneğin UV ışınları metal levha kaplamaların renklerini değiştirerek solmalarına ya da matlaşmalarına yol açar. Koyu renkli yüzeyler daha fazla ışın emeceği için, açık yüzeyli kaplamalara göre daha fazla renk değişimine uğrayacaklardır. Fazla oranda ışın emen levha yüzeylerinde oluşan renk solması da eskimeye yol açacaktır.

Güneş ışınlarının görünmeyen bu zararlı ışınlarına karşı önlem almak kolay değildir. Dış cephede uygulanan metal levhalar ise ister istemez bu ışınların etkisi altında kalacaklardır.

Özellikle koyu renkli yüzey malzemelerinin, üzerlerine gelen ışınmı soğurarak ısı kazandıkları ve kazanılan ısıyı yapı içine iletilebileceği dikkate alınmalıdır. Olumsuz olan bu etkiye engel olmak için de, yüzeyi parçalayarak, ısıyı olabildiğince küçük yüzeylerde toplanmasını sağlamak gerekmektedir (Coşkunsu, 1990).

Detaylandırmalarda kızılaltı (IR) ışınların etkisiyle genleşen levhaların hareketine olanak verecek yeterli derz aralıkları bırakılmalıdır. Derzlerin, rijit derz dolgu ürünleri ile kapatılması levhaların hareketini engelleyeceğinden, derz aralıkları esnek ürünler ile doldurulmalı ya da boş bırakılarak uygun şekillerde detaylandırılmalıdır.

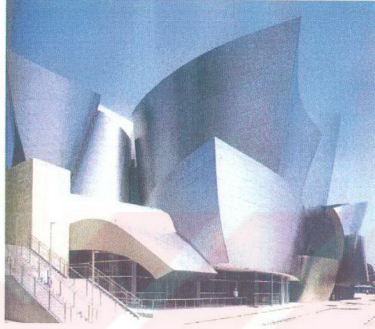
Radyasyonun şiddetli olduğu bölgelerde renk seçimi konusuna önem verilmelidir. Bu bölgelerdeki yapılar için, IR ve UV ışınlarına karşı, açık renkli ve parlak yüzeyli metal levhaların tercih edilmesi yararlı olacaktır.

Ayrıca direkt radyasyon etkisini önleyecek şekilde yapının planlanması, geniş saçak ve iç avlulu plan sistemlerine gidilmesi, cephede düşey veya yatay güneş kırıcı elemanların kullanılması uygun olacaktır (Coşkunsu, 1990).

Yazın güneşin rahatsız edici etkisinden korunmak için alınan önlemler, kışın ısınmaya önemli katkıları sebebiyle güneş ışığına engel olmayacak şekilde, kolayca değiştirilebilmesine olanak verecek şekilde düzenlenmeye dikkat edilmelidir.

Açık renkli ve parlak yüzeyli metal levhaların kendi özelliklerinden kaynaklanan yüksek yansıtıcılığı ise bu kaplamaların kullanıldığı yapının bulunduğu çevre özelliklerine bağlı olarak sorun oluşturabilmektedir.

Yoğun yapılaşmanın olduğu şehirseller alanlarda kullanılan metal cephe kaplamaları, güneş ışınlarını doğrudan yansıtarak çevre yapıları ısıtmakta ayrıca göz kamaştırma sorunlarına yol açmaktadır. Bu tür sorunların yaşandığı örneklerden biri de Los Angeles' daki Walt Disney Konser Salonu'dur (Şekil 4.7). Salonun paslanmaz çelik dış cephe kaplamalarından yansıyan ışınlar nedeniyle komşu yapılarıdaki insanlar, artan sıcaklıktan ve yansımalarından rahatsızlıklarını belirtmektedir (Anon, 2004:269).



Şekil 4.7 Walt Disney Konser Salonu (Anon, 2004:269)

Bununla birlikte New York' ta Bard Koleji örneğinde ise gökyüzünün ışığını ve renklerini kullanarak, çevre peyzajını yansıtmaktan dolayı cephe kaplama malzemesi olarak yumuşak paslanmaz çelik seçilmiştir (Şekil 4.8). Bu şekilde, şehir alanlarında olumsuz olarak yansıyan bu özellik kırsal alanlarda olumlu olarak değerlendirilmiştir (Anon, 2004:271).



Şekil 4.8 Bard Koleji (Anon, 2004:271)

Metallerin yansıtıcılık özelliğinin çevresel açıdan sorun oluşturmaması için, tasarım aşamasında uygulama yapılacak çevrenin özelliğine göre doğru metal türü seçilmelidir. Şehirsel alanlarda yansıtıcılığı rahatsız etmeyecek yüzey özelliklerinde metal türleri seçilmelidir.

4.2.4.2 Ses ile ilgili etmenlerden kaynaklanan sorunlar ve önlemleri

Yapı kabuğundan beklenen görevler arasında dışarıdan gelecek etmenleri istenilen düzeyde geçirmek olduğundan, ses de istenilen ölçüde içeri girmesine izin verilecek etmenler arasında yer almaktadır. Metal esashi cephe kaplamaları da, dışarıdan gelen gürültü düzeyinde seslere karşı filtre olmak durumundadır.

Ses ve gürültü çevremizde her zaman mevcuttur. Gürültü, yayılan süre içinde belirli düzeylerin üzerine çıkması durumunda bireyler üzerinde rahatsızlık oluşturmaktadır. Gürültü sorun olmaktan, ancak planlama aşamasında alınacak önlemlerle çıkabilir (Eriç, 2002).

Gürültü oluşumuna neden olan ses kaynaklarına karşı, yapı cephesinde ses yalıtımı sağlayabilmek için, öncelikle ses dalgalarının bir yüzeyde durdurulması veya söndürülmesi gerekmektedir. Ses geçirimsizlik, yalıtım malzemesinin yoğunluğu ve kalınlığı ile doğru orantılı olduğundan, bu niteliklere uygun bir ses tutucu malzemeler kullanılmalıdır.

Ses yalıtımı için malzeme seçiminde, boşluksuz, birim ağırlığı ve elastiklik modülü yüksek, yeterli kalınlıkta malzemeden yapı bileşeni oluşturmak, çift tabakalı malzeme oluşturmada ise sesin direkt etkisine maruz tabakanın yumuşak ve eğilebilir nitelikte olması uygun olacaktır. Tabakaların özellikle döşemelerde duvarla birleşim noktalarından elastik bir yalıtım yapılması veya tabakalar arasında birim ağırlığı yüksek bir yalıtım malzemesi konularak çözümlenmesi gerekmektedir (Coşkunsu, 1990).

Çift tabakalı elemanların oluşturulmasında dikkat edilmesi gereken konu, her iki kabuk arasında ses yayılımının devamını oluşturacak ses köprülerinin oluşmaması için gerekli önlemlerin alınmasıdır.

Ses ile ısı yalıtımı farklı konular olmalarına rağmen, taş yünü, cam yünü tipi malzemeler ses yutucu olarak kullanılabilir (Oktuğ, 1990). Bu nedenle, metal levha kaplı cephelerde ses geçirimsizlik, ısı yalıtım ürünleri ile oluşturulan tabakalı sistemlerle sağlanabilmektedir.

Direkt ses yalıtımı problemleri yanında bir de metal levhaların ses dalgaları sebebi ile titreşmesi ve bunun sonucu olarak çınlaması problemi vardır. Önlemleri alınmayan ses dalgaları, metal levha kaplamalarda titreşim oluşturacak ve meydana gelen çınlama rahatsız edici olacaktır. Bu etki yapının bulunduğu ortamın gürültü şiddetini de arttıracaktır.

Çınlama problemini önlemek için metal levhaların arkasına ses yutucu özel plakalar yapıştırılabildiği gibi iki metal levha arasına enjekte edilmiş polyetilenden oluşturulmuş özel kompoze levhalar da kullanılabilmektedir (Oktuğ, 1990).

Ayrıca, kaplama levhalarının veya profillerinin de taşıyıcı sistemle ilişkisi ve taşıyıcı sistemin yapıya tespiti de aynı amaçla elastik silikon veya neopren contalarla yapılmış olmalıdır. Böylece ses titreşimleri yapıya en az şekilde iletilmiş olur (Oktuğ, 1990).

4.2.4.3 Yükler ve kuvvetlerden kaynaklanan sorunlar ve önlemleri

Yükler ve kuvvetlerden kaynaklanan hareketler, yapılarda deformasyonlar oluşmasına neden olmaktadır. Oluşacak bu deformasyonlar duvar ile birliktelik içinde olan metal kaplamaların sistem içindeki yerinden oynayarak ayrılmasına neden olacaktır.

Tasarım aşamasında yapılan statik hesaplamalar dikkate alınmayarak yapıya sonradan sürekli ve ağır yüklemeler yapılması, taşıyıcı sistemde gerilmelere yol açacaktır. Taşıyıcı sistemle ilişkisi olan metal kaplamalarda, bu gerilmelerden etkilenerek birleşim yerlerinde sorunlar oluşacak ve sonrasında yerlerinden ayrılabilirler.

Deprem hareketleri sonucunda da oluşan gerilmeler, yapı taşıyıcı sisteminde ve duvarlarda çatlamalara neden olacak, bu durumda taşıyıcı sistemle veya duvarla bağlantılı olan metal kaplamalar da bu gerilmelerden etkilenerek, yerlerinden ayrılabilirler.

Yapıyı ve buna bağlı olarak dış cephe kaplamalarını etkileyen düşey yüklere karşı önlem kullanım aşamasında alınabilir. Kullanıcılar, yapıyı aşırı yüklemelerden kaçınarak, belirlenen işlevlere göre kullanılmalıdır. Böylece yapı taşıyıcıları yorulmayacak ve taşıyıcı sistemde gerilmeler oluşmayacaktır.

Yapıyı etkileyen depreme karşı önlem ise öncelikle tasarımın başında taşıyıcı sistem hesaplamaları yapılırken alınmalıdır. Taşıyıcı sistem kesitlerinin hesaplamalarında deprem şartnamesinde belirtilen katsayılar dikkate alınarak hesap yapılmalıdır. Özellikle sismik bölgelerde cephe sistemlerinin depreme dayanıklı olarak tasarlanması gerekmektedir.

Tasarımcılar tarafından cephe sisteminin yatay yüklere karşı dayanıklılığının sağlanması, kaplama ve taşıyıcı sistem ilişkisinin bu doğrultuda tasarlanması gerekmektedir. Uygun bir strüktür tasarımı ve depreme karşı alınacak önlemler ile cephe sistemi de taşıyıcı sistem hareketlerinden ayrılmış olacaktır (Özgen ve Sev, 2001).

Detaylandırmalarda, taşıyıcı sistemden gelen deformasyonları kaplama malzemelerine iletmeyecek çözümlere gidilmesi, bölücü ve örtücü malzemelerin taşıyıcı elemanlardan bağımsız ve parçalı detaylandırılması uygun olacaktır (Eriç, 2002).

Deprem etkilerine karşı yapılar, plastik şekil değiştirme yapabilecek şekilde tasarlanmalı ve yapılmalıdır. Plastik şekil değiştirmede, yapıya iletilen deprem enerjisinin büyük bir kısmı yapı tarafından yutulur. Çekme gerilmesi almayan ve sünek olmayan malzeme ile yapılan bir yapı, deprem etkisinde aniden geçer. Bu nedenle yapılarda, kopmadan ve ezilmeden önce büyük uzama ve kısalma gösteren sünek malzemeler kullanılmalıdır (Çamlıbel, 1994).

Cephe kaplama levhalarını etkileyen diğer bir yük rüzgar yüküdür. Rüzgar bulduğu delik ve açıklıklardan içeri girerek akışını bozacak ve levha ile duvar arasında ters basınç doğacaktır. Bunun sonucunda da levhalarda istenmeyen titreşimler meydana gelecektir.

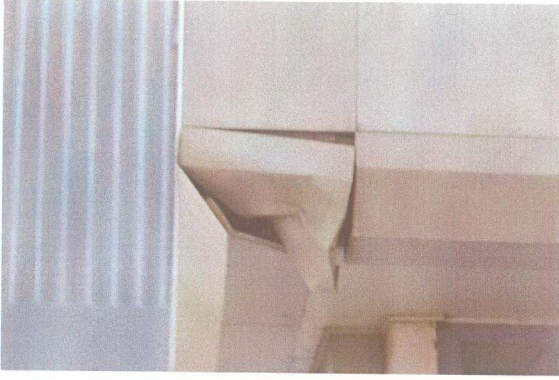
Rüzgar kuvvetleri, cephe kaplamaları yüzeyinde kendi etkileri ya da taşıdıkları katı zararlıların çarpması ile oluşan mekanik aşınma etkisi de meydana getirmektedir.

Malzemelerin sertliği ile ilgili olan aşınma, metal levha yüzeyinde sertliklerine ve yüzey özelliklerine bağlı olarak çizilmeler oluşturmaktadır. Alüminyum levha kaplama üzerine etki etmiş bir darbe doğrultusunda oluşan sorun Şekil 4.9'da görülmektedir.



Şekil 4.9 Alüminyum levha kaplama üzerine etki etmiş bir darbe doğrultusunda oluşan sorun

Metal cephe kaplamaları üzerine etki edecek dış kaynakları kuvvetler doğrultusunda metal kaplama, yüzey özelliklerini yitirebilmekte ve aynı zamanda kuvvetin etki alanı doğrultusunda yüzeyler ek yerlerinden ayrılabilir. Şekil 4.10'da alüminyum levha kaplama üzerine etkimiş bir kuvvet doğrultusunda yüzeyin deformasyona uğraması ve ek yerinden ayrılması görülmektedir.



Şekil 4.10 Alüminyum levha kaplama üzerine etkimiş bir kuvvet doğrultusunda yüzeyin deformasyona uğraması ve ek yerinden ayrılması

Rüzgar kuvvetleri dış kaplama levhalarını dolaylı olarak da etkilemektedir. Kaplama levhalarının üzerine gelen suyun, delik ve boşluklardan girmesini hızlandırmaktadır. Bunun sonucunda su, levha arkasına ve taşıyıcılarına daha hızlı etki ederek dayanımlarını azaltacaktır.

Rüzgarın yapı için diğer bir olumsuz etkisi de kirlenmeye yardımcı olmasıdır. Kirliliğe neden olan toz, duman, kum vb maddeleri kaynaktan alarak dağıtan bir etmendir. Katı zararlılar olarak bilinen bu maddeler, rüzgarın yardımıyla yapı yüzeylerinin girintili, kuytu köşelerinde birikmekte ve yağmurun da etkisiyle kirliliğe yol açmaktadır.

Detaylandırmalarda, rüzgarın girip ters basınç oluşturarak levhaları titreştireceği aralıklardan kaçınılmalıdır. Bu nedenle rüzgar etmenine karşı levhaların derz aralıkları boş bırakılmamalı ve uygun derz dolgu ürünleri ile kapatılmalıdır. Bu şekilde, rüzgarın etkisiyle yağmur suyunun da derz aralıklarından geçmesi engellenmiş olacaktır.

Yapı tasarımında, hakim rüzgarların yönü, hızı ve değişiklikleri dikkate alınmalıdır. Yapının bulunduğu yerdeki coğrafi şartlar, çevredeki diğer yapıların konumları ve çevrelerine etkileri, mevsimlere göre değişimlerinin araştırılması gerekmektedir. Hakim rüzgar nedeniyle yılın uzun bir süresi, yapının yalnızca belirli bir yüzeyinin yağmura maruz kaldığı hallerde, bu ve diğer yüzeyler için malzeme seçimi ve cephe strüktürü önem kazanmaktadır (Erdoğan, 1991).

Yapıların yerleşimi hakim rüzgar doğrultusuna dik ise yapı yüzeyleri üzerlerine gelen rüzgarın tümünü almaktadır. Bir yapı rüzgar yönü ile 45 °C' lik bir açı yapabiliyorsa, rüzgarın etkisi %50 oranında azalmaktadır (Şen, 1967).

Yüksek yapılarda, zemin katlarda oluşan türbülanslardan dolayı Marilyn Monroe efekti olarak adlandırılan, yağmur sularının yer çekiminin aksine üst katlara doğru çıktığı veya kar yağışının ters yönde oluştuğu gözlenmiştir. Bu nedenle rüzgar basıncının fazla olduğu bölgelerde, metal cephe kaplamalarının da kullanıldığı yüksek yapılarda, derz içi ve derz dışı hava basınçlarının ve derz içerisine hava akımının girmesinin engellendiği basınç dengeli derz sisteminin kullanılması uygun olacaktır. Böylece su boşaltma deliklerinden türbülanslar yoluyla girebilecek dış ortam suları da engellenmiş olacaktır (Uzak, 1998).

4.2.4.4 Katı zararlılar ve biyolojik etmenlerden kaynaklanan sorunlar ve önlemleri

Katı zararlılar ve biyolojik etmenlerin etkisiyle metal levhalarla oluşturulmuş cephelerde, öncelikle cephe kirliliği ve mekanik aşınma sorunları oluşur.

Metal levhalarla oluşturulmuş düz yüzeyli ve geçirimsiz cepheler, toz ve kiri tutmayarak birikmesine engel olmakta, ayrıca suyun kolayca kayması nedeniyle kirlerin de akmasını sağlamaktadır.

Ancak cephelerde yer alan girinti ve çıkıntılı bölümler, katı zararlıların buralarda birikmesine olanak vererek, yağmur suyunun da yardımıyla yüzeylerin kirlenmesine ve aşınmasına neden olmaktadır.

Katı zararlılar olarak belirtilen etmenlerden kum taneleri, kuvvetli rüzgarın etkisiyle çarpmaları sonucu, metal cephe kaplamaları yüzeyinde mekanik aşınmalar oluşturacaktır.

Bütün bu etmenler, cephelerde temizlenme gereksinmesini ortaya çıkarmaktadır. Yüzeylerde oluşan kirliliklere karşı, belirli aralıklarla metal levha türüne uygun olarak seçilmiş temizleme ürünleri ile temizlik işlemleri yapılmalıdır. Temizlenmeyerek yüzeyde bırakılan kirler, zamanla metal ile su ve tozlar içindeki kalsit bileşenlerinin tepkimeye girmesi sonucu metal yüzeyin korozyona uğramasına neden olmaktadır.

Metal kaplamalı cephelerde, toz ve kumlardan oluşan yüzey kirlenmelerine karşı, pürüzlü olmayan yüzeylerin tercih edilmesi uygun olmaktadır. Ayrıca levhalar arasındaki derzlerin, toz ve kumu tutmayacak şekilde detaylandırılması da tasarım aşamasında alınacak önlemlerdendir.

Tuz tortuları da katı zararlılar olarak yağmur suyu ile etkileşimlerinde metal yüzeyde korozyon oluşturdıkları gibi, rüzgar ile yüzeylerde aşınma oluşacaktır.

Kırsal çevrelerde rastlanan kimyasal gübre kullanımı da metal yüzeyinde tortulaşma oluşturur ve alkali bir tabaka oluşturur. Bu bölgelerde kullanılmış kurşun levha yüzeylerinde renk bozulması etkisi ile beyaz tabaka veya kırmızı çizgiler görülmüştür (Zahner, 1995).

Biyolojik etmenler olarak belirtilen; yosun, mantar, bakteri, bitkisel parazit, gibi mikroorganizmalar da cephe kaplamaları üzerinde sorunlara yol açmaktadır. Metal cephe kaplamaları, yüzey özelliklerinden dolayı bitkisel parazitlerin, organizmaların üremesine olanak vermemektedir. Ancak duvar gövdesinde, havalandırma boşluğunda nem etkisi ile oluşabilecek bitkisel üremeler, metal taşıyıcılara ve kaplamalara zarar verecektir.

Havalandırma boşluklarında üreyebilecek mikroorganizmalara karşı, bu ortamın belirli aralıklarla havalandırılması gerekmektedir. Nem oluşmaması için yapılan bu havalandırma, derz boşluklarından ve kaplamanın başlangıç ve bitiş noktalarından sağlanabilmektedir. Ayrıca ortama nem sağlayan kaynaklara karşı önlem alınarak da katı zararlıların üremesi önlenebilmektedir. Bunun için de, iç ortamdan duvarın arka tarafına nem geçişi (difüzyon) tasarımı aşamasında yapılan detaylandırmalarla engellenmelidir (Yolsal, 2003).

Diğer bir biyolojik etmen olarak kuş ve benzeri hayvanların cepheler üzerine bıraktıkları atıklar, özellikle metaller üzerinde olumsuz etkiler yaratarak sorunlar oluşturmaktadır. Bu atıkların içindeki asitler metaller ile tepkimeye girerek levhanın yüzey özelliğini yitirmesine neden olmaktadır. Bu soruna karşı alınabilecek tek önlem düzenli temizleme ile sağlanabilmektedir.

Metal türlerinden bazıları, birtakım asitli ağaç türlerine karşı duyarlıdır. Bu duyarlılık metalin asitle tepkimeye girmesiyle olumsuz olarak etkilenip, korozyon oluşumuna neden olacaktır. Bu nedenle dış cephe kaplama malzemesi olarak seçilen metal türü ile çevresel bitki örtüsü araştırmasının önceden yapılması gereklidir. Detaylandırmalarda, bitkilerle metal levha ilişkisinin birlikteliği düşünülmelidir.

Örneğin, çinko levhaların sedir, meşe gibi ağaçlarla direkt teması halinde veya su aracılığı ile temasında, çinko korozyona uğramaktadır (Ashurt, J., N.,1988). Bu nedenle, bu ağaçlarla birliktelik içinde olacak yapılarda, çinko cephe kaplamalarının kullanılması uygun değildir.

4.2.4.5 Yangından kaynaklanan sorunlar ve önlemleri

Cephe kaplamaları, kullanım süreçleri içerisinde çeşitli nedenlerden dolayı oluşabilecek yangından olumsuz olarak etkilenecek, değişimlere uğramaktadır.

Yangın, A-1 yanmaz malzemeler sınıfında olan metal levhalar üzerinde de birtakım fiziksel ve kimyasal değişiklikler meydana getirerek, olumsuz etkiler oluşturabilmektedir. Sıcaklığın artmasıyla metal malzeme erimekte ve kimyasal ayrışmaya uğrayabilmektedir.

Metaller yangın sırasında yanıcı olarak davranmayıp ancak dayanımlarını kaybederler. Örneğin yangın etkisiyle, çelik yangın başlangıcından 10 dakika sonra ilk dayanımının

%20'sine, 20 dakika sonra da %10'una, alüminyum ise ilk 5 dakikada ilk dayanımının %10'una düşer (Eriç, 2002). Çelik 300 °C' de dayanımını kaybeder, 400 C°'de akma sınır değeri düşer, alüminyum ise 100-150 °C dayanımını yitirmeye başlar (Kars, 2002).

Yangın sırasında metal malzemelerde ayrıca büyük ısısal genleşmeler oluşur. Alüminyum, kurşun ve çinko yüksek ısı derecelerinde erirler. Bu ürünlerin genleşmeleri rahatsız edici ölçülerde olabilir. Yüksek ısı iletkenlikleri, ısı kaynağından uzak olan yüzeylerdeki derecelerin yükselmesine ve yangının sıçramasına neden olmaktadır (Everett, 1994).

Metal malzemelerin erime sıcaklıkları yangın sırasında önemlidir. Erime sıcaklığı yüksek olan metal malzemeler yangın sırasında daha çok dayanım gösterecektir. Bazı metallere ait erime sıcaklıkları çizelge 4.11'de verilmiştir.

Çizelge 4.11 Çeşitli metal türlerinin erime sıcaklıkları (Zahner, 1995)

Malzeme	Erime sıcaklığı (C°)
Alüminyum	660
Bakır	1083
Çinko	419
Paslanmaz çelik	1400
Titanyum	1668

Metallerin erime sıcaklıkları ile birlikte, ısı genleşme katsayıları da yangın sırasında önem taşımaktadır. Genleşme katsayısı yüksek olan metaller, yangın sırasında daha çok genleşerek levha birleşimlerinde deformasyonlara veya taşıyıcı olması durumunda kaplamaların düşmesine neden olacaktır. Bu yüzden, alüminyum ısı genleşme katsayısının çok yüksek olması nedeniyle özellikle taşıyıcı olarak pek tercih edilmemektedir.

Yangına karşı, tasarım aşamasında, farklı ısı genleşmelere sahip olan malzemelerin yan yana getirilmemesi şeklinde önlemler alınmalıdır.

Ayrıca dikkat edilmesi gereken diğer bir konu da, metal kaplamalarının parapet önünden geçirilmesi halinde, parapet önünde katlar arasındaki ilişkinin, duman geçirmeyecek şekilde kesilmesinin sağlanacağı detaylandırmalara gidilmesidir (Oktuğ, 1990).

Büyük bir yangından etkilenmiş olan malzemelerde sorunların oluşması kaçınılmazdır. Ancak

malzemelerin, yangın sırasında daha başka sorunlara yol açmamaları için dayanım sürelerinin çok olması istenir. Bu nedenle metal cephe kaplamalarının seçimi yapılırken yangından etkilenme sıcaklıkları yüksek ve etkilenme sürelerinin uzun olmasına dikkat edilmelidir.

Yapıların yangına karşı korunmasında ana prensip yangın çıkışına engel olmaktır. Önlenemediği halde ise öncelikle insanların çabuk tahliyesi, boğucu gazlardan korunması ve yapı taşıyıcı sistemin yangın söndükten sonra ayakta kalmasının sağlanmasıdır. Ayrıca, taşıyıcı sistem ve kaplama malzemelerinin yanma süresinin ile dayanımının artırılması ve bu süre içinde çıkabilecek yangının söndürülmeye çalışılmasına da özen gösterilmelidir (Yavuz, 1979).

4.2.4.6 Kullanıcı hatalarından kaynaklanan sorunlar ve önlemleri

Metal cephe kaplamalarında, kullanım süreci içerisinde oluşan sorunlardan bir kısmı da kullanıcı hatalarından kaynaklanmaktadır.

Bu hatalar, kullanıcıların dikkatsiz kullanımları nedeniyle oluşan kirlilikler, darbe ve sürtünmeler, periyodik olarak yapılması gereken bakım ve temizlik işlemlerinin aksatılması ya da yanlış yapılması şeklindedir.

Metal levha kaplamaların uygulandığı cepheler, metal yüzeylerin özelliğinden dolayı lekelenmeye açıktır. Kullanıcıların cephelerde bıraktıkları lekeler, öncelikle yapının görünümünü bozacak ve zamanla içeriğinde metalle kimyasal ve elektro-kimyasal tepkime oluşturacak maddeler bulunması durumunda sorunlara yol açacaktır.

Yapının kullanıcıları tarafından metal yüzey üzerinde bırakılan parmak izi ve ter lekeleri metal levhalar yüzeyinde öncelikle yağlı bir görüntü ve değişiklik gösteren parlama etkisi oluşturmaktadır. Ter lekelerinin temizlenmemesi ise içerisinde bulunan bazı asitlerin tortu oluşturmasıyla metali aşındıracaktır.

Kullanım sürecinde kullanıcılardan kaynaklanan birtakım darbelerin ve çarpmaların etkisinde kalan metal cephe kaplamalarında, bu etkilerle, levha yüzeyine ve dokusuna zarar verecek aşınmalar oluşturmaktadır. Cephe kaplaması, sertliği az olan metal türü ile oluşturulmuş ise bu aşınmaların boyutu büyük olacaktır. Alüminyum levha kaplanmış bir cephede kullanıcıların kötü kullanmasıyla oluşmuş bir darbe etkisiyle metal yüzeyde oluşan aşınma Şekil 4.11'de görülmektedir.



Şekil 4.11 Alüminyum levha kaplama üzerinde kullanıcı hataları nedeniyle oluşan sorun

Kullanıcılar tarafından sonradan cephe kaplamaları üzerine yapılan bazı hatalı uygulamalar da, metal levha kaplamalarının kirlenmesine, aşınmasına ve korozyona uğramasına neden olmaktadır. Alüminyum levha kaplanmış bir cephe yüzeyine kullanıcılar tarafından sonradan tanıtım panosu yerleştirilmek üzere açılmış vida delikleri Şekil 4.12'de görülmektedir.



Şekil 4.12 Alüminyum levha kaplamada kullanıcılar tarafından tanıtım panosu yerleştirilmek üzere açılmış vida delikleri nedeniyle oluşan sorun

Cephe kaplamalarında çeşitli etmenlerden dolayı oluşacak ufak bir kusurun önlemi alınmadığı takdirde, bu kusur zamanla ilerleyerek onarılması güç sorunlar yaratabilmektedir. Daha sonra, etrafındaki diğer kaplamaları da olumsuz yönde etkileyerek, kaplama malzemelerinin performanslarını azaltıp birlikteliğini olumsuz yönde etkileyebilmektedir.

Metal levhaların uygulandığı cephelerde, kullanım sürecinde oluşabilecek sorunlara karşı, yapının kullanıcılarının bilinçlendirilmesi ve kirlenmelere karşı periyodik olarak bakım-

temizlik işlemlerinin yapılması sağlanmalıdır. Eğer kaplama yüzeyinde hasarlı bir bölüm varsa bu hasarın diğerlerini de etkilememesi için onarımlarının yapılması gerekir.

Metal levha türüne ve üzerine etki eden kirin cinsine göre doğru temizlik ürünleri seçilmeli ve bu ürünlerin doğru şekilde uygulanması gerekmektedir.

Temizlik ürünlerinin uygulanmasından sonra kaplama yüzeyleri durulanmalıdır. Yüzey bitişlerinden zarar görmeye daha uygun olan kaplamalar için, temizlik ürünlerinin kullanımı konusunda daha fazla titizlik gösterilmelidir.

Yanlış temizlik ürünü seçimi, metal levha üzerindeki kirlenmeden daha başka sorunlar oluşturacaktır. Bu ürünlerin etkisiyle levhalar aşınacak, yüzeyleri bozulacaktır, ayrıca derz dolgu malzemelerine de etkiyerek bu malzemelerin, çözülüp dökülmeye başlamasına neden olacaktır.

Örneğin, cam temizleyiciler metal yüzeyde bırakılırsa yüzey oksitlenerek asitle tepkimeye girmektedir. Taş ve seramik temizleyicileri (yumuşak asitler) ise metali kısa sürede aşındırmaktadır. Paslanmaz çelik levhalar, taş temizlemede kullanılan asit dumanı veya buharı etkisiyle paslı ve mat görünmektedir (Zahner, 1995).

4.2.5 Korozyon sorunu ve önlemleri

Metal levha kaplamalar için en büyük tehlike, farklı etmenlerin etkisiyle gerçekleşen korozyon oluşumudur. Korozyon, metal malzemelerin işlevlerini yerine getiremeyip, yapı bütününe etkileyecek sorunların oluşmasına yol açmaktadır. Oluşabilecek sorunlara karşı önlem almak için öncelikle korozyon oluşumunun anlaşılması gerekmektedir.

• Korozyonun tanımlanması

Bir metalin bulunduğu ortam içinde kimyasal veya elektro-kimyasal reaksiyonlar sonucu bozulması, korozyon olarak tanımlanmaktadır. Fiziksel nedenlerle meydana gelen bozulmalar ise daha çok erozyon veya aşınma şeklinde nitelendirilmektedir (Şengil, 1992).

Korozyon genel olarak, metallerin doğal hallerine dönüş gayreti yani, tekrar doğaya dönme eğilimleridir. Metal ve alaşımların tamamı korozyona uğrama eğilimindedir. Teknolojik öneme sahip çoğu metal, doğada bileşik halinde bulunmaktadır ve üretilirken çeşitli işlemlerle arındırılmaktadır. Metal ve alaşımları, tekrar kararlı halleri olan bileşik haline dönme eğilimleri sonucunda, içinde bulundukları ortamın elementleri ile reaksiyona girerek önce iyon sonra da bileşik haline geçerler (Ademci, 2000).

Kimyasal korozyon, metal ve alaşımların gazlarla reaksiyona girerek oksitlenmesini ifade

etmektedir. Buna ‘kuru korozyon’da denilmektedir. Yüksek sıcaklıklarda metaller oksijen, kükürt, aktif klor, azot, yoğun asitler ve bazlardan etkilenecek korozyona uğrarken, normal ortam sıcaklıklarında bu etki azalmaktadır. Genellikle reaksiyonların hızı, ısıнын her 10 °C yükselmesiyle iki katına çıkmaktadır (Atmaca, 2003).

Metal ve alaşımların, sulu ortamlardaki korozyonu ise ‘elektro-kimyasal korozyon’ olarak adlandırılmakta ayrıca ‘ıslak korozyon’ olarak da bilinmektedir (Ademci, 2000). Olayın esası, metallerin su gibi iletken bir ortam içinde, elektrik akımı aracılığı ile birbirlerini etkilemesi şeklinde gelişmektedir.

Metal yüzeyler üzerinde bulunabilecek su tabakası elektrik akımı yardımıyla parçalanmakta ve ortaya çıkan oksijen metalin yüzeyinde veya kılcal çatlaklarda toplanarak elektro-kimyasal korozyon oluşturmaktadır. Olayın sonucunda korozyon ürünü olarak ortaya çıkan ve metal yüzünü örten oksit tabakası, iyonik ve elektronik iletkenliğe sahip elektrolittir. Bu, yüzeyde aşınma şeklinde görülmektedir (Kiper, 1992; Atmaca, 2003).

Metallerin hemen hepsi korozyona uğrarken, öncelikle korunmamış metalik yüzeyler korozyonun etkisinde kalmaktadır. Korozyondan daha önce etkilenecek olan bölgeler ve korozyon oluşumunu hızlandıracak diğer etmenler şunlardır:

- Kaynak, lehim, perçin civata veya benzeri birleşim yerleri,
- Eğilmiş bükülmüş olan, çatlaklar bulunan yüzeyler,
- Dövmeler, haddeleme veya kaynak gibi farklı işlemlerin var olduğu yüzeyler,
- Farklı havalandırmaya maruz yerler,
- Yüksek yük, gerilim, darbe etkisinde kalan metal yüzeyler,
- Farklı türden iki metalin teması durumunda,
- Alaşım elemanlarından birinin korozyona karşı hassas olduğu durumda, korozyon önce bu elemanda oluşacak ve hızla yayılarak diğer bileşenleri etkileyecektir.
- Korozyonun oluşumu açısından metal levhaların yüzey pürüzlülüğü de önem taşımaktadır. Düz yüzeyler atmosferik kirleri daha az tutacakları için, korozyona daha dirençlidir. Ayrıca düz yüzeyler doğal olarak yağmurla temizlenme kolaylığı da sağlamaktadır.
- Yapının bulunduğu yer ve ortam nemi gibi dış çevresel faktörler de korozyon için önemlidir. Havadaki nemin %60’ın üstüne çıkması ve yüksek ısılar korozyon hızını arttırmaktadır. Nemli ortamlarda korozyonun devamlılığı ise oksijen varlığı ile olanaklıdır.

Uygulama yapılacak çevrenin koşulları, korozyon oluşumu açısından büyük önem taşımaktadır.

Kurak iklimlerde metal yüzeyler daha dayanımlıdır. Ancak dikkat edilecek nokta genleşme gerilmeleri ve rüzgarın savurduğu kumların aşındırmasıdır.

Sahil bölgelerinde tuz tortularından kaynaklanan klorid varlığı, nemin de etkisiyle sakınca oluşturabilmektedir. Bu çevrelerde metalin, atmosferik etkililerle bozulması çok çabuk olur.

Şehir ve endüstri çevrelerinde, nem ile birleşerek sülfürik asit geliştiren sülfürdioksitin kimyasal saldırısı, çoğu metali lekeler ve korozyona neden olur.

Kırsal çevrelerde ise korozyon, diğer çevrelerden daha yavaş oranda oluşur (Zahner, 1995).

• Korozyon türleri

Metaller korozyondan, yüzeysel aşınma, noktasal çiçeklenme ve derinlemesine çatlamlar şeklinde tahrip olurlar (Eriç, 2002).

Korozyon türleri, oluşum ve korozyona uğrayan metalin görünümüne göre sınıflandırıldığında, homojen dağılımlı veya yerel olmasına göre ikiye ayrılmaktadır. Yerel korozyon gözle görülebilir türden ya da malzeme içerisinde olup gözle görülemeyen türdendir (Şengil, 1992).

Korozyon	
Homojen Dağılımlı K. (üniform)	Yerel Korozyon
	<u>Makroskobik</u> <u>Mikroskobik</u>
	Galvanik k. Taneler arası k.
	Aralık k. Gerilmeli k.
	Filiform k.
	Oyuklu k.
	Seçimli k.
	Erozyon k.

Şekil 4.13 Korozyon türleri (Şengil, 1992)

• Homojen dağılımlı (üniform) korozyon

Homojen dağılımlı korozyonda, kimyasal ve elektro-kimyasal reaksiyonlar tüm yüzeye eşit dağılımlı olarak etki etmektedir. Metal gittikçe incelendiği için bu tür korozyonun yol açtığı metal kaybı diğer korozyon türlerine oranla çok yüksektir ancak buna rağmen en az korkulan korozyon türüdür.

Homojen dağılımlı korozyonun hızı, basit laboratuvar deneyleri ile hesaplanabilmekte, bu şekilde metal parçanın faydalı ömrü yaklaşık olarak tahmin edilebilmektedir.

Homojen dağılımlı - üniform korozyon, uygun yüzey kaplamaları, ortama ilave edilen inhibitörler ve katodik koruma ile kontrol edilebilmektedir (Şengil, 1992).

• Galvanik korozyon

Farklı türden metal ve alaşımlarının birbirleriyle temas halinde olması ile karşılaşılan korozyon olayıdır. Daha çok farklı malzeme birleşimlerinde cıvatalı, perçinli, kaynaklı birleşimlerde görülmektedir. İletken bir ortamda bulunan farklı iki metal arasında genellikle bir potansiyel farkı vardır. Bu metaller birbirine temas ediyorsa veya aralarında akım geçişine uygun bir ortam varsa, iki metal 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. Akım ve korozyonu devam ettiren faktör, iki metal arasındaki potansiyel farkıdır (Şengil, 1992).

Galvanik korozyon oluşumu için elektrolit çözelti veya direkt metallerin temasıyla gerçekleşecek bir metalden diğerine elektron akışı, oksijen ve nem gereklidir. Bu şartlardan biri elenirse galvanik korozyon oluşması da engellenebilir (Zahner, 1995).

Atmosfer etkisiyle de oluşabilen galvanik korozyonun şiddeti, nem miktarına bağlıdır. Örneğin, nemli olan deniz çevrelerindeki atmosfer, tuz içerdiğinden dolayı çok iletken olduğu için, buralarda oluşan korozyon kırsal atmosferdeki korozyondan daha fazla olacaktır. Metaller tam olarak kuru bir ortamda oldukları zaman ise, iki elektrot arasında akım taşıyacak elektrolit olmadığı için galvanik korozyon oluşmaz (Şengil, 1992).

Galvanik korozyona karşı, galvanik seri sıralamasında birbirlerinden uzak metal ve alaşımların eşlenmesi olanaklar ölçüsünde önlenmeye çalışılmalıdır (Çizelge 4.8 ve EK 4). Bu tür eşlemeler kaçınılmaz bir zorunluluk olarak ortaya çıkarsa aynı türden olan metaller, yalıtkan conta veya ara parçaları kullanılarak ayrılmalıdır (Doruk, 1985).

• Aralık korozyonu

Aralık korozyonu, korozyon olayının belirli dar bölgeler üzerinde yoğunlaşması sonucu ortaya çıkan bir bozulma türüdür (Doruk, 1985). 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 çözeltiler yol açmaktadır (Şengil, 1992).

Dar bölge korozyonunun oluşabilmesi, aralıkların korozif ortamın girmesine izin verecek kadar geniş, ancak gerekli tıkanıklığı sağlayacak kadar dar olmasına bağlıdır. Aralığı oluşturan parçaların her ikisinin de metal olması gerekmez. Lastik, cam ve polimer gibi metal olmayan malzemelerle temas halinde olan metaller de aralık korozyonu ile bozulabilir (Doruk, 1985).

Aralık korozyonunu önlemek için, parçaları birleştirirken perçin ve cıvata yerine kaynak kullanılması uygun olur. Bütün gözenekler kapatılmalıdır. Sürekli kaynak, macun ve lehimle yarıklar örtülmelidir.

- **İplikçik (filiform) korozyon**

Aralık korozyonunun özel bir şekli olan filiform korozyon, metalleri koruyan film tabakalarının altında meydana geldiğinden 'tabaka altı' korozyonu olarak da bilinmektedir. Korozyon derinliği çok az olması nedeniyle metal malzemenin mekanik özelliklerinde önemli kayıplara yol açmaz ancak malzemenin görüntüsünü bozduğu için yapıların görünimleri açısından önemli bir bölgesel korozyon türüdür. Filiform korozyon, organik ve toz boyalarla kaplanmış metal ve alaşımlarda, boya altında metal yüzeyi boyunca, geride korozyon ürünleri ile dolu bir iz bırakarak ilerleyen aktif bir korozyon hücresidir (Gomez, 1996).

Filiform korozyonun başlaması için ortamda tuzların, suyun bulunması gerekir. Oluşmasını sağlayacak en kritik bağıl nem oranı %75-85 arasındır. Aynı zamanda 40°C üzeri sıcaklık ve yüksek nemli ortamda oluşma olasılığı çok yüksektir. İlerlemesi için oksijenin varlığı şarttır. Filiform korozyon, koruyucu kaplamanın yetersiz veya eksik olduğu, çatlak veya kırık gibi fiziksel kusurlu bir yerinde oluşmaktadır. Yapılarda en çok pencere çerçevelerinde görülen filiform korozyona, ayrıca temizlik işlemleri ihmal edilen yerlerde de rastlanmaktadır [2].

Metal malzemenin kimyasal bileşimi ve boyama öncesi yüzey hazırlama işlemleri de filiform korozyon açısından önem taşımaktadır. Örneğin alüminyum içindeki bazı elementlerin belirtilen değerlerden fazla olması da filiform korozyonunu oluşturacak etkenlerdendir: $Zn > \%0,02$; $Pb > \%0,005$; $Cu > \%0,015$; $Fe > \%0,21$ (Ademci, 2000).

Filiform korozyonunu önlemek için en iyi yol, kaplanmış metal yüzeylerini düşük nemli ortamlarda depolamaktır (Şengil, 1992).

- **Oyuklu korozyon**

Oyuklu korozyon, metal yüzeyi üzerinde küçük çukurlar şeklinde beliren son derece lokalize olmuş bir korozyon şeklidir. Oyuklar bazen metal yüzeye kaba bir görünüm vermektedir (Şengil, 1992).

Oyuklu korozyonda oluşan korozyon oyukları, çok küçük olduğu ve korozyon ürünü maddelerle örtüldüğü için görülememektedir. Ayrıca, meydana gelen oyukların derinlikleri ve sayıları bilinemeyeceğinden oyuklu korozyonu ölçmek ve tahmin etmek zordur. Bu nedenlerle diğer korozyon türleri içerisinde en çok korkulan korozyon türüdür.

Oyuklu korozyonu önlemek için en iyi yol, istenen ortama uygun, oyuklu korozyona uğramayacak malzemeler kullanmaktır (Şengil, 1992).

Örneğin 304 paslanmaz çelik içerisine, oyuklu korozyona karşı diğer metallerden daha dayanıklı olan molibdenden %2 oranında eklenmesi ile oluşan 316 paslanmaz çelik, oyuklu korozyona daha dirençlidir. Bu katkı paslanmaz çeliğe, çok koruyucu veya çok stabil pasif bir yüzey sağlamaktadır.

• Seçimli korozyon

Alaşımarda belirli bir metal veya belirli bir faz üzerinde yoğunlaşarak öncelikle çözünmelerine neden olan korozyon türüdür. Elektro-kimyasal gerilim dizisinde birbirlerinden çok uzak metallerden oluşan alaşımlar seçimli korozyona uğramaktadır. Örneğin bakır-çinko alaşımlarında görülen çinko kaybı, dökme demirde ana yapının çözülmesi ile gelişen grafitleşme olayı bu tür korozyon için verilebilecek örneklerdendir (Doruk, 1985).

Seçimli korozyonun bozucu etkisi, malzemenin uğradığı direnç kaybıdır. Korozyonun etkili olduğu bölgelerde çekme dayanımının en aza indiği kabul edildiğinde korozyona uğrayan parçalarda saptanan direnç kaybı, korozyondan etkilenen kesit alanının doğrudan bir göstergesi olarak önem taşımaktadır (Şengil, 1992).

Bir alaşımdan bir elementin seçimli korozyonu, paslanmaz çelik üzerindeki oksit filmlerinde gözlenen silisyum zenginleşmesinin, pasivite ve oyuklu korozyona karşı direnci arttırmasında olduğu gibi bazen faydalı olabilmektedir (Ademci, 2000).

• Çukureuk (erozyon) korozyonu

Çukureuk korozyonu, korozif ortam ve metal yüzeyi arasındaki hız farkından dolayı, mevcut korozyon olayının hızlandırılmasıdır. Çok hızlı olan bu olaya, mekanik aşınma da katılmaktadır (Şengil, 1992).

Alüminyum ve paslanmaz çelikte olduğu gibi, birçok metal ve alaşımlar, korozyona direnci sağlayan yüzey filmlerinin bozulması ile hızla korozyona uğramaktadır. Bu filmlerin erozyon korozyonuna karşı koruyuculuk özelliği, mekanik dirençlerine ve yenilenme hızlarına bağlıdır. Sıkı, yoğun, yapışık ve süreklilik arz eden bir film tabakası çok iyi bir koruma sağlamaktadır (Şengil, 1992).

Erozyon korozyonu 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 (Doruk, 1985).

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 ve koruyucu film tabakasının uzaklaşmasına neden olur. Kabarcık oluşmasına neden olacak kısımların az olması nedeniyle düzgün yüzeyler daha faydalı olmaktadır (Doruk, 1985).

Aşınma korozyonu metallerin birbiri üzerinde kaynaması (sürtme) ile ortaya çıkar ve yüzeylerin bir veya ikisi birden mekanik olarak hasara uğrar. Korozyon, sürtme ısısının metali oksitlemesi ve bu oksit tabakasının mekanik olarak uzaklaşması veya aşınmamış yeni yüzeyin korozif maddelerinin devamlı etkisinde kalmasıyla ortaya çıkar (Doruk, 1985).

Erozyon korozyonu; bu korozyona karşı dirençli malzemeler kullanılarak, ortam değiştirilerek, kaplamalar kullanılarak, katodik koruma yapılarak önlenilmekte veya en az indirilebilmektedir (Ademci, 2000).

- **Taneler arası korozyon**

Taneler arası korozyon, korozyon olayının tane sınırları yakınında yoğunlaşması sonucu ortaya çıkar. Bu oluşuma daha çok kaynak gibi ek yeri uygulamalarında rastlanır. Bu korozyon türünde ağırlık kaybı çok az olmasına karşın korozyon hızı, tane sınırlarında büyük derecelere ulaşır. Böylece, taneler bütünlük ve şekillerini korurken taneler arası bağ bozulur ve sonuç olarak mekanik direnç sıfıra düşer. Taneler arası korozyona, tane sınırlarındaki safsızlıklar neden olur. Genellikle tane sınırlarında alaşım elementlerinden birinin zenginleşmesi veya fakirleşmesi sonucu bu korozyon ortaya çıkar. Alüminyumda az miktarda bulunan demir, tane sınırlarında ayrışarak, bu korozyona neden olmaktadır (Şengil, 1992).

Taneler arası korozyon, metal ve alaşımlarda, gözle görünmeyen ve kristal sınırları boyunca giden çok tehlikeli derin çatlaklar ortaya çıkarır. Daha çok alaşımlarda ortaya çıkan bu tür bir korozyonu önlemek için, alaşıma farklı katkı malzemeleri eklenmektedir. Paslanmaz çeliklerin dokusunda bulunan krom karbürü etkisiz kılmak için bileşime molibden ve vanadyum katılması bu nedenle gerçekleştirilmektedir (Eriç, 2002). Ayrıca paslanmaz çelikteki karbon içeriği azaltılarak, düşük karbonlu paslanmaz çelikler de kullanılabilir.

• Gerilmeli korozyon

Gerilmeli korozyon hem mekanik gerilim ve hem de korozif ortam etkisinin malzeme üzerinde aynı zamanda yoğunlaşması ile meydana gelir. Korozif ortamlarda oluşan kırılma hareketlerinin tümü, gerilmeli korozyon olarak yorumlanmaktadır (Şengil, 1992).

Gerilmeli korozyon esnasında malzeme yüzeyinde pek fazla korozyon etkisi görülmediği halde, ince çatlaklar malzemenin içine doğru ilerlemektedir. Gerilmeli korozyonun iki klasik şekli, pirinçte görülen mevsime bağlı bozulma ve çelikte görülen kostik kırılmalığıdır. Malzemelerin gerilmeli korozyona karşı duyarlılıkları, östenitli paslanmaz çeliklerin klorür içeren ortamlarda gerilmeli korozyona uğramalarına karşın, amonyaklı ortamlardan etkilenmemelerinde olduğu gibi ortama göre değişebilir. Oksitleyiciler ise gerilmeli korozyonu arttırmaktadır. Alüminyum alaşımlarında gerilmeli korozyona neden olan ortamlar ise şunlardır: NaCl-H₂O çözeltileri, NaCl çözeltileri, deniz suyu, hava, su buharı (Şengil, 1992). Paslanmaz çelik için de bu tür bir korozyonun oluşumu klorid iyonları ve suyun var olmasına bağlıdır.

Gerilmeli korozyonun mekanizması tam anlaşılamadığı için bu korozyon şeklini önlemede kullanılan metotlar genel veya deneye dayalı olmaktadır. Aşağıda belirtilen koruma metotlarından bir veya birkaçı uygulanabilir (Şengil, 1992).

- Malzeme içindeki gerilimi almak için tavlama işlemi ile gerilim eşik gerilimin altına düşürülebilir. Örneğin adı karbon çelikleri 593,3 °C - 648,8 °C arasında tavlanoarak ve östenitli paslanmaz çelikler 815,5 °C – 926,6 °C arasında tavlanoarak bu gerilim alınabilir,
- Ortamdan gazlı bileşikleri almak şeklinde kritik çevre faktörleri elenebilir,
- Kullanılan malzeme değiştirilebilir, örneğin, 304 paslanmaz çeliğin yetersizliği durumunda inonel kullanmak çoğu kez başvuruilan bir pratik yoldur.
- Hidrojen kırılmalılığını arttırması dikkate alınarak katodik koruma uygulanabilir,
- Fazla etkin olmayan korozif ortamlarda gerilmeli korozyonu azaltmak için fosfatlar, diğier inorganik ve organik korozyon inhibitörleri kullanılabilmektedir.

• Korozyona karşı önlemler

Korozyon, yapı cephelerinde kullanılan metal cephe kaplaması, elemanları ve aksesuarında, ayrıca birleşim detaylarında zamanla etkisini büyüterek, bu elemanların birleştiği diğier farklı malzemeleri de etkileyecek ve zamanla cephelerde kusurlara yol açacaktır. Bu nedenle, metallerin yapıda kullanılmadan önce, korozyona karşı koruyucu önlemler alınmalıdır.

Oyuklu korozyonda oluşan korozyon oyukları, çok küçük olduğu ve korozyon ürünü maddelerle örtüldüğü için görülememektedir. Ayrıca, meydana gelen oyukların derinlikleri ve sayıları bilinemeyeceğinden oyuklu korozyonu ölçmek ve tahmin etmek zordur. Bu nedenlerle diğer korozyon türleri içerisinde en çok korkulan korozyon türüdür.

Oyuklu korozyonu önlemek için en iyi yol, istenen ortama uygun, oyuklu korozyona uğramayacak malzemeler kullanmaktır (Şengil, 1992).

Örneğin 304 paslanmaz çelik içerisine, oyuklu korozyona karşı diğer metallerden daha dayanıklı olan molibdenden %2 oranında eklenmesi ile oluşan 316 paslanmaz çelik, oyuklu korozyona daha dirençlidir. Bu katkı paslanmaz çeliğe, çok koruyucu veya çok stabil pasif bir yüzey sağlamaktadır.

- **Seçimli korozyon**

Alaşımlarda belirli bir metal veya belirli bir faz üzerinde yoğunlaşarak öncelikle çözünmelerine neden olan korozyon türüdür. Elektro-kimyasal gerilim dizisinde birbirlerinden çok uzak metallerden oluşan alaşımlar seçimli korozyona uğramaktadır. Örneğin bakır-çinko alaşımlarında görülen çinko kaybı, dökme demirde ana yapının çözeltimi ile gelişen grafitleşme olayı bu tür korozyon için verilebilecek örneklerdendir (Doruk, 1985).

Seçimli korozyonun bozucu etkisi, malzemenin uğradığı direnç kaybıdır. Korozyonun etkili olduğu bölgelerde çekme dayanımının en aza indiği kabul edildiğinde korozyona uğrayan parçalarda saptanan direnç kaybı, korozyondan etkilenen kesit alanının doğrudan bir göstergesi olarak önem taşımaktadır (Şengil, 1992).

Bir alaşımdan bir elementin seçimli korozyonu, paslanmaz çelik üzerindeki oksit filmlerinde gözlenen silisyum zenginleşmesinin, pasivite ve oyuklu korozyona karşı direnci arttırmasında olduğu gibi bazen faydalı olabilmektedir (Ademci, 2000).

- **Çukureuk (erozyon) korozyonu**

Çukureuk korozyonu, korozif ortam ve metal yüzeyi arasındaki hız farkından dolayı, mevcut korozyon olayının hızlandırılmasıdır. Çok hızlı olan bu olaya, mekanik aşınma da katılmaktadır (Şengil, 1992).

Alüminyum ve paslanmaz çelikte olduğu gibi, birçok metal ve alaşımlar, korozyona direnci sağlayan yüzey filmlerinin bozulması ile hızla korozyona uğramaktadır. Bu filmlerin erozyon korozyonuna karşı koruyuculuk özelliği, mekanik dirençlerine ve yenilenme hızlarına bağlıdır. Sıkı, yoğun, yapışık ve süreklilik arz eden bir film tabakası çok iyi bir koruma sağlamaktadır (Şengil, 1992).

Erozyon korozyonu genellikle düz tabanlı çukurlar halinde ortaya çıkmaktadır. Metal yüzeyinde hareket eden koroziif maddenin yoluna bağılı olarak korozyon belli bir yönde yayılma gösterir. Türbülanslarda olduğı gibi yüksek hızın söz konusu olduğı durumlar erozyon korozyonu için daha uygundur. Bundan dolayı pompa pervanelerinde, karıştırıcılarda ve özellikle boru sistemindeki dirsek ve kıvrımlarda sık sık görülür (Doruk, 1985).

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 ve koruyucu film tabakasının uzaklaşmasına neden olur. Kabarcık oluşmasına neden olacak kısımların az olması nedeniyle düzgün yüzeyler daha faydalı olmaktadır (Doruk, 1985).

Aşınma korozyonu metallerin birbiri üzerinde kaynaması (sürtme) ile ortaya çıkar ve yüzeylerin bir veya ikisi birden mekanik olarak hasara uğrar. Korozyon, sürtme ısısının metali oksitlemesi ve bu oksit tabakasının mekanik olarak uzaklaşması veya aşınmamış yeni yüzeyin koroziif maddelerinin devamlı etkisinde kalmasıyla ortaya çıkar (Doruk, 1985).

Erozyon korozyonu; bu korozyona karşı dirençli malzemeler kullanılarak, ortam değiştirilerek, kaplamalar kullanılarak, katodik koruma yapılarak önlenebilmekte veya en aza indirilebilmektedir (Ademci, 2000).

- **Taneler arası korozyon**

Taneler arası korozyon, korozyon olayının tane sınırları yakınında yoğunlaşması sonucu ortaya çıkar. Bu oluşuma daha çok kaynak gibi ek yeri uygulamalarında rastlanır. Bu korozyon türünde ağırlık kaybı çok az olmasına karşın korozyon hızı, tane sınırlarında büyük derecelere ulaşır. Böylece, taneler bütünlük ve şekillerini korurken taneler arası bağ bozulur ve sonuç olarak mekanik direnç sıfıra düşer. Taneler arası korozyona, tane sınırlarındaki safsızlıklar neden olur. Genellikle tane sınırlarında alaşım elementlerinden birinin zenginleşmesi veya fakirleşmesi sonucu bu korozyon ortaya çıkar. Alüminyumda az miktarda bulunan demir, tane sınırlarında ayrışarak, bu korozyona neden olmaktadır (Şengil, 1992).

Taneler arası korozyon, metal ve alaşımlarda, gözle görünmeyen ve kristal sınırları boyunca giden çok tehlikeli derin çatlaklar ortaya çıkarır. Daha çok alaşımlarda ortaya çıkan bu tür bir korozyonu önlemek için, alaşıma farklı katkı malzemeleri eklenmektedir. Paslanmaz çeliklerin dokusunda bulunan krom karbürü etkisiz kılmak için bileşime molibden ve vanadyum katılması bu nedenle gerçekleştirilmektedir (Eriç, 2002). Ayrıca paslanmaz çelikteki karbon içeriğı azaltılarak, düşük karbonlu paslanmaz çelikler de kullanılabilir.

• Gerilmeli korozyon

Gerilmeli korozyon hem mekanik gerilim ve hem de koroziv ortam etkisinin malzeme üzerinde aynı zamanda yoğunlaşması ile meydana gelir. Koroziv ortamlarda oluşan kırılma hareketlerinin tümü, gerilmeli korozyon olarak yorumlanmaktadır (Şengil, 1992).

Gerilimli korozyon esnasında malzeme yüzeyinde pek fazla korozyon etkisi görülmediği halde, ince çatlaklar malzemenin içine doğru ilerlemektedir. Gerilimli korozyonun iki klasik şekli, pirinçte görülen mevsime bağlı bozulma ve çelikte görülen kostik kırılmalılığıdır. Malzemelerin gerilimli korozyona karşı duyarlılıkları, östenitli paslanmaz çeliklerin klorür içeren ortamlarda gerilimli korozyona uğramalarına karşın, amonyaklı ortamlardan etkilenmemelerinde olduğu gibi ortama göre değişebilir. Oksitleyiciler ise gerilimli korozyonu arttırmaktadır. Alüminyum alaşımlarında gerilimli korozyona neden olan ortamlar ise şunlardır: NaCl-H₂O çözeltileri, NaCl çözeltileri, deniz suyu, hava, su buharı) (Şengil, 1992). Paslanmaz çelik için de bu tür bir korozyonun oluşumu klorid iyonları ve suyun var olmasına bağlıdır.

Gerilmeli korozyonun mekanizması tam anlaşılamadığı için bu korozyon şeklini önlemede kullanılan metotlar genel veya deneye dayalı olmaktadır. Aşağıda belirtilen koruma metotlarından bir veya birkaçı uygulanabilir (Şengil, 1992).

- Malzeme içindeki gerilimi almak için tavlama işlemi ile gerilim eşik gerilimin altına düşürülebilir. Örneğin adi karbon çelikleri 593,3 °C - 648,8 °C arasında tavlansarak ve östenitli paslanmaz çelikler 815,5 °C – 926,6 °C arasında tavlansarak bu gerilim alınabilir,
- Ortamdan gazlı bileşikler almak şeklinde kritik çevre faktörleri elenebilir,
- Kullanılan malzeme değiştirilebilir, örneğin, 304 paslanmaz çeliğin yetersizliği durumunda inconel kullanmak çoğu kez başvurulmuş bir pratik yoldur.
- Hidrojen kırılmalılığını arttırması dikkate alınarak katodik koruma uygulanabilir,
- Fazla etkin olmayan koroziv ortamlarda gerilmeli korozyonu azaltmak için fosfatlar, diğer inorganik ve organik korozyon inhibitörleri kullanabilmektedir.

• Korozyona karşı önlemler

Korozyon, yapı cephelerinde kullanılan metal cephe kaplaması, elemanları ve aksesuarında, ayrıca birleşim detaylarında zamanla etkisini büyütürerek, bu elemanların birleştiği diğer farklı malzemeleri de etkileyecek ve zamanla cephelerde kusurlara yol açacaktır. Bu nedenle, metallerin yapıda kullanılmadan önce, korozyona karşı koruyucu önlemler alınmalıdır.

Korozyona karşı alınacak önlemler genel olarak (Zahner, 1995; Eriç, 2002);

- Ortama uyacak özellikte malzemeyi tasarım başlangıcında bilinçli seçmek,
- Tasarım kararlarında dış yüzeylerde küçük alanlı elemanlar oluşturmak, girinti, çıkıntı ve köşelerden kaçınmak, yatay yüzeylere minimum %3 eğim vermek, damlalık, drenaj kanalı veya oluklar yaparak, suyu tahliye önlemleri almak, şeklinde uygun detaylandırmalar yapmak,
- Devamlı bakım yapmak,
- Farklı türden iki metali yalıtımsız bir araya getirmemek,
- Korozyona hassas kısımlarda dayanımı yüksek malzeme kullanmak,
- Asitli veya bazik ortamlarda yalıtım (koruyucu boya ve bitüm) yapmak,
- Parça birleşimlerinde korozyona neden olan etkileri ortadan kaldıracak yalıtkanlar kullanmak,
- Pürüzlü yüzeyler yerine, yağmur suyuyla doğal olarak temizlendikleri için atmosferik kirleri tutmayan, bu nedenle korozyona karşı daha fazla dayanımlı olan düz yüzeyler kullanmak,
- Korozyon dayanımı az olan malzemeleri, dayanımı daha fazla olan metallerle alaşımlı hale getirerek korumak, örneğin, çelik içerisine molibden, bakır içerisine alüminyum, alüminyum içerisine magnezyum katılarak korozyondan korunma sağlanmaktadır.
- Metallerin harçla temas etmesiyle gerçekleşen alkalik reaksiyonların yol açtığı korozyonu önlemek için metal ile harçlı yüzey arasında koruyucu tabaka bulundurmak,
- Metal malzemeyi katotlaştırılarak korumak; malzemenin potansiyeli yükseltilerek korunacak metalin, kendinden daha az asal metale bir iletkenle bağlanması şeklinde uygulanmaktadır. Genellikle elektrikle çalışan aletlerde görülen kaçak akımlardan doğan korozyon hasarını önlemek için başvuru yöntemidir. Bu nedenle yer altındaki kablolar, gaz ve su boruları olarak kullanılan kurşun ve demirden yapılmış aletler bu şekilde korunabilmektedir.
- Metal yüzeyleri oksit, silikat, metalik veya organik esaslı (yağ, bitüm, plastik veya yağlı boya) kaplamalardan oluşturulan bir koruyucu örtü ile kaplayarak korumak şeklinde önlemler alınabilmektedir.

Yüzeyleri oksitleme yönteminde, demir ve çeliğin hava ile ısıtılması veya oksijen verici erimiş nitrat tuzuna daldırılması (menevişleme), demir ve alüminyumun elektroliz banyosunda anot olarak yüzeyinin gözeneksiz ve koruyucu bir oksit tabakası ile kaplanması (okside metal) veya alüminyumun asit oksalik eriyiği içinde elektrolize uğratılarak

kaplanması (eloksall) şeklinde korunma gerçekleştirilmektedir. Oksit tabakası çeşitli eriyiklere daldırılarak, renklendirme de gerçekleştirilmektedir. Oksit tabakasının kalınlığı en az 0,001 mm. olmalı ve deniz suyu korozyonuna karşı dayanıksız olduğu bilindiğinden ancak normal atmosfer koşullarında bulunan metal yüzeylerin korunmasında kullanılmalıdır (Eriç, 2002).

Metal yüzeyine silikat esaslı koruyucuların kaplanması, içinde renk verici metal oksitler (CuO, CoO, SeO, TiO₂ gibi) bulunan, kuvars, boraks ve silikatlarla hazırlanmış çamurun, daldırma veya püskürtme yöntemiyle metale kaplandıktan sonra fırında pişirilmesi (emaye) şeklinde uygulanmaktadır (Eriç, 2002).

Metalik kaplamalarda ise kaplanacak metalin çinko, kalay, kadmiyum, alüminyum ve kurşun gibi eriyen metal banyolarına 300-470 °C' de batırılması, toz halindeki çinko, alüminyum ve kromun kaplanacak metalle beraber ısıtılması veya buhar haline getirilmiş metalin kaplanacak malzeme üzerinde çökmesinin sağlanması şeklinde uygulanan ısısal yöntemler yanında, sıcak haddeme ve püskürtme yöntemleri uygulanmaktadır (EK 2). Ayrıca çok uygulanan bir yöntem de, elektroliz yoluyla yapılan, korozyona karşı koruyucu kaplamalardır (nikelaj, kromaj gibi) (Eriç, 2002).

Demire uygulanan çinko kaplamaların (galvanize sac) korozyona dayanım değeri, özellikle yağmur ve endüstri gazlarının bulunduğu bölgeler için bir hayli düşüktür. Ayrıca kalınlığı 0,05 mm.' den daha ince kaplamalar genellikle gözenekli ve dayanıksızdırlar. Ancak korozyon sonucu çinko tahribe uğrayacak fakat demiri korumuş olacaktır. Galvanize bir sacın kuru iklimde ömrü 150, deniz havasında 20, endüstri bölgesinde ise 10 yıldır (Eriç, 2002).

Deniz korozyonuna karşı krom kaplamadan daha dayanıklı olan nikel kaplamalar 0,025-0,05 mm. kalınlığındadır. Krom kaplamaların gözenekli olması nedeniyle kaplanacak metalin önce nikel veya bakırla kaplanması iyi sonuç vermektedir. Ancak krom kaplamaların 0,005 mm.' den daha kalın olması çatlamalara neden olabilecektir (Eriç, 2002).

Organik kaplamalar olarak yağ, bitüm ve plastik malzemelerden fenolik, epoksi, poliüretan, neopren ve vinil reçineleri de metal yüzeyler üzerine koruyucu olarak kullanılmaktadır.

Korozyona dayanıklı yağlı boyalar ise, yüzeyde oksidasyon ve polimerizasyon sonucu koruyucu pigmentlerinin oranı en az %30 ve bağlayıcısı bezir yağı selülozik ve sentetik esaslı, tabaka yapıcı malzemelerdir. En fazla dayanım gösteren pigment türü olan kurşun oksit, astar boyası olarak kullanılmalıdır. Ancak boya tabakalarının nemli ve kirli yüzeylere uygulanmaması gerekir. Uygulama fırça ile sürme, tabanca ile püskürtme veya fırınlama şeklinde yapılmaktadır (Eriç, 2002) (EK 3).

Metallerin yüzeyini kaplamak veya örtmek suretiyle yapılan koruma işlemlerinde kaplama maddesiyle, kaplanacak metalin genleşme katsayılarının birbirlerine uygun, koruyucu tabakanın belli bir kalınlıkta, deliksiz, kesintisiz ve aşınmaya karşı belli bir sertlikte olması, aynı zamanda çeşitli değişimlerde çatlayıp bozulmaması gerekmektedir (Eriç, 2002).

Kaplama işleminden önce kaplanacak metalin kir, pas, yağ, delik, gözenek ve boşluklardan arındırılması gerekmektedir. Bunun için, mekanik, kimyasal ve elektro-kimyasal temizleme işlemleri uygulanmaktadır.

Mekanik temizleme; eğre, fırça, kum veya çeşitli tozlar, kimyasal temizleme; sodyum hidroksit, benzin, benzol, fosforik asit, sülfirik ve nitrik asit eriyikleri, elektro-kimyasal temizleme ise elektrik akımı kullanılarak gerçekleştirilmektedir (Eriç, 2002).



5. SONUÇLAR ve DEĞERLENDİRMELER

Yapıyı ve dış duvar gövdelerini korumakla görevli olan dış cephe kaplamaları, çeşitli etmenlerin etkisi altında kalabilmektedir. Bu etmenler, her türlü cephe kaplamasında olduğu gibi metal esaslı cephe kaplamalarında da, metal özelliklerine bağlı olarak sorunlar oluşturmaktadır.

Metal türleri ile oluşturulmuş kaplamaların kullanıldığı cephelerde, kaplama malzemesinde çeşitli nedenlerle oluşabilecek sorunlara karşı önlem alınmadığı takdirde, tüm kaplama sistemini, dış duvarı ve sonuçta tüm yapıyı olumsuz olarak etkileyecek hasarlar oluşacaktır ve bu durum yapı ömrünü kısaltacaktır.

Teknoloji gelişiminin malzeme bilimine sağladığı kolaylıklarla, çeşitli alaşım olanakları, yüzey işlemleri, koruma yöntemleri ile metal levha kaplamaların özellikleri geliştirilmiştir. Ayrıca yapı özelliği ve detaylar doğrultusunda levhalar, koruma malzemeleri ile birlikte oluşturulmuş kompozit levhalar ve sandviç panolar halinde kullanılarak ve birleşimlerinde uygun detay çözümlerine gidilerek oluşacak sorunlara karşı dayanımları arttırılmaktadır. Böylece cephe kaplamalarında ve elemanlarında oluşacak sorun oranı en aza indirilmiştir.

Bu çalışmada, cephe kaplaması olarak kullanılan metal levhalarda oluşan sorunlar, metal malzeme ve metalin levha olarak kullanımında maruz kaldığı etmenler doğrultusunda incelenmiştir. Buna göre oluşan sorunlar;

- Yapı ürününün kendisinden kaynaklanan, görsel kirlilik, dayanım azalması, her türlü korozyon sorunları,
- Hatalı tasarımdan kaynaklanan, birleşim yerlerinden ayrılma, kirlenme ve lekelenme ile korozyon sorunları,
- Yapım sürecindeki hatalı uygulamalardan kaynaklanan, ek yerlerinde ayrılarak düşme ve korozyon sorunları,
- Kullanım sürecinde oluşan sorunlar ise;
 - Atmosferik etmenlerin etkisiyle oluşan;
 - Isı farklılıkları etkisiyle metal levhalarda, genleşme ve büzölmeler sonucunda oluşan deformasyonlar, birleşim yerlerinden ayrılıp düşme ve korozyon sorunları,
 - Su ve nem etkisiyle metal levhalarda, kirlenme, aşınma ve bu olayların yol açacağı korozyon sorunları,
 - Zararlı gazların etkisiyle metal levhalarda öncelikle kirlenme ve sonrasında metal türüne bağlı olarak gelişecek korozyon sorunları,

- Güneşin IR ve UV ışınları etkisiyle metal levhalarda, genleşme ve dolayısı ile eskime, solma ayrıca, çevreyi ısıtma ve göz kamaştırma sorunları,
- Ses ve dolayısı ile gürültü etkisiyle, metal levhalarda çınlama sorunları,
- Yükler ve kuvvetlerin etkisiyle metal levhalarda, titreşimler, kaplamaların taşıyıcı sistemden ayrılması ve düşmesi şeklinde sorunlar,
- Katı zararlılar ve biyolojik etmenlerin etkisiyle metal levhalarda kirlenme ve aşınma sorunları ayrıca bu maddelerin asitli etkileri sonucu gelişen korozyon sorunu,
- Yangın etkisiyle metal levhalarda, dayanım azalması, yüksek sıcaklıklarda genleşerek yerlerinden ayrılıp düşme sorunları,
- Kullanıcı hataları etkisiyle metal levhalarda, zamanında yapılmayan periyodik bakım ve temizleme ihmallerinden dolayı eskime, kirlenme ve bunların da zamanla yol açacağı korozyon sorunları ayrıca yanlış yapılan temizlik uygulamaları ile yine korozyon sorunları oluşacaktır.
- Yukarıda belirtilen tüm etmenlerin etkisiyle veya metal malzemenin iç yapısından kaynaklanan nedenlerle de, metal malzemede çeşitli şekillerde görülen korozyon sorunu oluşmaktadır.

Metal levha kaplamalarda çeşitli etmenlerin etkisiyle oluşan sorunlar, önlemi alınmadığı takdirde zamanla yapı bütünü olumsuz olarak etkileyecektir. Bu nedenle, belirtilen etmenlerden kaynaklanan sorunları önleyebilmek için;

- Detaylandırmalar ve malzeme seçimi, metal levhalara etki edecek etmenler doğrultusunda yapılmalı,
- Teknik özellikleri ve boyutları farklı levhalar yan yana kullanılmamalı,
- Yapım sürecinde uygulamanın her aşaması yetkili kişilerce kontrol edilmeli,
- Uygulamayı yapan işçinin o işi yapabileceğine ilişkin belgesi bulunmalı ve konusunda uzman olmalı,
- Levhalar arasında yeterli derz aralıkları bırakılmalı,
- Derz dolgu ürünü olarak elastik ürünler seçilmeli,
- Kaplamaları taşıyıcı sisteme bağlayan profiller harekete olanak verecek şekilde detaylandırılmalı,
- Derz aralıkları suyu levha arkasına geçirmeyecek şekilde detaylandırılmalı veya kapatılmalı,
- Duvar gövdesi ile dış kaplama arasında nem oluşmaması için duvar iç yüzeyine buhar kesici katman uygulanmalı,

- Derzlerin doldurulduğu durumlarda, levha arkasında nem oluşmaması için, belli noktalarda derzler boş bırakılarak havalandırma sağlanmalı,
- IR ve UV ışınlarına karşı açık renkli ve parlak yüzeyli metal levhalar seçilmeli,
- Gürültü ve ses sorununa karşı koruyucu malzemeler kullanılmalı, levha birleşim detayları doğru uygulanmalı,
- Etki eden kuvvetlere karşı, mekanik dayanımı yüksek metal levha türleri seçilmeli,
- Katı zararlılara ve biyolojik etmenlere karşı girintili çıkıntılı detaylardan ve dokulu yüzeylerden kaçınılmalı, periyodik olarak bakım ve temizlik yapılmalı,
- Kullanıcılar tarafından, metal cephe kaplamalarının periyodik olarak ve doğru bir şekilde bakımı yapılmalı, levhalar sık aralıklarla temizlenmeli ancak temizlik yöntemi ve ürünü metal ve kir tabakası türüne göre seçilmelidir. Ayrıca cephe üzerinde sonradan ek malzemeler kullanılmamalıdır.

Metal malzemeler için ana sorun olan korozyonu önleyebilmek için ise yukarıda belirtilen hususlar dışında, metal malzemenin yapıda kullanılmasından önce doğru alınacak kararlar, detaylandırmalar ve gerçekleştirilen birtakım yüzey işlemleri ile önlem alınabilmektedir. Bu önlemler:

- Farklı türden iki metali yalıtımsız bir araya getirmemek,
- Dayanımı yüksek malzeme kullanmak,
- Asitli veya bazik ortamlarda yalıtım (koruyucu boya ve bitüm) yapmak,
- Birleşimlerde yalıtkanlar kullanmak,
- Düz yüzeyler kullanmak,
- Metal malzemeyi, dayanımı daha fazla olan metallerle alaşımlar şeklinde kullanmak,
- Metal ile harçlı yüzey arasında koruyucu tabaka bulundurmak,
- Metal malzemeyi katotlaştırılarak korumak,
- Metal yüzeyleri oksit, silikat, metalik veya organik esaslı (yağ, bitüm, plastik veya yağlı boya) kaplamalardan oluşturulan koruyucu tabakalarla kaplayarak korumak, şeklinde özetlenebilir.

Metal levhaların dış cephe kaplaması olarak kullanımında, metal levhaların teknik özelliklerinin, cephe kaplama levhalarına etki eden etmenlerin ve levhalarda zamanla oluşabilecek sorunların tasarımcılar ve uygulayıcılar tarafından bilinmesi sorun oranını azaltacaktır. Aynı zamanda kullanıcıların da, yapı cephelerinin bakımlarını kuralına uygun olarak yapmaları kaplamaların ömrünü uzatacaktır.

DEĞERLENDİRMELER

Metal türleri ile oluşturulacak cephe kaplaması seçiminde, malzeme özellikleri büyük önem taşımaktadır. Metal türlerinin özelliklerinin ve kendi aralarındaki farklılıkların bilinmesi, kaplamaların üzerine etki ederek sorun oluşturabilecek etmenlere karşı koymada yeterli olup olamayacağının belirlenmesini sağlayacaktır.

Metal türlerinin kendi aralarındaki farklılıklara bağlı olarak yapılacak kaplama seçimi için, metallerin özellikleri ve bu özelliklere bağlı olarak yapılacak değerlendirmeler, tasarımcıya ve uygulayıcıya büyük kolaylık sağlayacaktır.

Cephe kaplanmasında kullanılmak üzere seçilecek alüminyum, bakır, çinko, paslanmaz çelik ve titanyum levhaların; fiziksel, kimyasal ve mekanik özellikleri karşılaştırmalı olarak Çizelge 5.1' de verilmiştir.

Bu çizelgenin devamında ise seçilecek metal türlerinin, fiziksel, kimyasal ve mekanik özellik değerlerine bağlı olarak göstereceği özellikler ve dayanım değerlendirmeleri Çizelge 5.2' de yapılmıştır.