

İSTANBUL TEKNİK ÜNİVERSİTESİ ★ FEN BİLİMLERİ ENSTİTÜSÜ

**CEPHE KAPLAMA SİSTEMLERİNİN PERFORMANS GEREKSİNİMLERİ
AÇISINDAN DEĞERLENDİRİLMESİ**

YÜKSEK LİSANS TEZİ

Büşra SİRKECİ

Mimarlık Anabilim Dalı

Çevre Kontrolü ve Yapı Teknolojisi Programı

NİSAN 2017

İSTANBUL TEKNİK ÜNİVERSİTESİ ★ FEN BİLİMLERİ ENSTİTÜSÜ

**CEPHE KAPLAMA SİSTEMLERİNİN PERFORMANS GEREKSİNİMLERİ
AÇISINDAN DEĞERLENDİRİLMESİ**

YÜKSEK LİSANS TEZİ

**Büşra SİRKECİ
502131516**

Mimarlık Anabilim Dalı

Çevre Kontrolü ve Yapı Teknolojileri Programı

Tez Danışmanı: Prof. Dr. Leyla TANAÇAN

NİSAN 2017

İTÜ, Fen Bilimleri Enstitüsü'nün 502131516 numaralı Yüksek Lisans Öğrencisi Büşra SİRKECİ, ilgili yönetmeliklerin belirlediği gerekli tüm şartları yerine getirdikten sonra hazırladığı “CEPHE KAPLAMA SİSTEMLERİNİN PERFORMANS GEREKSİNİMLERİ AÇISINDAN DEĞERLENDİRİLMESİ” başlıklı tezini aşağıda imzaları olan jüri önünde başarı ile sunmuştur.

Tez Danışmanı : **Prof. Dr. Leyla TANAÇAN**

İstanbul Teknik Üniversitesi

Jüri Üyeleri : **Prof. Dr. Gülten Ashhan TAVİL**

İstanbul Teknik Üniversitesi

Doç. Dr. Çiğdem ÇELİK TEKİN

Mimar Sinan Güzel Sanatlar Üniversitesi

Teslim Tarihi : 20 Mart 2017
Savunma Tarihi : 4 Nisan 2017





Dedem Av. İbrahim EYÜBOĞLU'nun anısına,



ÖNSÖZ

Yüksek lisans öğrenim süresince malzeme bilimi konusundaki değerli bilgilerini benimle paylaşan, üzerimde çok emeği bulunan, bana profesyonel bakış açısı kazandıran değerli hocam ve tez danışmanım Prof. Dr. Leyla TANAÇAN'a,

Eğitim hayatım boyunca üzerimde emeği bulunan saygıdeğer hocalarıma,

Desteklerini benden esirgemeyen, birlikte birçok projede çalıştığımız iş arkadaşlarım; Y.Mimar Pelin SERİN'e ve Mimar Yeşim YÜKSEL'e,

Akademik alanda bana rehberlik eden Y.Mimar Kübra EKİZ'e,

Sevgili Suzan HAFELE'ye ve İnş. Müh. Nihal KADER EYÜBOĞLU'na,

Tez yazım aşamasında her daim bana motivasyon aşılayan Mimar Enis KAÇKA'ya

Sevgili aileme,

Teşekkürlerimi sunarım.

Bu çalışmanın çağdaş mimarlıkta cephe kaplama sistemlerinde malzeme konularına meraklı olan ve bu konuda çalışma yapacak olan bireylere ışık olmasını dilerim.

Kasım 2016

Büşra SİRKECİ
(Mimar)

İÇİNDEKİLER

Sayfa

ÖNSÖZ.....	ix
İÇİNDEKİLER	xi
KISALTMALAR	xiii
SEMBOLLER	xv
ÇİZELGE LİSTESİ.....	xvii
ŞEKİL LİSTESİ.....	xxi
ÖZET.....	xxiii
SUMMARY	xxvii
1. GİRİŞ	1
1.1 Tezin Amacı ve Kapsamı	1
1.2 Literatür Araştırması	2
1.3 Hipotez	4
1.4 Yöntem	4
2. CEPHE KAPLAMASI SİSTEMİNİ ETKİLEYEN ETMENLER VE GEREKSİNİMLER	7
2.1 Cephe Kaplama Sistemini Etkileyen Etmenler	7
2.1.1 İşlev	8
2.1.2 Coğrafi Konum	10
2.1.3 İklimsel Koşullar	11
2.1.4 Bina Formu ve Yüksekliği	13
2.2 Cephe Kaplama Sisteminin Sahip Olması Gereken Performans Gereksinimleri	15
3. CEPHE KAPLAMA SİSTEMLERİNİN SINIFLANDIRILMASI.....	19
3.1 Cephe Kaplama Malzemelerinin Sınıflandırılması	21
3.1.1 Metal Esaslı Cephe Kaplama Malzemeleri	21
3.1.2 Polimer Esaslı Cephe Kaplama Malzemeleri.....	24
3.1.3 Pişmiş Kil Esaslı Cephe Kaplama Malzemeleri	26
3.1.4 Taş Esaslı Cephe Kaplama Malzemeleri	27
3.1.5 Çimento Esaslı Cephe Kaplama Malzemeleri	29
3.1.6 Cam Cephe Kaplama Malzemeleri	30
3.1.7 Ahşap Cephe Kaplama Malzemeleri.....	31
3.2 Cephe Kaplama Malzemelerinin Biçiminin Sınıflandırılması	34
3.2.1 Karo ve Plak.....	34
3.2.2 Levha.....	34
3.2.3 Panel.....	34
3.3 Cephe Kaplama Ürünlerinin Tespit Yöntemlerinin Sınıflandırılması	35
3.3.1 Metal Esaslı Cephe Kaplama Sistemlerinde Tespit Yöntemleri.....	41
3.3.2 Polimer Cephe Kaplama Sistemlerinde Tespit Yöntemleri	47
3.3.3 Pişmiş Kil Esaslı Cephe Kaplama Sistemlerinde Tespit Yöntemleri	51
3.3.4 Taş Esaslı Cephe Kaplama Sistemlerinde Tespit Yöntemleri	57
3.3.5 Beton/Çimento Esaslı Cephe Kaplama Sistemlerinde Tespit Yöntemleri 65	

3.3.6 Cam Esaslı Cephe Kaplama Sistemleri.....	69
3.3.7 Ahşap Esaslı Cephe Kaplama Sistemleri	71
3.4 Bölüm Sonucu	75
4. CEPHE KAPLAMA SİSTEMLERİNİN PERFORMANS GEREKSİNİMLERİ AÇISINDAN DEĞERLENDİRİLMESİ	79
4.1 Cephe Kaplama Sisteminin Performans Gereksinimi Açısından	
Değerlendirilmesinde Kullanılan Yöntem	80
4.1.1 Performans Ölçütlerinin Belirlenmesi.....	84
4.1.2 Cephe Kaplama Ürünlerinin Yarar Değer Katsayılarının Belirlenmesi....	86
4.1.3 Cephe Kaplama Ürünlerinin Tespit Yönteminin Yarar Değer Katsayılarının Belirlenmesi	87
4.1.4 Cephe Kaplama Sisteminin Performans Değerinin Belirlenmesi	89
4.2 Cephe Kaplama Sisteminin Performans Ölçütleri Açısından Değerlendirilmesi	89
4.2.1 Cephe Kaplama Sisteminin Ürünlerinin Performans Ölçütleri Açısından Değerlendirilmesi	89
4.2.1.1 Ürünlerin tespit güvenliği açısından değerlendirilmesi	90
4.2.2 Cephe Kaplama Sisteminin Tespit Yönteminin Performans Ölçütleri Açısından Değerlendirilmesi	116
4.2.2.1 Tespit yöntemlerinin tespit güvenliği açısından değerlendirilmesi..	116
4.2.2.2 Tespit yöntemlerinin yangın performansı açısından değerlendirilmesi	121
4.2.2.3 Tespit yöntemlerinin atmosfer koşullarına dayanım açısından değerlendirilmesi	122
5. CEPHE KAPLAMA SİSTEMLERİNİN PERFORMANS ÖLÇÜTLERİ AÇISINDAN İRDELENMESİ.....	127
5.1 Tespit Güvenliği Açısından Cephe Kaplama Sistemlerinin İrdelenmesi	127
5.2 Yangın Güvenliği Açısından Cephe Kaplama Sistemlerinin İrdelenmesi	133
5.3 Atmosfer Koşullarına Dayanım Açısından Cephe Kaplama Sistemlerinin İrdelenmesi.....	140
5.4 Herbir Cephe Kaplama Sisteminin Üç Ana Performans Ölçütü Açısından Karşılaştırılması	149
6. SONUÇLAR VE ÖNERİLER.....	159
KAYNAKLAR.....	163
EKLER.....	167
ÖZGEÇMİŞ.....	171

KISALTMALAR

A	: Ana Ölçüt
ACR	: Akrilik
AL	: Alüminyum
ALK	: Alüminyum Kompozit
C	: Lamine Cam
CTB	: Cam Elyaf Takviyeli Beton
CTP	: Cam Takviyeli Polyester
CTBUH	: Council of Tall Buildings and Urban Habitats
CU	: Bakır
GR	: Granit
KOR	: Korten
KKT	: Kuvars Esaslı Kompozit Taş
KL	: Kompakt Laminat
KLİ	: Klinker
KRÇ	: Kireçtaşı
KUM	: Kumtaşı
LÇ	: Ahşap Lifli Çimento
MAP	: Mineral ve Akrilik Polimer
MER	: Mermer
PC	: Polikarbonat
POR	: Porselen
PVC	: Polikarbonat
PVC_s	: Polikarbonat Sandviç Panel
ST	: Çelik
TER	: Terrakota
TI	: Titanyum
TiZn	: Titanyum Çinko
TRA	: Traverten
TU	: Tuğla
X_n	: Alt Ölçüt
ZN	: Çinko



SEMBOLLER

cm	: santimetre
Gpa	: gigapascal
m	: metre
mm	: milimetre
Mpa	: megapascal
vhn	: Vickers sertliği





ÇİZELGE LİSTESİ

Sayfa

Çizelge 3.1 : Cephe Kaplama Sistemlerinde Kullanılan Tespit Yöntemleri Sınıflandırılması (Metin, 2010).	35
Çizelge 3.2 : Metal Esaslı Malzeme Ürün Tipleri (Herzog ve diğ, 2008; Toydemir ve diğ,2000; Brookes ve diğ, 2008).	42
Çizelge 3.3 : Polimer Esaslı Malzeme Ürün Tipleri (Herzog ve diğ, 2008; Toydemir ve diğ,2000; Brookes ve diğ, 2008).	48
Çizelge 3.4 : Kil Esaslı Ürün Tiplerinin Tespit Yöntemleri (Herzog ve diğ, 2008; Toydemir ve diğ,2000; Brookes ve diğ, 2008).	53
Çizelge 3.5 : Taş Esaslı Ürün Tiplerinin Tespit Yöntemleri (Herzog ve diğ, 2008; Toydemir ve diğ,2000; Brookes ve diğ, 2008).	61
Çizelge 3.6 : Çimento Esaslı Ürün Tiplerinin Tespit Yöntemleri (Herzog ve diğ, 2008; Toydemir ve diğ,2000; Brookes ve diğ, 2008).	65
Çizelge 3.7 : Cam Esaslı Ürün Tiplerinin Tespit Yöntemleri (Herzog ve diğ, 2008; Toydemir ve diğ,2000; Brookes ve diğ, 2008).	70
Çizelge 3.8 : Ahşap Esaslı Ürün Tiplerinin Tespit Yöntemleri (Herzog ve diğ, 2008; Toydemir ve diğ,2000; Brookes ve diğ, 2008).	72
Çizelge 3.9 : Ürünler ve Cephe Kaplama Sistemleri.....	75
Çizelge: 3.9 (devam) : Ürünler ve Cephe Kaplama Sistemleri	76
Çizelge: 3.9 (devam) : Ürünler ve Cephe Kaplama Sistemleri	77
Çizelge 4.1 : Tespit Yöntemleri (Metin,2010).....	89
Çizelge 4.2 : Cephe Kaplama Sisteminin Performans Gereksinimini Belirleyen Ölçütler.	90
Çizelge 4.3 : Elastiklik Modülünün Yarar Değer Katsayılarının Saptanması.	92
Çizelge 4.4 : Ürünlerin Elastiklik Modüllerinin Yarar Değer Katsayıları.....	93
Çizelge 4.5 : Basınç Dayanımı Yarar Değer Katsayılarının Saptanması.	95
Çizelge 4.6 : Ürünlerin Basınç Dayanımı Yarar Değer Katsayılarının Saptanması..	95
Çizelge 4.7 : Çekme Dayanımı Yarar Değer Katsayılarının Saptanması.	96
Çizelge 4.8 : Ürünlerin Çekme Dayanımı Yarar Değer Katsayıları.	96
Çizelge 4.9 : Isıl Genleşme Katsayısı Yarar Değer Katsayılarının Saptanması.	98
Çizelge 4.10 : Ürünlerin Isıl Genleşme Katsayısı Yarar Değer Katsayılarının Saptanması.	98
Çizelge 4.11 : Ağırlık Yarar Değer Katsayılarının Saptanması.	99
Çizelge 4.12 : Ürünlerin Ağırlık Yarar Değer Katsayılarının Saptanması.	99
Çizelge 4.13 : Ürünlerin Yangın Sınıfı Yarar Değer Katsayılarının Saptanması...	102
Çizelge 4.14 : Ürünlerin Yangın Sınıfları ve Yarar Değer Katsayıları.	102
Çizelge 4.15 : Isı İletkenlik Yarar Değer Katsayılarının Saptanması.....	105
Çizelge 4.16 : Ürünlerin Isı İletkenlik Yarar Değer Katsayıları.....	105
Çizelge 4.17 : Su Emicilik Yarar Değer Katsayılarının Saptanması	108
Çizelge 4.18 : Ürünlerin Su Emicilik Yarar Değer Katsayıları	108
Çizelge 4.19 : Isı Emicilik Yarar Değer Katsayılarının Saptanması	110
Çizelge 4.20 : Ürünlerin Isı Emicilik Yarar Değer Katsayıları.	110

Çizelge 4.21 : Korozyon Yarar Değer Katsayıları.....	113
Çizelge 4.22 : Sertlik Yarar Değer Katsayılarının Saptanması.	114
Çizelge 4.23 : Ürünlerin Sertlik Yarar Değer Katsayıları.	115
Çizelge 4.24 : Tespit Yöntemlerinin Tespit Güvenliği Açısından Yarar Değer Katsayıları.	120
Çizelge 4.25 : Tespit Yöntemlerinin Yangın Performansı Açısından Yarar Değer Katsayıları.	122
Çizelge 4.26 : Tespit Yöntemlerinin Atmosfer Koşullarına Dayanım Açısından Yarar Değer Katsayıları.	125
Çizelge 5.1 : Cephe Kaplama Sistemlerinde Tespit Güvenliğinin Değerlendirilmesi.	128
Çizelge 5.1 (devam) : Cephe Kaplama Sistemlerinde Tespit Güvenliğinin Değerlendirilmesi.....	129
Çizelge 5.1 (devam) : Cephe Kaplama Sistemlerinde Tespit Güvenliğinin Değerlendirilmesi.....	130
Çizelge 5.1 (devam) : Cephe Kaplama Sistemlerinde Tespit Güvenliğinin Değerlendirilmesi.....	131
Çizelge 5.2 : Cephe Kaplama Sistemlerinde Yangın Güvenliğinin Değerlendirilmesi.	134
Çizelge 5.2 (devam) : Cephe Kaplama Sistemlerinde Yangın Güvenliğinin Değerlendirilmesi.....	135
Çizelge 5.2 (devam) : Cephe Kaplama Sistemlerinde Yangın Güvenliğinin Değerlendirilmesi.....	136
Çizelge 5.2 (devam) : Cephe Kaplama Sistemlerinde Yangın Güvenliğinin Değerlendirilmesi.....	137
Çizelge 5.3 : Cephe Kaplama Sistemlerinde Atmosfer Koşullarına Dayanımın Değerlendirilmesi.....	142
Çizelge 5.3 (devam) : Cephe Kaplama Sistemlerinde Atmosfer Koşullarına Dayanımın Değerlendirilmesi.....	143
Çizelge 5.3 (devam) : Cephe Kaplama Sistemlerinde Atmosfer Koşullarına Dayanımın Değerlendirilmesi.....	144
Çizelge 5.3 (devam) : Cephe Kaplama Sistemlerinde Atmosfer Koşullarına Dayanımın Değerlendirilmesi.....	145
Çizelge 5.4 : Cephe Kaplama Sistemlerinde Tespit Güvenliğinin Performansının Karşılaştırılması.	146
Çizelge 5.5 : Cephe Kaplama Sistemlerinde Yangın Güvenliğinin Karşılaştırılması.	147
Çizelge 5.6 : Cephe Kaplama Sistemlerinde Atmosfer Koşullarına Dayanımın Performansının Karşılaştırılması.	148
Çizelge 5.7 : Metal Cephe Kaplama Sistemlerinin Ana Performans Ölçütleri Açısından Karşılaştırılması.	152
Çizelge 5.8 : Polimer Cephe Kaplama Sistemlerinin Ana Performans Ölçütleri Açısından Değerlendirilmesi.	153
Çizelge 5.9 : Pişmiş Kil Cephe Kaplama Sistemlerinin Ana Performans Ölçütleri Açısından Değerlendirilmesi.	154
Çizelge 5.10 : Taş Cephe Kaplama Sistemlerinin Ana Performans Ölçütleri Açısından Değerlendirilmesi.	155
Çizelge 5.11 : Çimento Cephe Kaplama Sistemlerinin Ana Performans Ölçütleri Açısından Değerlendirilmesi.	156

Çizelge 5.12 : Cam Cephe Kaplama Sistemlerinin Ana Performans Ölçütleri Açısından Değerlendirilmesi.	157
Çizelge 5.13 : Ahşap Kaplama Sistemlerinin Ana Performans Ölçütleri Açısından Karşılaştırılması.	158
Çizelge A.1 : Metal Cephe Kaplama Sistemlerinin Ana Performans Ölçütleri Açısından Karşılaştırılması.	168
Çizelge A.2 : Polimer Cephe Kaplama Sistemlerinin Ana Performans Ölçütleri Açısından Karşılaştırılması.	168
Çizelge A.3 : Pişmiş Kil Cephe Kaplama Sistemlerinin Ana Performans Ölçütleri Açısından Karşılaştırılması.	169
Çizelge A.4 : Taş Cephe Kaplama Sistemlerinin Ana Performans Ölçütleri Açısından Karşılaştırılması.	169
Çizelge A.5 : Çimento Cephe Kaplama Sistemlerinin Ana Performans Ölçütleri Açısından Karşılaştırılması.	169
Çizelge A.6 : Cam Cephe Kaplama Sistemlerinin Ana Performans Ölçütleri Açısından Karşılaştırılması.	170
Çizelge A.7 : Ahşap Cephe Kaplama Sistemlerinin Ana Performans Ölçütleri Açısından Karşılaştırılması.	170

ŞEKİL LİSTESİ

Sayfa

Şekil 1.1 : Yapı Sistemlerinin Kronolojik Dizilimi (Herzog, 2008).....	3
Şekil 2.1 : Cephe Malzeme Seçimini Etkileyen Faktörler Şeması.	8
Şekil 2.2 : Barselona Forum Herzog de Meuron ‘museu blau’.	9
Şekil 2.3 : Florian Nagler, Fabrika Yapısı.	10
Şekil 2.4 : Rüzgarın Yapı Kabuğu Üzerindeki Etkisi (Musaağaoğlu, 2005).	11
Şekil 2.5 : Cephe Kaplama Sistemine Etki Eden Yüklerin Dağılım Şeması.	16
Şekil 2.6 : Cephenin ve Cephe Kaplama Malzemesinin Görevlerinin Karşılaştırılması	17
Şekil 3.1: Cephe Kaplama Sistemi Oluşum Süreci (Metin, 2010)	20
Şekil 3.2: Cephe Kaplama Sisteminin Kodlanması.	20
Şekil 3.3: Metal Kaplama Malzemeleri ve Biçimleri.	23
Şekil 3.4: Polimer Esaslı Kaplama Malzemeleri ve Biçimleri.	26
Şekil 3.5: Kil Esaslı Kaplama Malzemeleri ve Biçimleri.....	27
Şekil 3.6: Taş Esaslı Kaplama Malzemeleri ve Biçimleri.	29
Şekil 3.7: Duvar Gövdesi veya Yalıtım Malzemesi Üzerine Tespit Yöntemleri.	36
Şekil 3.8: Taşıyıcı Alt Konstrüksiyon Sistem, Üzerine Tespit Yöntemi.	37
Şekil 3.9: Duvar Gövdesi Üzerine Klipsle Tespit Yöntemi (neolith).....	40
Şekil 3.10: Taşıyıcı Metal Alt Konstrüksiyon Sistemi Üzerindeki Askı Profillerine Asma Yöntemi (neolith).....	40
Şekil 3.11: Farklı Mekanik Tespit Yöntemlerinin Birarada Uygulanması (neolith).	41
Şekil 3.12: KOR ^{6B} Cephe Kaplama Sistemi Detayı (The Plan, Sayı 27).	43
Şekil 3.13: TI ^{4B} Cephe Kaplama Sistemi Detayı (Future Arquitecturas Sayı 28, 2008).....	43
Şekil 3.14: AL ^{4B} Cephe Kaplama Sistemi Detayı (The Plan Sayı 91).	44
Şekil 3.15: ST ^{4B} Cephe Kaplama Sistemi Detayı (Plan and Details for Contemporary Architects, 2010).	44
Şekil 3.16: AL _K ^{6C} Cephe Kaplama Sistemi Detayı (Alucobond Katalog, 2016).	45
Şekil 3.17: AL _K ^{6C} Cephe Kaplama Sistemi Detayı (Alucobond Katalog, 2016).	46
Şekil 3.18: AL _S ^{3C} Cephe Kaplama Sistemi Detayı (The Plan Sayı71, 2014)	47
Şekil 3.19: ACR ^{3B} Cephe Kaplama Sistemi Detayı (Herzog, 2008).	49
Şekil 3.20: MAP ^{6C} Cephe Kaplama Sistemi Detayı (DuPont TM Corian, 2016).	50
Şekil 3.21: PC ^{4B} Cephe Kaplama Sistemi Detayı (Future Arquitecturas Sayı 28, 2011).....	50
Şekil 3.22: PC ^{5C} Cephe Kaplama Sistemi Detayı (Herzog ve diğ, 2008).	50
Şekil 3.23: CTP ^{2C} Cephe Kaplama Sistemi Detayı (Brookes, 2008).	51
Şekil 3.24: TU ^{1A} Cephe Kaplama Sistemi Detayı (Brookes, 2008).	53
Şekil 3.25: KLİ ^{1A} Cephe Kaplama Sistemi Detayı (Işıklar, 2016).	54
Şekil 3.26: POR ^{1A} Cephe Kaplama Sistemi Detayı (Kalebodur Katalog , 2016).	55
Şekil 3.27: POR ^{3A} Cephe Kaplama Sistemi Detayı (The Plan: Sayı 29, 2008).	56
Şekil 3.28: POR ^{5A} Cephe Kaplama Sistemi Detayı (Kalebodur katalog, 2016).	56
Şekil 3.29: POR ^{5A} Cephe Kaplama Sistemi Detayı (The Plan: Sayı 90, 2016).	57
Şekil 3.30: Taş Esaslı Kaplama Malzeme Biçimleri	58

Şekil 3.31: KUM ^{1A} Cephe Kaplama Sistemi Detayı (The Plan Sayı 92, 2016).	62
Şekil 3.32: GR ^{2B} Cephe Kaplama Sistemi Detayı (The Plan Sayı 36, 2009).	63
Şekil 3.33: MER ^{5A} Cephe Kaplama Sistemi Detayı (The Plan Sayı 29).	63
Şekil 3.34: LÇ ^{3C} Cephe Kaplama Sistemi Detayı(Equitone katalog, 2013; Swiss pearl [®] , 2016).	66
Şekil 3.35: LÇ ^{6C} Cephe Kaplama Sistemi Detayı (Equitone katalog, 2013; Swiss pearl [®] , 2016).	67
Şekil 3.36: LÇ ^{4C} Cephe Kaplama Sistemi Detayı (Equitone katalog, 2013).	67
Şekil 3.37: CTB ^{2C} Cephe Kaplama Sistemi Detayı (Telling Architectural, 2016).	68
Şekil 3.38: CTB ^{5C} Cephe Kaplama Sistemi Detayı (Telling Architectural, Fibrobeton).	69
Şekil 3.39: C ^{5B} Cephe Kaplama Sistemi Detayı (Madras [®] vitrealspeechi).	71
Şekil 3.40: KL ^{4A} Cephe Kaplama Sistemi Detayı (Prodema).	73
Şekil 3.41: KL ^{5A} Cephe Kaplama Sistemi Detayı (Prodema).	73
Şekil 3.42: KL ^{3A} Cephe Kaplama Sistemi Detayı (Prodema).	74
Şekil 3.43: KL ^{5A} Cephe Kaplama Sistemi Detayı (Prodema).	74
Şekil 4.1 : Değerlendirme Yöntemi Süreci Şeması	81
Şekil 4.2 : Cephe Kaplama Sistemi m ₁ ^{bk} için bağlantının kullanımı.....	83
Şekil 4.3 : Cephe Kaplama Sistemi m ₂ ^{bk} için bağlantının kullanımı.....	83
Şekil 4.4 : Cephe Kaplama Sistemi m ₃ ^{bk} için bağlantının kullanımı.....	83
Şekil 4.5 : Alt Ölçüt Değerleri Tablosu	86
Şekil 4.6 : Yarar Değer Katsayısı Tablosu	87
Şekil 4.7 : Yüksek Yapılarda Yangın Müdahale Teknikleri (Clark, 1991).	100

CEPHE KAPLAMA SİSTEMLERİNİN PERFORMANS GEREKSİNİMLERİ AÇISINDAN DEĞERLENDİRİLMESİ

ÖZET

Mimari tasarım, değişen kullanıcı gereksinimlerine daha iyi çözümler sunmanın yanında yapı fiziği açısından da gerekli performans şartlarını sağlayıcı bulma sürecidir. Bu tanım çerçevesinde günümüzde cephe kaplama sistemi yapımında genellikle hazır sistemler üzerinden seçim yapılmaktadır, ki bu durum malzemenin cinsinden kaynaklanan temel özelliklerinin dikkate alınarak yeni tasarım olanaklarının keşfedilmesine engel olabilmektedir. Cephe kaplaması performansı üzerinde sadece malzeme cinsi ve özelliklerinin değil malzeme biçiminin ve tespit yönteminin de olumlu ya da olumsuz etkisi bulunmaktadır. Malzeme cinsinden kaynaklanan özellikler, malzemenin güneş, yağmur, rüzgar gibi dış etkenler ve mekanik yükler karşısında zaman içindeki davranışını belirlemektedir. Malzemenin biçimi ve tespit yöntemi ise malzemeye etki eden bu yüklerin, yapı kabuğuna iletilmesini sağlamaktadır.

Bu noktada cephede kullanılabilen tüm malzemelerin ve tespit yöntemleri seçeneklerinin yapı yüksekliğine bağlı olarak öne çıkan performans ölçütleri açısından genel bir değerlendirme ve karşılaştırma yapılması, mimarlara malzeme seçimi konusunda geniş fikirler verecektir. Malzemenin tespit yöntemi ile cephe üzerinde biraraya gelerek oluşturduğu sistemin zaman içindeki davranışı incelenmelidir. Özellikle teknolojinin gelişmesiyle birlikte kompozit malzemeler gibi yeni malzemelerin geliştirilmesi, firmaların fark yaratma çabasından doğan yeni cephe kaplama detaylarının geliştirilmesi malzeme piyasasındaki rekabet ortamını giderek arttırmaktadır. Cephe kaplama sistemi tasarımında karar verme sürecindeki mimarlar, bu rekabet ortamı içerisinde hem estetik olarak en tatmin edici olanı hem de teknik açıdan en ideal olanı bulma çabasındadırlar.

Bu tezde farklı cephe kaplama sistemlerinin tespit güvenliği, yangın güvenliği ve atmosfer koşullarına dayanım açısından performanslarının karşılaştırılması hedeflenmektedir. Cephe kaplama sistemleri cepheden beklenen performans gereksinimleri açısından çok yönlü değerlendirme yönteminin geliştirilmesiyle ele alınmıştır. Çağdaş cephe kaplama sistemlerinde kullanılacak bütün malzeme gruplarına ait kaplama malzemelerinden oluşan çeşitli cephe sistemlerinin birlikte değerlendirilmesi mimarlara tasarım sürecinde daha geniş açıdan bakma ve hızlı karar verme imkanı sağlamaktadır. Bu nedenle bu çalışmada, aynı malzemeye ait farklı biçim ve tespit yöntemi alternatiflerinin cephe kaplama sistemi içerisindeki davranışı karşılaştırılmıştır ve aynı zamanda farklı malzemelerin de performansı karşılaştırılmıştır.

Tezin birinci bölümünde problemin tanımı, ortaya çıkma sebepleri, bu çalışmanın yapılma amacı ve kapsamı anlatılmaktadır. Araştırmaya konu olan cephe kaplama

sistemi tanımlanmıştır, cepheyle olan ilişkisi ve giydirmeye cephe arasındaki fark belirtilmiştir.

Tezin ikinci bölümünde cephe kaplaması için malzeme seçimini etkileyen etmenlerden işlev, coğrafi konum, iklimsel koşullar, bina form ve yüksekliğinin, malzeme, biçim ve tespit yöntemi özellikleri ile olan ilişkisi irdelenmiştir. Bir cephe kaplama malzemesinin görevlerinin kapsamı, cephenin görevleriyle karşılaştırılarak ortaya konmuştur.

Bu çalışmada geliştirilen değerlendirme yöntemi girdi, işlem ve çıktı olmak üzere üç aşamadan oluşmaktadır.

Tezin üçüncü bölümü ise değerlendirme yönteminin girdilerini oluşturan cephe kaplama sistemleri ortaya konmuştur. Literatür ve firma kataloglarıyla piyasada üretilen, biçimlenmiş malzemeyi ifade eden cephe kaplama ürünleri ve bu ürünlere ait tespit yöntemi alternatifleri araştırılmıştır. Bu araştırma doğrultusunda performans ölçütleri açısından bir karşılaştırma yapılabilmesi için malzeme, biçim ve tespit yönteminin biraraya gelmesiyle oluşturulan cephe kaplama sistemlerinin herbiri sınıflandırılmış olup, bu sınıflandırmanın sonucunda '33' adet biçimlenmiş malzemeyi ifade eden ürün (m^b) ve değerlendirilmek üzere '57' adet cephe kaplama sistemi (m^{kb}) ortaya konmuştur. Bu sınıflandırma şu şekilde yapılmıştır; malzeme cinsi (m), biçim (b) ve tespit yöntemi (k). Kaplama malzemeleri; metal, polimer, kil, çimento, ahşap, taş ve cam esaslı malzemelerden olabilmektedir. Kaplama malzemesi (m), malzemenin biçimsel olasılıklarına (b), göre karo/plak (A), levha (B) ve panel (C) olarak kullanılabilir. Tespit yöntemi (k), ise uygulama yerine göre ikiye ayrılmaktadır; duvar gövdesi üzerine tespit veya duvar gövdesine tespit edilmiş taşıyıcı nitelikteki metal alt konstrüksiyon sistemi üzerine tespittir. Duvar gövdesi üzerine tespitte kaplama malzemesi harç ile yapıştırılabilir (1) veya duvar gövdesine ankraj elemanlarıyla alt konstrüksiyon olmadan uygulanabilmektedir (2). Duvar gövdesine genellikle ankraj elemanlarıyla cıvatalarla tespit edilen taşıyıcı nitelikteki metal alt konstrüksiyon sistemi üzerine tespitte, kaplama malzemesi metal alt konstrüksiyon üzerine, özel yapıştırıcılarla yapıştırma (3), vida (4), klipsle asma (5), ve özel bağlantı elemanlarıyla asma (6) ile tespit edilebilmektedir. Malzeme kalınlığı, birim hacim ağırlığı, yapı yüksekliği ve cepheye etki eden ölü, dinamik ve sismik yüklere bağlı olarak bu elemanların biçimi ve boyutu değişmektedir.

Tezin dördüncü bölümünde geliştirilen değerlendirme yönteminin işlem aşamaları anlatılmaktadır. Günümüzde yaygın olarak uygulanan cephe testleri ve bu testlerin yapılma nedenleri araştırılmıştır. Bu testler doğrultusunda, cephe kaplama sisteminden beklenen üç ana performans ölçütleri ortaya konmuştur. Bunlardan en önemlisi çeşitli mekanik yükler karşısında can güvenliğini tehdit eden ölçütlerden tespit güvenliği ve kontrolsüz ısı/alev, zehirli gazların açığa çıkması karşısında yangın güvenliğidir. Ardından ısı değişimlerin, yağmur suyunun ve çevredeki çeşitli gazların sebep olduğu atmosfer koşullarına karşı dayanım performans ölçütüdür. Her bir ana performans ölçütüne ilişkin malzeme özelliklerini ifade eden alt ölçütler yer almaktadır: tespit güvenliğinde; elastiklik modülü, basınç dayanımı, çekme dayanımı, ısı genleşme katsayısı, birim hacim ağırlık, yangın güvenliğinde; tutuşma kolaylığı ve yangın yayılım hızı, ısı iletkenlik katsayısı ve ısı genleşme katsayısı son olarak atmosfer koşullarına karşı dayanım açısından; su emicilik, ısı emicilik, ısı genleşme katsayısı, korozyon ve sertliktir.

Cephe kaplama sistemleri arasında bir değerlendirmenin ve karşılaştırmanın yapılabilmesi için sayısal büyüklüğün saptanması gerekmektedir. Bu sebeple hem ürün hemde tespit yöntemi seçeneklerinin yarar değer katsayıları sayısal olarak saptanmıştır. Cephe kaplama sisteminde kullanılabilen metal, polimer, kil, çimento, taş, cam ve ahşap esaslı belirlenmiş ‘33’ adet ürünler herbir ana performans ölçütüne (A) ilişkin alt ölçütler (X_n) açısından yarar değer analizine göre yarar değer katsayıları ortaya konmaktadır. Ardından herbir ürünün (m^b) ana performans ölçütüne ilişkin alt ölçütler (X^n) açısından elde ettiği yarar değer katsayıları toplanmaktadır ($m^b)^{X^1} + (m^b)^{X^2} \dots (m^b)^{X^n} = \Sigma(m^b)^{X^n}$). Bu toplam değer Churchman ve Ackoff yöntemine göre belirlenen tespit yönteminin (k^A) ana ölçütler açısından yarar değer katsayılarıyla çarpılmaktadır ($\Sigma(m^b)^{X^n} \cdot (k^A)$). Bu son işlem üç ana performans kriterinde de herbir cephe kaplama sistemi için uygulanmaktadır ve elde edilen değer bir cephe kaplama sisteminin ana performans değerini ifade etmektedir. ($m^{X^n} \cdot k^A$).

Tezin beşinci bölümü ise, geliştirilen yöntemin çıktıları aşamasıdır. Cephe kaplama sistemlerinin performans gereksinimlerine dair elde edilen toplam değerler ($\Sigma m^{X^n} \cdot k^A$) normalize edilmiş değerler üzerinden karşılaştırılmakta ve irdelenmektedir. Her malzeme grubuna ait cephe kaplama sistemleri kendi içerisinde normalize edilmiş değerlerle üç ana performans ölçütünü birlikte karşılaştırabilmek için çizelgelerde gösterilmiştir.

Tezin altıncı bölümünde ise bu değerlendirme yönteminden elde edilen sonuçlar yorumlanmış, sebepler tartışılmış ve öneriler geliştirilmiştir.

- ✓ Biçim ve tespit yöntemi aynı olup, malzeme cinsi farklı olan çeşitli cephe kaplama sistemleri performansının farklı olmasına neden olarak, kaplama malzemesinin iç yapısındaki farklılaşmayla malzeme özelliklerinin değişmesi gösterilebilir.
- ✓ Malzeme ve biçim aynı, tespit yöntemi farklı olan çeşitli cephe kaplama sistemleri performansının farklı olmasına neden olarak, konstrüksiyondan kaynaklanan hava tabakasının etkisi ve tespit malzemesinin özeliği söylenebilir.
- ✓ Malzeme cinsi ve tespit yöntemi aynı olup biçimi farklı olan çeşitli cephe kaplama sistemleri, tespit güvenliği ve atmosfer koşullarına dayanım performansı açısından belirgin bir fark gözlemlenmemesine rağmen çok tabakalı panel biçimindeki ürünlerin yangın güvenliği performansını etkilediği gözlemlenmiştir.

Bir cephe kaplama sistemi tespit güvenliği, yangın güvenliği ve atmosfer koşullarına dayanımı açısından farklı performans sergileyeceği anlaşılmaktadır. Bu sebeple bir mimar cephe kaplama sistemi seçimi yaparken, binanın bulunduğu koşullara göre önceliklerini ortaya koyarak bu değerlendirme yönteminden yararlanabilir.



EVALUATION OF FACADE CLADDING SYSTEMS WITH REGARD TO PERFORMANSCE REQUIREMENTS

SUMMARY

Architectural design is a process that not only offers better solutions to evolving user requirements but also seeks the one which meets relevant performance requirements in terms of building physics. Within the framework of this definition, the selection is made often from among ready-made systems for building today's facade cladding systems, which might prevent discovery of new design opportunities by taking into consideration the basic characteristics resulting from the type of material. The performance of a facade cladding is not only affected, positively or negatively, by material type and characteristics but also by the form of material and fastening method. The properties resulting from the type of material define the behavior of material in time against external factors and mechanical loads such as sun, rain, and wind. The form of material and fastening method ensure such loads affecting the material to be transmitted to the building envelope.

At this point, performing a general evaluation and comparison of all materials and fastening method options that can be used on the facade, in terms of major performance criteria depending on the building height, will provide architects with a broad range of insights about selection of materials. The behavior demonstrated in time by the system, which is created through combination of the material on the facade through fastening method, should be examined. Particularly, as the technology advances, development of new materials such as composite materials and enhancement of new facade cladding details as a result of the efforts by companies to make a difference, have been increasingly driving the competitive environment in the material market. In this competitive environment, architects who are involved in the decision making process of facade coating system design, seek the one which is the most satisfactory from an aesthetic perspective and the most ideal in technical terms.

This thesis aims to compare different facade cladding systems in terms of their performance, based on fastening safety, fire safety and resistance to atmospheric conditions. Facade cladding systems are addressed by advancing versatile evaluation method in terms of performance requirements expected from the facade. Joint evaluation of various facade systems composed of cladding materials from all material groups that can be used in modern facade cladding systems provides architects with the opportunity to adopt a broader perspective and to make fast decisions during the design process. Therefore, this study compares the behavior of different forms and fastening method alternatives for the same material within the facade cladding system as well as the performances of different materials.

The first section of the thesis provides the definition of the problem, reasons of its emergence, and the purpose and scope of this study. The facade coating system

forming the subject matter of the research is defined and its relationship with the facade and its difference from the curtain wall are explained.

The second section of the thesis discusses the relationship of the factors affecting the selection of facade cladding material such as function, geographical location, climate conditions, building form and height, with the properties related to the material, form and fastening method. The scope of the duties of a facade cladding material is established by comparing it with the roles of the facade.

The evaluation method devised within this study is composed of three stages: input, process and output.

The third part of the thesis establishes the facade coating cladding that generate inputs for the evaluation method. The literature and firm catalogues are used to explore facade cladding products representing formed materials manufactured in the market, as well as the fastening method alternatives for these products. In line with this research, each facade cladding system composed by combining the material, form and fastening method is categorized in order to compare performance criteria and, as a result of this categorization, '33' products representing formed material and '57' facade coating cladding are identified for evaluation. This categorization is performed based on material type, form and fastening method.

A classification has been made in order to be able to make a comparison of performance criteria in alternative façade systems such that the material type (m), the form (b) and the type of construction (k) have been combined to establish facade cladding system (m^{kb}). Each facade cladding system has a material code that is expressed with letters and a form and construction code that is expressed in numbers. Façade materials can be metal, polymer, clay, cement, wood, stone or glass based. The facing material can be used as tiles/slabs (A), sheets (B) or panels (C) in form. The construction installation type can be one of two types, fixing on the infill wall body or fixing on a metal sub-construction system that is fixed on the infill wall body. In fixing on the infill wall the facade material can be fixed using mortar (1) or applied on the infill wall body using anchorage elements without a base construction system (2). In fixing on a metal subconstruction system where fixing is usually done by bolts and anchorage elements on the infill wall body, the façade material can be fixed on the metal subconstruction by special adhesives (3), screw anchors (4), clips (5), special fittings (6). The material thickness, weight per unit volume, the height of the building and the dead, dynamic and seismic loads on the façade determine the form and size of these elements. Also, more than a single mechanical fixing method can be used in a given construction system.

The fourth section of the thesis explains the process stages of the evaluation method developed. The most important ones among them are the fastening safety which is one of the criteria posing threat against safety of life due to various mechanical loads and the fire safety in case of uncontrolled heat/flames or release of poisonous gases. These are followed by the performance criterion related to resistance to atmospheric conditions caused by thermal changes, rain water and various environmental gases. The products and fixing methods that are used in facade systems have been analyzed with regard to determined performance criteria. There are material properties related to each performance criteria: safety of fixing; Modulus of Elasticity, compressive strength, tensile strength, coefficient of thermal expansion, weight of unit volume,

and concerning fire safety; ease of ignition and flame speed, coefficient of thermal expansion and thermal conductivity as the last feature concerning resistance to atmosphere conditions; water absorption, heat absorption, coefficient of thermal expansion, corrosion and, hardness.

The quantitative size must be determined in order to perform an evaluation and comparison of facade cladding systems. Therefore, the benefit value coefficients of the product and the fastening method options are identified in quantitative terms. For the '33' products identified as based on metal, polymer, clay, cement, stone, glass and wood, which can be used in facade cladding systems, the respective benefit value coefficients are established based on the benefit value analysis in terms of sub-criteria (X^n) for each major performance criterion (A). Then benefit value coefficients found for each product (m^b) based on the sub-criteria (X^n) for the major performance criterion are summed up ($m^b \cdot X^1 + m^b \cdot X^2 \dots m^b \cdot X^n = \Sigma(m^b \cdot X^n)$). This total value is multiplied by the benefit value coefficients in terms of major criteria of the fastening method (k^A) designated based on the Churchman and Ackoff method ($\Sigma m^b \cdot X^n \cdot k^A$). This final process is applied for each facade cladding system with all three major performance criteria (A) and the calculated value represents the major performance value of a facade cladding system. ($\Sigma m^b \cdot X^n \cdot k^A$).

The fifth section of the thesis is related to the outputs stage of the method developed. The total values calculated for performance requirements of facade cladding systems ($\Sigma m^b \cdot X^n \cdot k^A$) are compared and discussed based on the normalized values. Facade cladding systems for each material group are shown in charts in order to compare internally normalized values together with three major performance criteria.

Finally, the sixth section of the thesis interprets the results obtained from this evaluation method by discussing the related reasons and generating suggestions.

- ✓ It can be suggested that the reason for varying performances of facade cladding systems having the same form and fastening method but different type of materials is the change in material properties due to differentiation in the internal structure of the facade cladding material.
- ✓ It can also be suggested that the reason for varying performances of facade cladding systems having the same material and form but different fastening method is the impact of the air layer resulting from the construction and properties of the fastener.
- ✓ It is observed that various facade cladding systems having the same material type and fastening method but different form show no substantial difference in terms of fastening safety or performance of resistance against atmospheric conditions but the same has an impact on the fire safety performance of multi-layer panel type products.

It is understood that a facade cladding system is likely to demonstrate different performances in terms of fastening safety, fire safety and resistance to atmospheric conditions. Therefore, an architect can benefit from this evaluation method when selecting facade cladding systems by establishing the priorities according to the respective conditions applicable to the building.



1. GİRİŞ

Cephe kaplama sistemlerinin teknolojik gelişmelerle birlikte çeşitlendiği bu dönem, mimarlara oldukça geniş malzeme, biçim ve bunlara bağlı olarak tespit yöntemi seçenekleri sunmaktadır. Piyasanın oluşturduğu rekabet ortamı, mimarların ve yüklenicilerin cephe kaplama sistemi seçim sürecini zorlaştırmaktadır.

Bir modern cephe için kaplama kararı süreci boyunca öne çıkan faktörler; malzeme ağırlığı, yüzey yapısı, malzeme özellikleri, yapı formu/yüksekliği ve dış çevre koşullarıdır. Bu faktörler malzeme cinsi, biçimi ve çeşitli tespit yöntemi alternatiflerini belirlemektedir. Cephe kaplama sistemi seçenekleri çeşitli etkiler karşısında bir malzeme için avantaj iken diğer bir malzeme için dezavantaj olabilmektedir. Aynı malzemeye ait farklı tespit yöntemiyle ya da aynı malzeme grubuna ait aynı tespit yöntemiyle tespit edilmiş cephe sistemleri farklı performans sergileyebilmektedir. Herhangi bir sistemin sağladığı faydayı saptamak veya sistem alternatifleri arasından birini seçmek için karar sürecinde değerlendirmeye gerek duyulmaktadır (Tapan,1980).

Bu çalışmada cephe kaplama sisteminin birer bileşeni olan malzeme, biçim ve tespit yöntemi cephe kaplamasından beklenen performans gereksinimleri açısından ayrı ayrı analiz edilmiştir. Bu bileşenlerin cephe sistemi içerisinde birlikte nasıl çalışacağı konusunda mimarlara ve yüklenicilere yol gösterici bir değerlendirme yöntemi geliştirilmiştir.

1.1 Tezin Amacı ve Kapsamı

‘Cephe Kaplama Sistemi’ kavramı, araştırmalara göre, bazı kaynaklarda giydirme cephe sisteminin bir parçası olarak tanımlanırken, diğer bazı kaynaklarda giydirme cephe sisteminden bağımsız bir kavram olarak açıklanmaktadır. Bu tezde, cephede yapının taşıyıcı sisteminin çerçevesi içinde yer alan dış duvar elemanının üzerine tespit edilen kaplama, cephe kaplama sistemi olarak kabul edilmiştir.

Bu çalışmada malzeme cinsi, biçimi ve tespit yönteminin birlikte oluşturduğu cephe kaplama sistemlerinin, cepheden beklenen performans gereksinmelerini karşılayan ana ölçütler olarak kabul edilebilen tespit güvenliği, yangın dayanımı ve atmosfer koşullarına karşı dayanımı açısından tasarım aşamasında doğru seçimler yapmak için karşılaştırılması amaçlanmıştır. Bu ana ölçütler yapı yüksekliğine bağlı olarak cephe testleri araştırması sonucunda, can güvenliği açısından öncelik sırasına göre bir cephe kaplama malzemesinden beklenen kriterler sonucunda belirlenmiştir. Değerlendirmede bu ana ölçütleri belirleyen malzeme özellikleri, alt ölçüt olarak kabul edilmiştir.

Herbir ana ölçüt alt ölçütlerden oluşmuş, ve cephe kaplama sisteminin bileşenlerinden biri olan farklı cinsteki ürünler, belirlenmiş olan herbir ana ölçüt açısından analiz edilmiş ve değerlendirilmiştir. Örneğin, cephe kaplama sisteminin tespit güvenliği açısından değerlendirilmesinde herbir ürün elastiklik modülü, basınç dayanımı, çekme dayanımı, ısı genleşme katsayısı ve birim hacim ağırlık gibi özellikler açısından değerlendirilmiştir. Cephe kaplama sisteminin yangın güvenliği açısından değerlendirilmesinde herbir ürün tutuşabilirlik ve alev yayılım hızı, ısı iletkenlik katsayısı ve ısı genleşme katsayısı gibi özellikler açısından değerlendirilmiştir. Cephe kaplama sisteminin atmosfer koşullarına dayanımı açısından değerlendirilmesinde herbir ürün su emicilik, ısı emicilik, ısı genleşme katsayısı, korozyon ve sertlik gibi özellikler açısından değerlendirilmiştir.

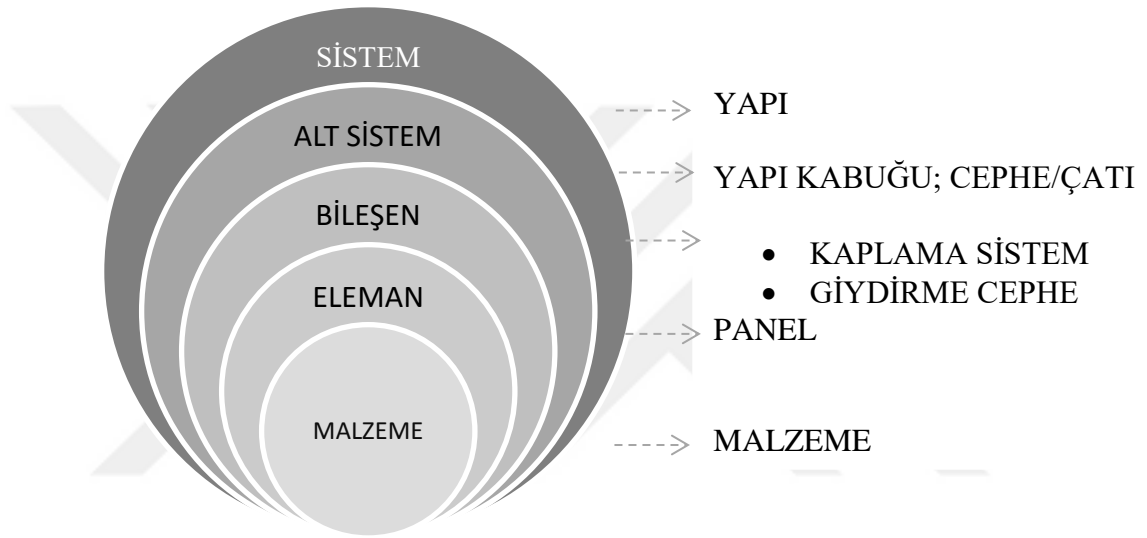
Cephe kaplama sisteminin diğer bir bileşeni olan tespit yöntemi ise sadece üç ana ölçüt açısından değerlendirme sistemine dahil edilmiştir.

1.2 Literatür Araştırması

İnsanoğlunun birincil gereksinimi olan barınma amacı, kendisini olumsuz hava koşullarından ve vahşi doğadan korumaktır. Bu sebeplerden dolayısıyla kendi özel yaşam alanını yaratmak için bir ev inşa etmiştir. Kendi yaşam alanını belirleme içgüdüleriyle birlikte doğan yapı kabuğu, çatı ve cepheden oluşmaktadır ve sürekli dış atmosfere maruz kalmaktadırlar. Cephe sistemi, yapı alt sistemlerinden biri olan yapı kabuğunun düşey bileşenini oluşturmaktadır (Şekil 1.1). Cephe sistemi tasarım, kullanım, taşıyıcı sistem ve bina sistemleri ile doğrudan ilişkisi olan ve bina iç ve dış çevresini de etkileyen önemli bir yapı elemanıdır (Knaack ve diğ, 2007).

Yapılan araştırmaya göre cephe, yapısal yük taşıyan ve taşımayan olmak üzere ikiye ayrılmaktadır. Cephe'nin çeşitli açılardan tanımlarının yanısıra, cephenin strüktürel açıdan farklı tipleri cephe kaplama sisteminin oluşumunu ortaya koymuştur.

Literatürde; yapısal yük taşımayan cephe sistemleri, yapı strüktürüyle ilişkisi açısından ikiye ayrılmaktadırlar: cephe kaplama sistemi ve giydirme cepheler. Bu tip cepheler, üzerlerine etki eden yükleri, kendi ağırlıklarını, destekledikleri zeminlerin ölü yüklerini ve kagir inşaatlarının takviye etkisi vasıtasıyla rüzgar kuvvetlerini temele kadar aktarırlar (Şekil 2.2) (Herzog ve diğer, 2008).



Şekil 1.1 : Yapı Sistemlerinin Kronolojik Dizilimi (Herzog, 2008).

Cephe kaplama sistemleri üzerine yapılan çalışmalar incelenmiştir. Söz konusu yapı elemanları pek çok kriterler doğrultusunda incelenerek ve değişik özellikleri değişik yöntemlerle karşılaştırılarak sınıflandırılmaları yapılabilmektedir. Elvan Duran; 'Taşıyıcı olmayan ve Dış Cephede Kullanılan Prefabrik Pano ve Kaplamaların Mimari Performanslarının İncelenmesi' başlıklı Yüksek Lisans tezinde, cephe kaplama malzemelerinin performansları üzerine detaylı bir inceleme yapılmıştır. Fakat kaplama malzemesinin cephe kaplama sistemi içerisinde tespit yöntemi ile olan davranışı bu tezin kapsamı dışındadır. Bir malzemenin cephe sistemi üzerindeki performansını incelemek için onu bir sistem içerisinde değerlendirmek gerekmektedir. Buket Metin; 'Cephe Kaplama Sistemlerinin Uygulama Süreçlerinin Çevresel Sürdürülebilirlik Açısından Değerlendirilmesi' başlıklı Yüksek Lisans tezinde ise cephe kaplama sistemleri malzeme ve tespit yöntemlerine göre sınıflandırılmıştır. Cephe kaplama malzemeleri uygulama süreçlerindeki süre,

kaynak kullanımı, yapım alan koşulları ve yapım atıkları ölçütleri açısından Churchman ve Ackoff yöntemiyle değerlendirilmiştir.

Prefabrikasyon sempozyumunda yayınlanan ‘Prefabrike Dış Kabuk Panoların Üretiminde Kullanılan Alternatif Malzemeler ve Ürün Özelliklerine Etkileri’ başlıklı bildiri ürünlerin boyutlandırılmasının ve ağırlığının nakliye ve montaj sırasındaki önemi belirtilmiştir. Ayrıca çeşitli kaplama malzemelerinin yangın dayanımı ve atmosfer koşullarına dayanımı gibi özellikleri karşılaştırılmıştır. Prefabrikasyon alanında, kullanımı en yaygın olan malzemenin beton olduğu vurgulanmaktadır. Bunun sebebinin ise taşıyıcılık dahil yeterli mekanik özelliklere sahip olması ve nispeten düşük maliyetli olmasına dayandırılmıştır. Prefabrikasyon alanında çeşitli malzemelerin kullanılmasının çok yönlü araştırılması gerektiği belirtilmiştir (Tanaçan ve diğ, 1998).

Bu noktada cephede kullanılabilen tüm malzemelerin ve tespit yöntemleri seçeneklerinin yapı yüksekliğine bağlı olarak öne çıkan performans ölçütleri açısından genel bir değerlendirme ve karşılaştırma yapılması, mimarlara malzeme seçimi konusunda geniş fikirler verecektir.

1.3 Hipotez

Çağdaş bir cephenin opak bileşenini oluşturan kaplama sistemleri kaplama malzemesinin kendine has özellikleri; biçimi; gerektirdiği tespit yöntemi; kaplamanın kullanıldığı binanın içinde bulunduğu çevre koşulları gibi kriterler dikkate alınarak değerlendirilip seçilmelidir. Tüm bu etmenler birbirinden bağımsız olarak ele alınması yerine birlikte değerlendirilmesi uzun dönemde cephe kaplama sisteminden beklenen en iyi performansın elde edilmesine olanak sağlayacak ve kısa sürede en doğru sistem seçimi ile tasarım gerçekleşmiş olacaktır.

1.4 Yöntem

Bir cephe için kaplama malzemesi seçimini etkileyen etmenler ortaya konmuştur. Bunlar; işlev, coğrafi konum, iklimsel koşullar, bina form ve yüksekliğidir. Bu yüklerin etkisi altındaki cephe kaplama malzemesinden beklenen performans gereklilikleri (mukavemet, eskime, aşınma, atmosfer, yangın gibi dış etkilere dayanıklılık, ısı, su ve su buharı gibi yapı fiziği kriterleri) araştırılmıştır.

Günümüzde yaygın olarak kullanılan cephe kaplama malzemeleri araştırılmıştır. Cephe kaplaması olarak ele alınan bu malzemeler atom ve molekül bileşimlerine bağlı olarak sergiledikleri ortak özelliklerine göre sınıflandırılmıştır (Fernandez, 2006). Belirlenmiş tüm malzeme cinslerine ait biçim alternatifleri oluşturulmuştur ve bu birleşime 'ürün'denilmektedir.

Çağdaş cephede kaplama olarak kullanılan en yaygın malzemelerin, katalog ve piyasa araştırmaları doğrultusunda, dış duvar üzerinde tespit yöntemleri ve cephedeki uygulanma ilkeleri karşılaştırılarak ortaya konmuştur. Uluslararası ve yerel standartlar, yönetmelikler, firma uyarılarında yer alan malzeme kalınlığı/boyutu, ağırlığı, formu ve tespit yöntemi gibi dikkat edilecek unsurlara yer verilmiştir. Değerlendirme yönteminin uygulanabilmesi için malzeme, biçim ve tespit yöntemi seçeneklerinin herbiri kodlanmıştır. Biçimlenmiş malzemenin tespit yöntemi seçenekleri dikkate alınarak cephe kaplama sistemi seçenekleri oluşturulmuştur. Geliştirilen yöntemde değerlendirmek üzere toplam '57' adet cephe kaplama sistemi elde edilmiştir.

Ülkemizde ve çeşitli ülkelerde uygulanan cephe testleri doğrultusunda cephe kaplama malzemesinden beklenen üç ana performans gereksinimi belirtilmiştir: Tespit güvenliği, yangın güvenliği, atmosfer koşullarına dayanım. Tüm biçimlenmiş malzeme alternatiflerinin bu üç ana performans gereksinimleri açısından karşılaştırılması için alt ölçütler belirlenmiştir. Bu alt ölçütlerin herbiri malzeme özeliğidir. Ürünlerin yarar değer katsayıları, malzeme özelliklerini ifade eden bu alt ölçütler açısından 5'li ölçek üzerinden belirlenmiştir. Alt ölçüt olan malzeme özeliğinin, malzeme seçimine etkisi yapı fiziğinde tanımlanan alt başlıkları altında araştırılmıştır. Bu malzeme özelliklerinin birbirleriyle olan ilişkisi ele alınmıştır. Yapı fiziği açısından malzemelerin bu etkiler karşısındaki davranışları araştırılmıştır. Tespit yöntemi seçeneklerinin üç ana performans gereksinimleri (ana ölçütler) açısından önem ağırlık katsayıları Churchman ve Ackoff yöntemine göre hesaplanmıştır.

Tüm ürün seçeneklerinin yarar değer katsayılarının her alt ölçüt için tespit edilmiştir. Ürünlerin alt ölçütlerden aldığı toplam yarar değer katsayısı, tespit yönteminin önem ağırlığıyla çarpılmıştır. Elde edilen değer bir cephe kaplama sisteminin performansını ifade etmektedir. Her cephe kaplama sistemi için elde edilen toplam performans değerleri çizelgelerle karşılaştırılmıştır.

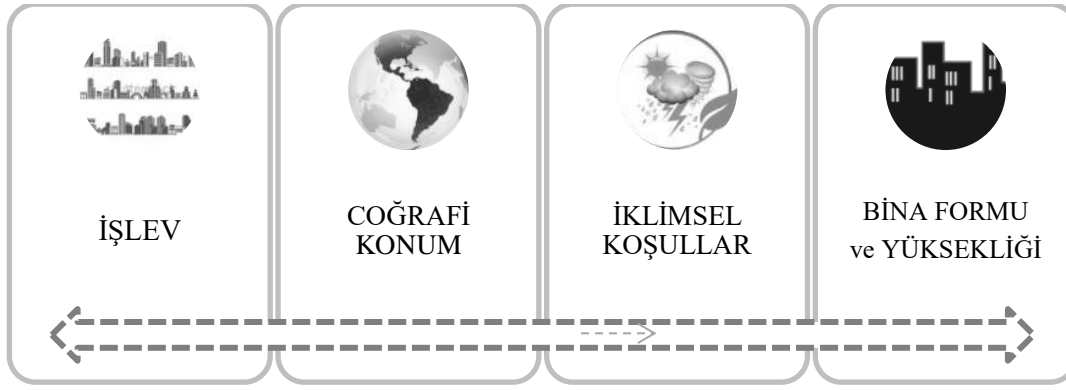


2. CEPHE KAPLAMASI SİSTEMİNİ ETKİLEYEN ETMENLER VE GEREKSİNİMLER

Kaplama malzemesi öncelikle estetik görünüşüne göre seçilmektedir. Yapıda dış duvarın iç katmanları görünmeyeceğinden, tasarım sürecinde iç katmanların görseelliği dikkate alınmamaktadır. Bunun yerine, rüzgara ve sismik yüklere karşı dayanıklı olması, ısı ve akustik olarak binayı izole etmesi amacıyla ve havanın veya suyun binaya girmesini önleyecek şekilde tasarlanmalıdır (Knaack ve diğ, 2007). Bilindiği gibi, her malzeme çeşitli olumlu ve olumsuz özelliklere bir arada sahiptir. Tasarımcı ve üretici, amaçlarına uygun malzemeyi seçerken, bilinçli ya da bilinçsiz olarak birbirlerine seçenek oluşturan malzemeler arasında, nitelikleri her yönüyle değerlendirerek, içinde bulunan koşullar altında en uygun olan malzemeyi seçmeyi hedeflenmektedir (Fernandez, 2006). Tasarımcılar, dış ortamı, binanın yönünü, iç mekan boyutlarını ve kullanıcıların konfor beklentilerini dikkate almalıdırlar. Hava sıcaklığı, güneşin radyasyonu, nem, rüzgar hızı, gürültü, zemin yansıması ve harici engellerin boyutları ile konumu (örneğin binalar, topografya veya bitkiler), ısı, görsel ve akustik konforu etkileyebilir. Bu kriterlerin önemi, ışık geçirmeyen malzemelerin kalınlığı, yoğunluğu, iletimi, yansıtıcılığı gibi özellikleri ve saydam malzemelerin ise kalınlığı, katman adedi, ısı iletimi, ışığı emmesi, yansıtması gibi, tasarım kararlarını etkilemektedir (Musaagaoglu, 2005).

2.1 Cephe Kaplama Sistemini Etkileyen Etmenler

Cephede tercih edilen malzemeler, yapı kabuğu performansını etkileyeceği gibi, bina kullanım maliyetini de etkilemektedir. Hem kullanıcı için uygun iç ortam koşulları sağlaması hemde bina kullanım ömrü boyunca cephenin görevini uygun şekilde yerine getirebilmesi için dış cephe kaplama malzemesi ve tespit yöntemi seçimini belirleyici faktörler öne çıkmaktadır. Bu faktörleri işlev, coğrafi konum, iklimsel koşullar, bina formu ve yüksekliği olarak sıralayabiliriz (Şekil 2.1). Bu faktörler birbirlerini dolaylı ya da doğrudan birbirlerini etkilemektedirler.



Şekil 2.1 : Cephede Malzeme Seçimini Etkileyen Faktörler Şeması.

2.1.1 İşlev

Malzeme, fiziksel mekan ile algısal mekan arasındaki ilişkiyi kuvvetlendiren önemli bir araç olarak tanımlanmaktadır (Eriç, 2010). Cephe kaplama malzemesi, insan ve yapı işlevi arasındaki algıyı sağlamaktadır. Bir tasarımcının cephe kaplaması için malzeme seçimi yaparken; ‘Bu yapı kime hizmet verecek?’, ‘Hangi amaca yönelik hizmet verecek?’, gibi soruları ilk aşamada sorması ve bu soruların cevaplarını ortaya koyması gerekmektedir. Yapı işlevine göre; konutlar, yönetim binaları, iş ve hizmet binaları, otel ve lokantalar, öğretim binaları, tiyatro ve konser salonları, kışlalar, ceza ve tutuk evleri, müze ve galeriler, havalimanları, hastaneler, spor salonları ve yüzme havuzları, imalât ve atölye mahalleri, endüstri ve sanayi yapıları ya da farklı işlevleri birarada barındıran kompleks bir yapı olabilmektedir. Yapının işlevi o yapıyı kullanacak insanların fiziki koşullarını (yaş, cinsiyet, sağlık durumu,...v.b.) belirlemektedir. Bu durumda yapı kabuğunun, her yapı işlevinde kullanıcı gereksinimleri açısından karşılaması gereken belirli kriterler bulunmaktadır.

Cephede kullanılacak kaplama malzemesi geçirgenliği (opak – saydam), dokusu, rengi, boyutu ve diğer fiziksel özellikleriyle yapı işlevine uygun olarak seçilmeli ve binanın kimliğini ifade etmelidir. Kaplama için seçilecek olan malzeme, yapı işleviyle doğru ilişkilendirildiği takdirde, o yapı zaman içinde hem yapı mekaniği ve fiziği kuralları, hemde kullanıcı açısından olumlu sonuçlar verecektir.

Herzog de Meuron’un Barselona şehrinin önemli bir caddesinde tasarlamış olduğu müze yapısında, cephenin mavi beton ile kaplanmasıyla oldukça cesur bir tavır sergilenmiştir. Bu radikal karar, malzeme’nin yüzey dokusunun üç boyutlu bir sünger hissi vermesi, müzenin içeriği ve amacıyla ilişkilendirilmiştir. Yapı formu ve

cephe malzemesi biraraya gelerek kentte tarihi yapılardan sonra yeni bir odak noktası yaratmıştır ve bu durum turistler için oldukça ilgi çekmektedir (Şekil 2.2).



Şekil 2.2 : Barselona Forum Herzog de Meuron ‘museu blau’.

Sanayi bölgelerinde bulunan fabrika yapılarının cepheleri, gün içerisinde çevredeki çeşitli gazlara maruz kalmaktadırlar. Bu bölgelerdeki yapıların cephe malzemesinin bu gazlar karşısında yeterli kimyasal direnç göstermesi beklenmektedir. Polikarbonat cephe kaplamaları, çağdaş mimarlıkta özellikle endüstri yapılarında çok tercih edilen bir malzeme haline gelmiştir. Yarı saydam bir malzeme olduğundan iç mekana kullanıcı için UV açısından kontrollü ve yeterli ışık sağlamaktadır. Yapı kullanım ömrü boyunca, enerji tasarrufu yaparak ekonomik açıdan avantaj sağlamaktadır. Ayrıca, iklim koşullarına ve sıcaklığa (-40°C’den +120°C’ye kadar) karşı dayanıklılığı, camdan daha hafif olması, oluklu formu ve iç yapısından dolayı darbeye karşı camdan daha iyi mukavemet göstermesi sanayi yapılarında tercih edilme sebebidir.

Hatta günümüzde müze, spor salonları ve okullar gibi yapı tiplerindedeki kullanıldığı görülmektedir. Şekil 2.3’te Florian Nagler’in Bobingen şehrinde tasarladığı bir fabrika yapısının cephesinde 40 mm kalınlığında polikarbonat oluklu levha kullanılmıştır.

Havaalanları ve yakınında bulunan binaların cephe kaplamaları, uçakların iniş ve kalkış sırasında oluşturduğu hava girdapları sebebiyle normal hesaplanan değerden daha yüksek bölgesel rüzgar yüküne maruz kalmaktadırlar. Havaalanları yapılarının ve çevresindeki yapıların cephe kaplama sistemlerinde cephenin statik hesaplamaları yapılırken bu kuvvetlerin göz önünde bulundurulması gerekmektedir. Cephe

kaplaması için gerekli malzeme ve tespit yöntemi kararı bu hesaplar doğrultusunda alınmalıdır.



Şekil 2.3 : Florian Nagler, Fabrika Yapısı.

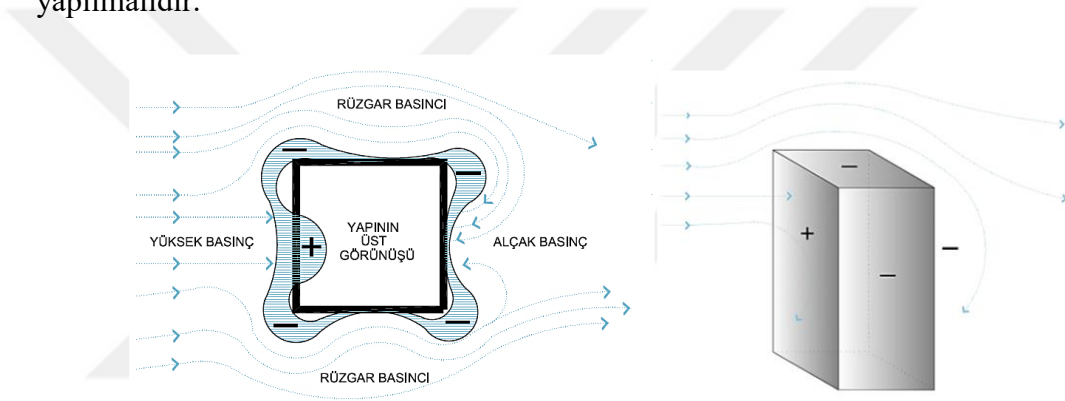
2.1.2 Coğrafi Konum

Coğrafi konum, coğrafi koordinatlara göre etkili olan atmosferik koşulları ve şiddetini belirlemektedir. Yapıları çevreleyen atmosferdeki ısı ve ışık enerjisinin doğal kaynağı Güneş'tir. Bir yapının bulunduğu coğrafi koordinatlara göre etkili olan atmosferik koşullar altında, bulunduğu enleme bağlı olarak güneş ışınlarının düşme açısı, günün saatine ve mevsime bağlı olarak değişir. Mevsim ve gece-gündüz değişimlerinde bu enerji düzeyi farklılık gösterir. Bu enerji düzeyi binanın güneşe göre açılal konumuna, binanın yönüne ve bulunduğu coğrafi enleme bağlıdır (Toydemir ve diğ, 2000). Bu sıcaklık farklarının cephe kaplama malzemesi üzerinde önemli etkisi olmaktadır. Cephe kaplama malzemesi, en dış katman olduğundan ve atmosferle birincil olarak ilişki kurduğundan dolayı diğer duvar katmanlarını korumakla yükümlüdür. Yağışlar; kar, yağmur cepheyi etkileyen diğer önemli unsurlardır. Cephe kaplama malzemesi bu yağışlar karşısında bünyesine su geçirmemeli ve yüzeyinde bozulmalara fırsat vermemelidir. Bunun yanında rüzgar, fırtına etkisi, bitkilerin cephe kaplama malzemesi üzerindeki tahribatı iç mekana girmesini istemediğimiz gürültü, kir ve toz cephe malzemesi seçimini etkileyen diğer etkenlerdir. Kara ve deniz dağılışı, yükselti, hakim rüzgar, bitki örtüsü, kayanın cinsi, gibi faktörler sıcaklık, nem, rüzgar, basınç, yağış ve bulutluluk gibi iklim elemanlarını etkilemektedir.

Arazi yerel rüzgar hızları üzerinde güçlü bir etkiye sahiptir. Çim ve su gibi pürüzsüz bir arazi üzerine etki eden rüzgar, gücünü koruyarak türbülans etkisi oluşturmaktadır.

Kasaba ve şehir gibi engebeli arazi üzerine esen rüzgarın hızı ise, yüzeyde sürtünme etkisiyle azalmaktadır. Fakat aynı zamanda, rüzgardaki türbülans artmaktadır (Şekil 2.4) (Musağaoglu, 2005).

Bina yüksekliği arttıkça, yüzey alanında, yüzeye etki eden yük de artmaktadır ve etki eden temel yük rüzgar yükü haline gelmektedir. Standartlarda bina yüksekliğine, coğrafi konumuna, yapı geometrisine bağlı olarak dikkate alınacak olan yükler belirtilmiştir. Ancak özel durumlarda meteorolojik verilerde bölgede etkin olan rüzgar yükü değeri alınmalıdır ve cephe hesapları bu veriler doğrultusunda yapılmalıdır.



Şekil 2.4 : Rüzgarın Yapı Kabuğu Üzerindeki Etkisi (Musağaoglu, 2005).

Deprem, yangın gibi olağanüstü koşullar karşısında cephe kaplama malzemesinin fiziksel ve kimyasal dayanımlarının ve mekanik özelliklerinin karşılaması gereken standartlara uygun olması beklenmektedir. Tesbit güvenliği nedeniyle, yapının bulunduğu bölgenin deprem kuşağı sınıfı cephe hesaplarında dikkate alınmalıdır. Yapının bulunduğu coğrafi konum şartları çerçevesinde belirlenen, dış etkenlerin şiddeti ve yoğunluğu karşısında mücadele edebilecek doğru malzeme seçimininde; malzemenin mekanik, fiziksel, ısı, yangın, kimyasal, akustik ve ekolojik özellikleri ön plana çıkmaktadır. Yapının coğrafi konumu itibariyle karşı karşıya kalacağı atmosferik koşullara hakim olarak doğru cephe kaplama malzemesi seçilmesi, yapı kullanım ömrü boyunca o malzemenin görevini uygun şekilde sürdürmesini sağlar.

2.1.3 İklimsel Koşullar

İklim; sıcaklığın, nemin, atmosferik basıncın, rüzgarın, yağmurun, atmosferik parçacıkların ve diğer meteorolojik özelliklerin, geniş zaman dilimleri içindeki

toplamını kapsar. İklim, yakındaki dağ silsileleri ve su kütleleri ile birlikte, değişken derecelerle, yükseklikten de etkilenmektedir. Çevresel koşullar ve güneş radyasyonu farklı şeylerdir ve kuzeye, güneye, doğuya ve batıya bakan cephelerde farklı tepkileri gerekli kılmaktadır (Musağaoğlu, 2005). Yeryüzünün tek enerji kaynağı olan güneşten gelen enerjinin bir kısmı atmosferi geçerek yeryüzüne ulaşır ve oradaki katı ve sıvı cisimleri ısıtarak ısı enerjisi haline dönmektedir. İşte atmosferi de ısıtan, doğrudan doğruya güneşten gelen görünür veya görünmez ışıklardan çok, yeryüzünden atmosfere geçen bu ısı enerjisidir. Bu bakımdan atmosfer kısmen doğrudan doğruya güneşten, fakat daha çok yeryüzünden ısınır. Sıcaklık farkları, ısı geçiş yönünü belirlemektedir (Eken ve diğ.).

Yapının bulunduğu bölgede hakim olan iklim bize cephe kaplama malzemesinin hangi koşullar altında savaşağı konusunda veriler elde etmemizi sağlamaktadır. Eğer gece ve gündüz arasında çok ciddi sıcaklık farkları bulunuyorsa, bu noktada malzemenin ısıl genleşme özelliğı öne çıkmaktadır. Aşırı yağış alan bir bölgeyse, malzemenin atmosfer koşulları altında basınçlı su emmesi sıcaklık değişimleri etkisi altında ise, yapı, yapı elemanı ve yapı malzemesinin hacimsel ve boyutsal olarak uzama ve kısalması söz konusu olmaktadır. Bu olgu, malzemeleri oluşturan atomların sıcaklık artması karşısında yaptığı ısıl titreşimlerin bünyesinden kaynaklanır ve önlenmeyecek nitelikte bir fiziksel olaydır. Isıl genleşme ve bünyenin yapısal tasarımında gözönüne alınması hem bina hem de yapı elemanı ölçüğünde gereklidir (Toydemir ve diğ, 2000). Yapı kabuğı üzerinde etkin olan iklimler; makro iklim ve mikro iklimdir. Makro iklim, yapının bulunduğu bölgenin karakteristik iklimini tanımlayan iklimsel verilerdir ve bunlar; sıcaklık, nem, yağış miktarı, rüzgâr hızı ve yönü, güneşlenme süresi, güneş ışınım verileri, atmosferik kirlilik, önemli iklim parametreleridir. Mikro iklim ise binanın çevresinde hakim olan iklimdir. Bina çevresinde komşu binalar (güneş ve rüzgârın engellenmesi), arazi durumu (nehir, vadi, tepeler) gibi nedenlerle pek çok mikro iklim oluşabilir. Ayrıca binanın farklı cephelerinde farklı mikro iklimler de meydana gelebilir: örneğin hâkim rüzgâr doğrultusundaki cepheler, güneye ve kuzeye bakan cepheler, diğerlerine göre farklı mikro iklimlere sahip olmaktadır. Bir cephe kaplama sistemi üzerine etki eden rüzgar, yapının içerisinde ve çevresinde basınç ve hava akımı farklılıklarına yol açmaktadır; rüzgar kuvveti, binanın tasarımı, diğer binalara olan yakınlık ve diğer

etkenler bu durumu yönetmektedir. Bu nedenle, bir bina için gerçek basınç durumunu değerlendirmek kolay değildir.

2.1.4 Bina Formu ve Yüksekliği

Cephede malzeme seçimimini etkileyecek diğer unsurlar yapının formu ve yüksekliğidir. Binanın şeklinin, yapı kabuğu üzerine etki eden rüzgar basınçlarının nasıl dağılacığına dair etkisi vardır (Şekil 2.4). Yapıda cephe kaplama malzemesi seçiminin değerlendirilmesi sürecinde, cephe testleri ve standartlar doğrultusunda yapı yüksekliğine bağlı olarak can güvenliği açısından bazı kriterler ön plana çıkmaktadır. Yapı yüksekliği cephe kaplama malzemesinden beklenen performans gereksinimlerinin önceliğini değiştirdiğinden dolayı farklı yönetmeliklere göre yüksek yapı kavramları bulunmaktadır. Özellikle, yangın güvenliği ve rüzgar yükü açısından yüksek binalar çok büyük önem taşımaktadırlar. Literatürde bu konuya ilişkin çok farklı tanımlar bulunmaktadır. İstanbul yüksek binalar deprem yönetmeliğinde; 75 m'den az olan ve 75 m'den fazla olan ifadesi yer almaktadır (İstanbul Yüksek Binalar Deprem Yönetmeliği, 2008) Binaların yangından korunması hakkında yönetmelik'te ise "bina yüksekliği 21.50 m den fazla olan yapı yüksekliği ve 30.50 m'den fazla olan binalar olarak tanımlanmıştır. Bu yönetmelikte yapı yüksekliği 51.50 m'den fazla olan binalar için ayrıca bazı şartlar getirilmiştir (Binaların Yangından Korunumu Hakkında Yönetmelik, 2009). Dünya literatüründe "gökdelene veya kuleler" gibi terimler yer almaktadır. Alman Emporis GmbH standartlarına göre 30 ve 100 m arasındaki yüksekliğe sahip yapılar ya da 29 - 39 katlı yapılar 'yüksek yapı' olarak kabul görmüşken, CTBUH'ye (The Council Of Tall Buildings and Urban Habitats); bunun sadece yükseklikle ilgili olmadığını, içinde bulunduğu şartlara da bağlı olduğunu belirtmektedir. Yani, Chicago ve Hong Kong gibi şehirlerde 14 katlı bir yapı yüksek bina olarak kabul görmezken, bir Avrupa kentinde ya da banliyöde kentsel normlar içinde ayırt edilebilir bir yükseklik olarak ortaya çıkmaktadır. Massachusetts United States genel kanunlarına göre; 21 m'den fazla olan yapılar 'yüksek yapı', 100 m'den fazla olan yapılar 'gökdelene', 300 m'den fazla olan yapılar 'aşırı yüksek yapı' olarak tanımlanmıştır. Yüksek yapı kavramı değişkendir ve görecelidir. Bugün bir yüksek yapı, ileriki zamanlarda yeni yapılan daha yüksek yapılar karşısında yüksek yapı olarak tanımlanmayabilir. Ayrıca, her kentin kendi planlama çerçevesinde yapı yüksekliği kabulleri farklıdır. Yüksek yapı yakın ve uzak çevresindeki yapıların fiziksel yönden güneşini,

rüzgârını, kısacası bölgenin mikro klimasını etkilemektedir. Özellikle, çok katlı binalarda statik rüzgar yüküne dayanıklı olarak inşasının yanında bina gerisinden kopan girdapların yaratacağı titreşimler öncelikle konforu olumsuz yönde etkileyecektir. Rüzgara dik bina cephesinde basınç etkileri oluşurken, rüzgara paralel ve arka cephede farklı büyüklüklerde emme etkileri (alçak basınç) meydana gelir. Yapı kabuğu üzerindeki girinti, çıkıntı alanlar, çatı bahçeleri ve teraslar rüzgar basınçları karşısında bölgesel/kısmi etkiye sahip olmaktadır. Malzeme seçimi aşamasında, binalar yapı yüksekliğine bağlı olarak hakim rüzgar doğrultuları gözönüne alınmalıdır. Özellikle, çok yüksek binalardaki rüzgar etkileri ve buna karşı alınması gereken önlemler bir mühendislik sorunudur. Rüzgar hızı yerden yükseklik ile artmaktadır, bu yüzden yüksek yapı yüzeyinde rüzgar hızı daha şiddetlidir. Yapı etrafı aynı ve yakın yükseklikteki binalarla çevrelenmiş ise bu etki o kadar şiddetli olmayabilir. Açık düz arazide bulunan alçak yükseklikteki bir yapı için de yüksek yapıdaki gibi göz önünde bulundurulması gereken tasarım hususları da olabilmektedir. Yani iki basınç merkezi arasındaki uzaklık arttıkça rüzgarın hızı artmaktadır, basınç farkı azaldıkça rüzgar hızı azalmaktadır.

Yangın can güvenliği açısından önemli husustur. Bir cephe yangını bütün bina yüzeyine yayılabilmektedir ve yüksek binalarda itfaiye merdivenleri belirli bir kata kadar erişebilmektedir. Bu sebeple yapı yüksekliğine bağlı olarak, seçilecek cephe kaplama malzemesinin yangın performansı göz önünde bulundurulmalıdır (Toydemir ve diğ, 2000).

Yapı üzerine etki eden dış kuvvetlerin şiddetinin yapı yüksekliğiyle olduğu gibi formuyla da ilişkisi vardır. Yapı formu özellikle aerodinamik forma sahip olan yüksek binalarda yapının rüzgar yükünü azaltarak çevresel kaygıları gidermektedir. Yapıştırma yöntemi ile cephe kaplama tekniği belirli malzemelerle ve sınırlı yüksekliğe kadar uygulandığından, özellikle yüksek binalarda daha çok kaplama, daha çok alt konstrüksiyon sistemi getirir. Bu durum yapı üzerindeki oluşacak ölü yükü arttıracaktır.

2.2 Cephe Kaplama Sisteminin Sahip Olması Gereken Performans

Gereksinimleri

Cephe kaplama malzemesi seçimini etkileyen faktörler sonucunda, kaplama malzemesinin sahip olması gereken özellikler ortaya konmaktadır. Bu özellikler; mekanik özellikler, ısı özellikler ve kimyasal özellikler olarak incelenebilir. Cephe kaplama sistemi; taşıyıcı sistemden bağımsız, dış cephe kaplaması olmasına rağmen rüzgar cephe yüzeyinde, pozitif ve negatif basınç oluşturmaktadır (Şekil:2.5).

Kaplama ve arkasındaki konstrüksiyon bu yük karşısında yeterli dayanıma ve sertliğe sahip olacak şekilde tasarlanmalıdır. Dolgu duvar; yapı'nın birincil taşıyıcı çerçeve sistem ve döşemeler arasında bulunan, kaplama sistemi'ni desteklemektedir. Dolgu duvarlar taşıyıcı eleman olmamasına rağmen cepheye etki eden rüzgar yüküne karşı yeterli mukavemeti göstermelidirler ve hem kendi ağırlığını hemde kaplama konstrüksiyonunu desteklemektedirler. Kaplama malzemesi dolgu duvar üzerine tespit edilmektedir.

Duvar çekirdeğini oluşturacak malzemeler; moloz taş, harman tuğlası, yatay ve düşey delikli normal ve blok tuğlalar, grobeton bloklar, kireç-kum taşı, perde duvar betonları, beton blok ya da briket, kerpiç bloklar gibi malzemelerdir (Toydemir ve diğ, 2000). Çekirdeğin dış yüzününün kaplanmış olması halinde, duvarın iç yüzünde, duvar gövdesini oluşturan malzeme dışında başka bir kaplama bulunmadığı için, duvar çekirdeğini oluşturan malzeme, iç mekandaki değişik gereksinimlere yanıt verecek nitelikteki malzemedен seçilmek zorundadır. Renk ve doku özellikleri yönünden de sınırlı sayıda çekirdek malzemesinin olanaklarıyla duvar tasarımı kısıtlanmaktadır. Diğer yandan duvarın dış yüzü, her tür kaplama malzemesi ve tamamlayıcı katmanlarla tasarlanabilme olanağı vermektedir (Toydemir ve diğ, 2000).

Dış kaplamalar, dış duvarın dış yüzünde bulunan ve yapının dış atmosferle doğrudan temas eden yüzeylerini oluşturduğundan dolayı doğrudan yapı dışından, yani atmosferden gelen zararlı etkilerden duvar çekirdeğini koruma görevi bu kaplama malzemesi tarafından karşılanmaktadır. Bu amaçla kullanılacak kaplama malzemelerinde bulunması gereken pek çok özellik vardır. Dış cephe kaplamalarının, atmosferin kimyasal etkilerine dayanıklı olması, güneş ışınlarının

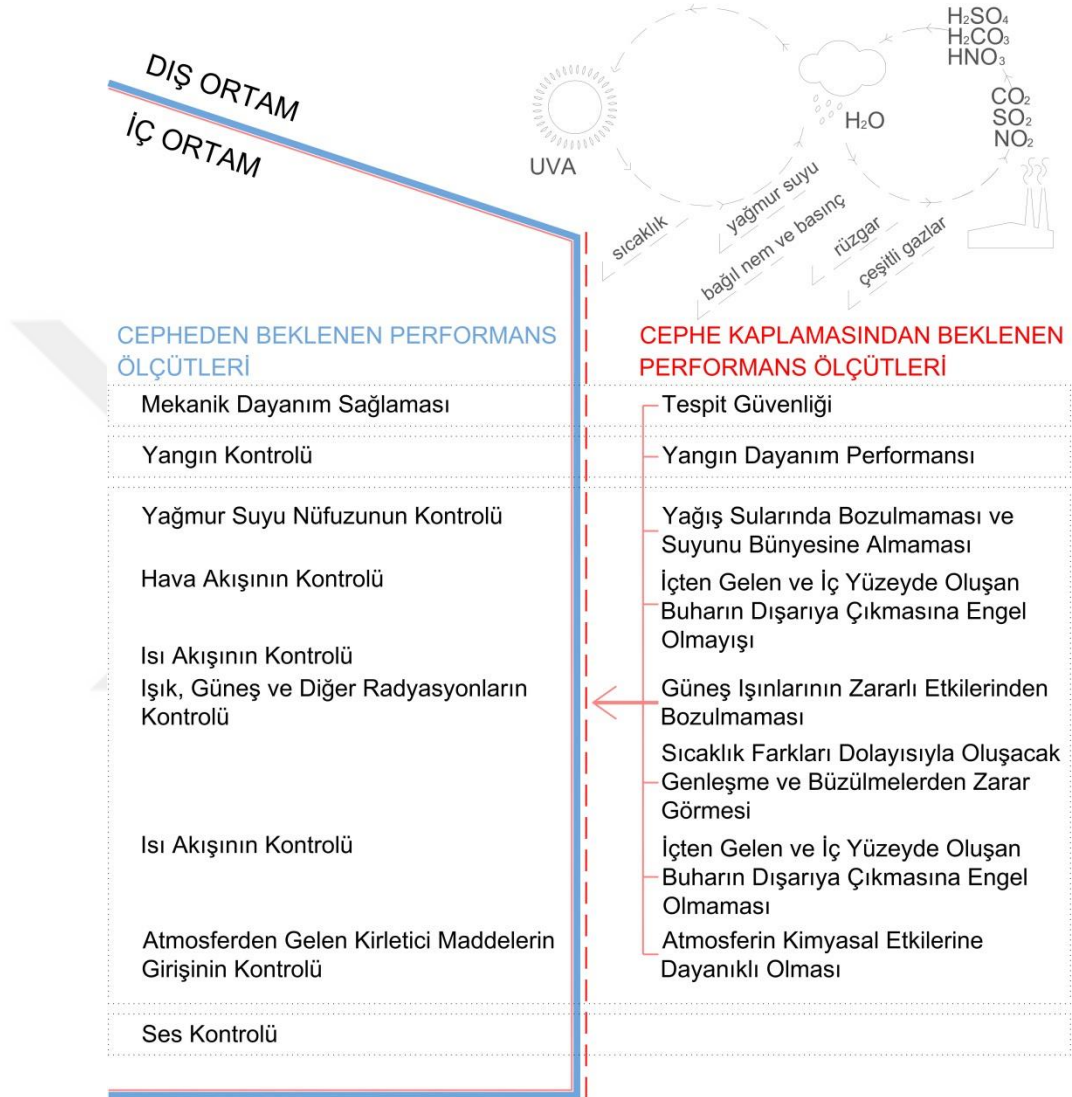
zararlı etkilerinden bozulmaması, sıcaklık farkları dolayısıyla oluşacak genleşme ve daralmalardan zarar görmemesi, yağış sularından bozulmaması ve suyu içine almaması, don etkisiyle bozulmaması, içten gelen ve iç yüzeyde oluşan buharın dışarıya çıkmasına engel olmaması gibi özelliklere sahip malzemeler olması gerekir. Bunların yanında aynı zamanda ısı ve yangın yalıtımını da sağlamalıdır.



Şekil 2.5 : Cephe Kaplama Sistemine Etki Eden Yüklerin Dağılım Şeması.

Yapı üzerinde, sözü edilen fiziko-kimyasal etkilerin süreye bağlı olarak eskime ve bozulmalara yol açtığı bir gerçektir. Yanlış malzeme seçimi sonucu, yeni tamamlanmış bir yapının kısa sürede onarımına gereksinim duyulması ve tarih süreci içinde sanatsal ve anıtsal değerlere kavuşmuş yapılarımızın korunamaması bu tür fiziko-kimyasal sorunlara yeterince ilgi duyulmamasından ileri gelmektedir.

Bir yapının, yapı içinde yaşayan insanların tüm gereksinimlerini karşılaması gereğinin yanı sıra, yapı fiziği koşullarında bozulmaması, kullanım ve estetik değerlerini yitirmemesi, mimarın başlıca görevleri arasında yer almalıdır (Aksamija, 2013). Şekil 2.6'da bir cepheden beklenen performans ölçütleri ile cephe kaplamasından beklenen performans ölçütleri toplu halde verilmektedir.



Şekil 2.6 : Cephenin ve Cephe Kaplama Malzemesinin Görevlerinin Karşılaştırılması (Presley 1993; Schittch 2006; Toydemir ve diğ. 2000).



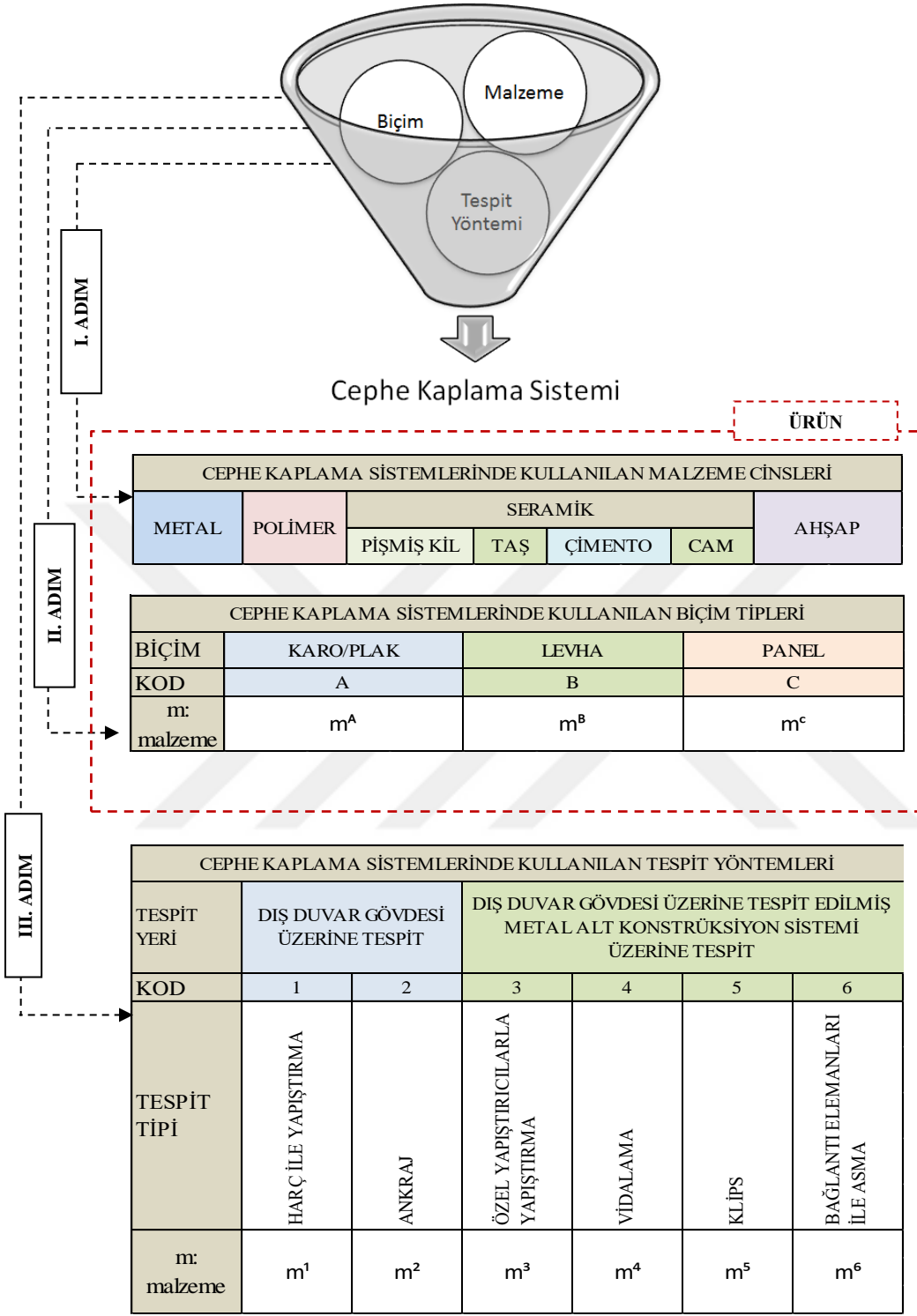
3. CEPHE KAPLAMA SİSTEMLERİNİN SINIFLANDIRILMASI

Bu tezde farklı cephe kaplama sistemlerinin performans özelliklerinin karşılaştırılması hedeflenmektedir. Öte yandan, bilindiği gibi cephe kaplaması performansı üzerinde sadece malzeme cinsi ve özelliklerinin değil malzeme biçiminin ve tespit yönteminin de önemli etkisi bulunmaktadır. Malzeme cinsinden kaynaklanan özellikler, malzemenin güneş, yağmur, rüzgar gibi dış etkenler ve mekanik yükler karşısında zaman içindeki davranışını belirlemektedir. Malzemenin biçimi ve tespit yöntemi ise malzemeye etki eden bu yüklerin, yapı kabuğuna iletilmesinde rol oynamaktadır.

Bu sebeple bu tezde, cephe kaplama sistemlerinin performans gereksinimleri açısından değerlendirilmesi, malzeme, biçim ve tespit yönteminin biraraya gelerek oluşturulduğu cephe kaplama sistemleri üzerinden gerçekleştirilmiştir. Şekil 1.6'da malzeme, biçim ve tespit yönteminden oluşan ürün tipleri ve kodları detaylı olarak açıklanmaktadır.

Bölüm 3.1'de cephede kaplama olarak kullanılacak malzeme seçenekleri ortaya konmuştur. Sınıflandırmada 'm' malzemeyi ifade etmektedir. Biçim sınıflandırmasında ise 'm^A' malzemenin karo, 'm^B' levha ve 'm^C' panel biçiminde olduğunu ifade etmektedir (Şekil 3.1 ve Şekil 3.2).

Son adımda ise m¹ dış duvar gövdesine harç ile yapıştırma, m² dış duvar gövdesine ankraj elemanlarıyla tespit, m³ dış duvar gövdesine tespit edilmiş metal alt konstrüksiyon sistemi üzerine vidayla tespit, m⁴ dış duvar gövdesine tespit edilmiş metal alt konstrüksiyon sistemi üzerine özel yapıştırıcılarla yapıştırmayla tespit yöntemi, m⁵ dış duvar gövdesine tespit edilmiş metal alt konstrüksiyon sistemi üzerine klipsle tespit yöntemi, m⁶ dış duvar gövdesine tespit edilmiş metal alt konstrüksiyon sistemi üzerine özel bağlantı elemanlarıyla asma yöntemini ifade etmektedir.



Şekil 3.1: Cephe Kaplama Sistemi Oluşum Süreci (Metin, 2010)

m^{kb}: Cephe Kaplama Sisteminin Kodlanması		
m: malzeme cinsi	k: tespit yöntemi	b: biçim

Şekil 3.2: Cephe Kaplama Sisteminin Kodlanması.

Malzeme cinsi ve biçim biraraya gelerek ürünü oluşturmaktadır. Örneğin; *Titanyum Çinko* bir kaplama malzemesiyken, *Titanyum Çinko Levha* bu tezde ürün olarak tanımlanmıştır. Ürünler tespit yöntemiyle biraraya gelerek cephe kaplama sistemini oluşturmaktadır. Örneğin; *Titanyum Çinko Levhayı* duvar gövdesi üzerine tespit edilmiş metal alt konstrüksiyon sistemine *özel bağlantı elemanlarıyla asma* yöntemidir.

3.1 Cephe Kaplama Malzemelerinin Sınıflandırılması

Malzeme seçimi sürdürülebilir bir cephe tasarımı için önemli bir faktördür. Her malzemenin kendine özgü fiziksel, mekanik, kimyasal, teknolojik ve ekolojik özellikleri bulunmaktadır. Günümüzde mimarlıkta kullanılan malzemeler, mekanik özelliklerindeki ortaklıklarına dayanarak metal, polimer, seramik, doğal malzemeler ve kompozitler olarak sınıflandırılabilir (Fernandez, 2006). Cephe kaplaması olarak kullanılacak malzemeler ise, bu ana malzeme ailelerinde yer alan malzeme gruplarından meydana gelmektedirler. Bunlar, metal, polimer, pişmiş kil, taş, çimento, cam ve ahşap esaslı cephe kaplama malzemeleri olarak aşağıdaki bölümde sırasıyla, cinsine ait davranışlarını belirleyen iç yapı özellikleri, çeşitleri ve genel özellikleri açısından irdelenmektedir.

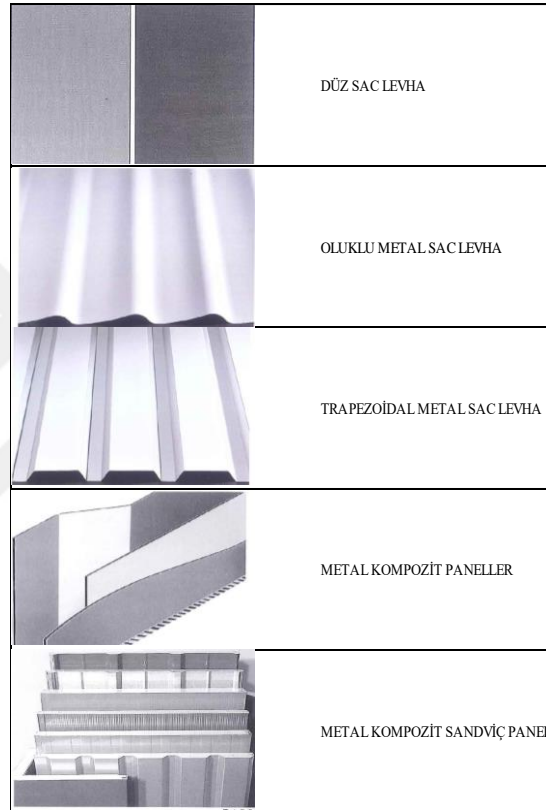
3.1.1 Metal Esaslı Cephe Kaplama Malzemeleri

Kolaylıkla elektron vererek metalik bağ yapan ve elektrik ileten elementlerden oluşan malzemeye metal denir (Vlack, 1972). Metaller, karakteristik olarak "metalik" görünüme sahiptir; ısı ve elektriği iyi iletir; ve çok çok ince plakalar haline getirilmedikleri sürece ışık geçirmezler. Bu özellikleri atomun yapısından kaynaklanmaktadır. Atomik ağırlık arttıkça, bir atoma daha fazla elektron eklenir; elektronların dış katmanındaki boş pozisyonlar doldukça, çekirdekten daha uzakta yeni bir katman oluşur. Bu dış katman, mümkün olan elektron sayısından çok daha az sayıda elektron içerebilir ve bu "serbest" elektronlar, bir elektrik alanı içerisinde nispeten daha hareketlidirler, bu da, metallere onların yüksek elektriksel iletkenlik özelliğini kazandıran bir durumdur. Metallerin yüksek ısı iletkenliği de yine bu dış kabukta yer alan elektronların hareket kabiliyetine bağlıdır. Böylece bu elektronlar ısı enerjisini yüksek sıcaklık seviyesinden düşük sıcaklık seviyesine daha kolay aktarabilirler. Metalin ışık geçirmezliği, dış katmandaki serbest elektronların ışık

enerjisini emmeye hazır olmalarından kaynaklanmaktadır (Fernandez, 2006). Demirli metallerin ana bileşeni demir olup, dökme ve dövme demirleri; paslanmaz çelik de dahil olmak üzere çelikleri; nikel, krom, karbon ve diğer malzemelerin birleşiminden oluşan diğer pek çok alaşımları kapsar. Demirli alaşımlar, aşağıda sayılan nedenlerle son derece iyi mühendislik malzemeleridir. Demirli alaşımlar hem yüksek mukavemetli olup hem de yüksek elastiklik modülü ve kırılma tokluğu değerine sahip sünek malzemelerdir. Korozyon, oksitlenme ve galvanik etkiye karşı korunduklarında durabilitesi yüksektir. Demirli metallere uygulanabilen mekanik ve kimyasal çeşitli yüzey işlemleri, onların, zorlu çevre koşullarında ve estetik hassasiyet gerektiren uygulamalarda cazip hale gelmelerine olanak sağlamaktadır (Fernandez, 2006). Bu bileşimleri onları, bina kabuğu için kaplama panelleri gibi taşıyıcılığı olmayan mimari uygulamalarında seçilen cazip bir malzeme haline getirmektedir. Alüminyum, bakır, kalay, nikel, çinko, titanyum ve krom gibi demirsiz metaller çeşitli mimari bileşenlerde kullanılmaktadır. Demirsiz metaller esas olarak yapı kabuğunda sızdırmazlık ve hava bariyeri sağlamak üzere kullanılır. Özellikle çinko, kurşun, eloksallı alüminyum gibi bazı demirsiz metaller atmosfer koşullarına karşı dayanıklılıkta öncelikli bir konumdadır. Hava tabakalı cephe kaplamaları uygulamalarında başarılı bir performans sağlamaktadırlar. Alüminyum, magnezyum ve titanyum gibi daha hafif demirsiz metaller düşük yoğunlukları, ağırlıklarına oranla yüksek dayanımları (mukavemet), rijitlikleri ve korozyona karşı iyi düzeydeki dirençleri nedeniyle, genellikle endüstrinin ilgisini çekmektedir. Bronz yumuşak olup basınç kuvvetleri karşısında şekil değiştirmeye elverişli ve korozyon direnci yüksek bir malzemedir. Çinko, öncelikle dayanıklılığı arttırmak üzere yüzey malzemesi olarak kullanılır. Titanyum son derece korozyona dayanıklı ve hafiftir (Fernandez, 2006).

Bina dış kaplaması olarak kullanılan metaller demir sac ve emaye sac, alüminyum, bakır, çinko, kurşun gibi yapı malzemeleriyle bronz, paslanmaz çelik ve pirinç gibi alaşımlardan döküm yoluyla elde edilen ve nispeten kalın levhalar halindeki kaplamalardan oluşur. Bu metal kaplamalardan paslanmaz çelik ve emaye sac her türlü dış etkilere dayanıklıdır. Demir sacın boyanması, alüminyum levhanın ise ya boyanması ya da eloksal hale getirilmesi bu levhalara dış etkilere karşı dayanıklılık kazandırır. Al, Cu, Sn, Cr gibi metallere alaşım olarak oluşturulan levhalar dış etkilere dayanıklı olacak şekilde üretildiklerinden bunlar için ayrıca bir koruma

işlemine gerek yoktur. Özellikle, bakır ve çinko kaplamaların yüzeylerinde, zamanla, metale yapışık, batı dillerinde ‘patina’ denilen kesit tabakası oluşur. Bu tabaka, paslanmanın daha da ilerlemesine engel olucu bir işlevi yerine getirdiği için, ayrıca koruyucu başka bir işleme gerek bırakmaz (Toydemir ve diğ, 2000). Sac biçimindeki ince metal levhalar düz veya profillendirilmiş biçimde kullanılabilirler. Metal sac levhaların düz biçimde olanları çok katmanlı panellerde dış katman olarak kullanılırken, profillendirilmiş ya da düz levhalar kompozit sandviç panellerde dış katman olarak kullanılabilir (Şekil 3.3).



Şekil 3.3: Metal Kaplama Malzemeleri ve Biçimleri (Herzog ve diğ. 2008).

Metal kompozit dış cephe paneller ise genellikle alüminyum tabaka esaslı kompozitlerdir. Üç tabakalı bir kompozit olan bu malzemenin metal iki yüzey arasında polikarbonat veya yoğun köpük dolgu bulunmaktadır. Dışa gelen tabaka, dış atmosfer koşullarına direnci nedeniyle genelde alüminyum tabaka olmakta, iç tabaka olarak alüminyumun dışında diğer metallerde kullanılabilir. Sandviç yapılar, cephede yük taşımayan sadece izolasyon görevi gören tabaka olarak kullanılmaktadırlar. Isıl dirence sahip aradaki polimer tabakası aracılığıyla bu cephe elemanları yapı dış kabuğunun toplam ısı geçirgenlik değerini düşürmektedir. Ayrıca gerek alüminyum gerek diğer malzemelerden üretilen tabakalı cephe elemanları,

giydirmeye ve havalandırılmalı cephe oluşturmaya olanak vermektedir. Dış yüzey malzemesinin arkasından cephenin havalanmasına olanak veren uygulamalar, yapı fiziği açısından da son derece olumlu özellikler taşımakta ve tercih edilmelidir (Ersoy, 2001).

3.1.2 Polimer Esaslı Cephe Kaplama Malzemeleri

Bir polimer birçok aynı ünite veya merlerden meydana gelen büyük bir moleküldür. Plastik dediğimiz malzemelerin çoğu polimerlerden oluşmaktadır (Vlack, 1972). Polimerler, çağdaş mimarlık uygulamalarında daha ziyade yapı kabuğu malzemesi olarak kullanılmaktadır. Termoset reçineleri ve sentetik liflerle oluşturulmuş kompozit levhalar polimerlerden üretilir. Polimerlerin özellikle dış kabukta kullanıldıklarında dayanıklılığı konusuna önem verilmelidir. Pek çok yeni malzeme olduğu gibi, sentetik polimerlerin belirleyici özellikleri de hassas laboratuvar testleri sayesinde iyi bilinmektedir. Ancak bu malzemenin de diğer malzemelerle yan yana kullanıldığında ve uzun kullanım dönemindeki performansının ve dayanıklılığını tahmin edilmesi güçtür.

Molekül ve atomik bağların kuruluşu ve monomer birimlerin bileşimine göre polimerler üç ana sınıfa ayrılır: termoplastikler, termosetler ve elastomerler (Fernandez, 2006). Polimerler grubunda yer alan termoplastik ve termoset plastik malzemelerden molekül ağırlıkları düşük olanları yumuşak, yüksek olanlar ise sert ve ısıya dayanıklı malzemelerdir. İstenilen özellikte ve şekilde elde edilmeleri mümkündür. Moleküllü yapıları nedeni ile ısı ve elektriğe karşı geçirimsizdirler. Polimerlerde uzun süreli yüklemelerde ve düşük ısı karşısında zincirlerin birbirleri üzerinden kaymaları sonucunda viskoz şekil değiştirmeler meydana gelerek iç yapılarında sünme ve gevşeme olayları görülmektedir (Eriç, 1982).

Polimer grubundan cephede kaplama olarak kullanılan malzemeler; polivinilklorür, polikarbonat, akrilik, mineral ve akrilik polimer esaslılar, cam lifli takviyeli polyester olarak sıralayabiliriz.

Polimetil metakrilat (PMMA) diğer bir adıyla akrilik levhalar saydamlığıyla ve cama göre daha hafif olmasıyla cama rakip bir malzeme olabilmektedir.

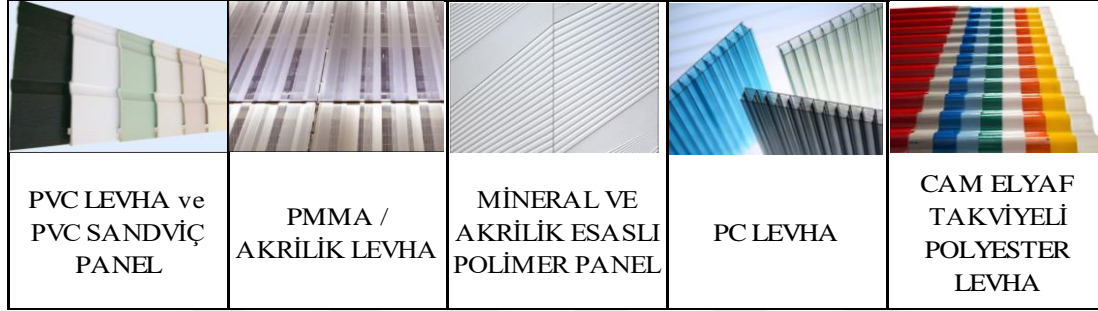
Piyasada 'Corian' olarak adlandırılan mineral akrilik polimer esaslı cephe kaplaması, renk seçimine ve kalınlığına göre, cephede şeffaflığın dağılımına imkan vermektedir.

Polikarbonat (PC) kaplamalar ise, cephede kaplama malzemesi olarak hem düz levha hem oluklu levha hemde çok katmanlı hücresel boşluklu levha (Şekil 3.4) olarak kullanılabilir. Hücresel boşluklu yapıya sahip olan polikarbonat paneller UV dayanımına sahiptir ve zararlı ultraviole ışınlarını süzerek ışığı geçirebilen bir malzemedir. Düz polikarbonat levhalar saydamlığı ve hafifliği açısından cama alternatif bir malzemedir. Çünkü, camdan sonra en çok ışık geçirgenliğine sahip olan malzemedir, camdan çok daha hafiftir ve dayanımı yüksektir. Polikarbonat levhanın ısı genleşme katsayısı (0,065 mm/mK) camın 8 katıdır. Polikarbonat levha aynı kalınlığa sahip cam ile karşılaştırıldığında %50 daha hafif ve 250 kat daha yüksek darbe mukavemetine sahip kaplama malzemesidir (Kaltenbach, 2016). Fakat cama göre yüzeyinin daha kolay çizilebilir olması zamanla yüzeyinin matlaşmasına sebep olabilmektedir ve daha yanıcı bir malzemedir (Watts, 2013). Hücresel boşluklu olan çok katmanlı levhalar boşluklu iç yapılarından dolayı yüksek darbe dayanımına, ısı ve ses yalıtımına sahiptirler. Düz levha biçimindeki polikarbonat levhalar, 4 mm kalınlığında maksimum 2050 mm x 3050 mm ebatlarına kadar 4.9 kg/m² ağırlığında üretilebilmektedirler. Oluklu polikarbonat levhalar, 5 mm kalınlığında maksimum olarak 1097 mm x 7000 mm ebatlarına kadar 2 kg/m² ağırlığında üretilebilmektedirler. Hücresel boşluklu polikarbonat levhalar, 25 mm kalınlığında maksimum olarak 980 mm x 11000 mm ebatlarına kadar 3.7 kg/m² ağırlığında üretilebilmektedirler (Kaltenbach, 2016).

Günümüzde Cam takviyeli polimer (CTP); cam elyafı ile taşıyıcı bir matriks reçinenin birleştirilmesi ile elde edilen kompozit malzeme olup, bu malzemenin cephe elemanları üretilmektedir. Ortam koşullarına dayanıklı, esnek ama yeterli mekanik dayanıma sahip olmayan polimer ile yüksek mekanik dayanımlı cam elyafının bir araya getirilmesi ile elde edilen üstün nitelikli bir kompozit malzemedir ve yaygın olarak büyük ölçekli paneller için kullanılırlar (Fernandez, 2006). Farklı yöntemlerle üretilen bu elemanlar düz levha şeklinde veya şekilli olabilmekte, yüzeyine, kalıbın özelliklerine bağlı olarak istenen doku verilebilmektedir. Boya ile değişik renklerde yapılan bu ürünlerin, çok tabakalı sandviç cephe panoları üretiminde yapılabilmektedir. (Ersoy, 2001).

Oldukça çeşitleri bulunan polimer malzemelerin dış cephede kaplama olarak kullanılabilirliği kısıtlıdır. Çünkü atmosfer koşullarına dayanıklılık nedeniyle ancak bazı polimer malzeme türleri doğrudan cephe kaplaması olarak kullanılabilir.

Dış kaplamadan beklenen kriterler gözönüne alındığında, polimer malzemeyi doğrudan kullanmak yerine, kompozit malzeme olarak cephe üzerinde uygulamak daha doğrudur. Şekil 3.4'te cephede kaplama olarak kullanılacak polivinilklorür (PVC) levha ve kompozit sandviç paneller, akrilik (Polimetilmetakrilat PMMA) levhalar, mineral ve akrilik esaslı polimer levhalar, polikarbonat (PC) levhalar, cam elyaf takviyeli polyster (CTP) levhalar görülmektedir. Bu malzemelerin biçim ve kontrüksiyon alternatifleri Çizelge 3.3'te sınıflandırılmıştır.

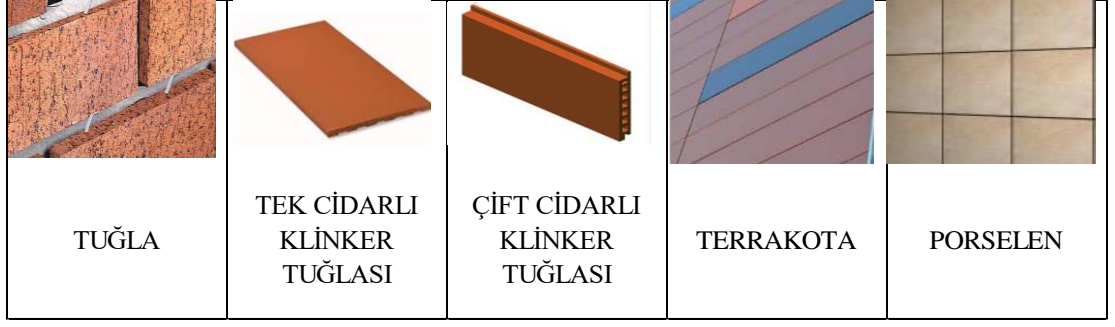


Şekil 3.4: Polimer Esaslı Kaplama Malzemeleri ve Biçimleri.

3.1.3 Pişmiş Kil Esaslı Cephe Kaplama Malzemeleri

Pişmiş killer, yaklaşık yüz bin yıldır kullanılmalarıyla yapı malzemelerinin en eskileri arasındadır. Esas olarak üç çeşit bileşen hemen hemen tüm kil ürünlerinde bulunur; silikat ve alüminyum oksitli hidratlı killer (%30-50), feldspat veya başka bir madde olabilen ergiticiler (%25-55) ve kuvars gibi inert dolgu maddesi (%25-45). Bunların üçü, malzemenin performans özelliklerini ve estetik kalitesini değiştirmek üzere çeşitli oranlarda karıştırılırlar. Kil esaslı yapı malzemeleri yapılarda yüzey malzemesi olarak sıklıkla kullanıldığından, estetik nitelikleri önemli bir özelliğidir (Fernandez, 2006). Kilin su geçirmemesi için mutlaka pişirilmesi gerekir. Kil tanecikleri 800 °C de erir. Ancak kılcallık, kilin sinterleştiği 1200 °C den itibaren alüminyum bileşiklerin erimesi, camsı bir yapı oluşturması ve boşlukların etrafını doldurmasıyla azalır. Böylece, malzemenin dayanımı artar.

Dış kaplamadan beklenen kriterler gözönüne alındığında, cephe kaplama sisteminde kullanılacak kil esaslı malzemeler; tuğla, klinker, terrakota ve porselendir. Bu malzemelerin biçim ve kontrüksiyon alternatifleri Çizelge 3.4'te sınıflandırılmıştır (Şekil 3.5).



Şekil 3.5: Kil Esaslı Kaplama Malzemeleri ve Biçimleri.

3.1.4 Taş Esaslı Cephe Kaplama Malzemeleri

Taş, insanların ihtiyaçlarına göre şekillendirdiği kaya olarak tanımlanır ve ana malzemesi yerkabuğudur. Doğal taşın jeolojik oluşumundan dolayı farklı fiziksel ve performans özellikleri vardır. Taşın yoğunluğu ve özgül ağırlığı, ısı iletkenliği ve ısı depolama kapasitesi yüksektir. Yazları, gün boyunca bünyesinde ısıyı toplar ve geceleri de bu ısıyı yayar. Taşın fiziksel ve kimyasal özellikleri üzerinde, yapısını oluşturan mineraller ve çıkarıldığı kayanın çıkarılma anına kadar geçen süre içerisindeki oluşum süreci etkilidir. Kalsiyum ve silika bütün doğal taşlarda bulunan iki temel mineraldir (Musaağaoğlu, 2005).

Doğal taşlar, oluşumlarına göre üç gruba ayrılmaktadırlar. Bunlar; volkanik, tortul ve başkalaşım kayalarıdır. Volkanik kayalar grubundan cephede kaplama için yaygın olarak kullanılan doğal taşlar granit ve diyabazdır. Başkalaşım grubundan cephede kaplama sistemlerinde kullanılması için en uygun olan doğal taşlar; mermer, serpentin ve kayrak iken, tortul grubundan ise kumtaşı kireç taşı ve traverten olarak sıralayabiliriz. Taşın dikkate alınması gereken genel karakteristikleri, dayanıklılığı, görünümü, mukavemeti ve maliyetidir. Kabaca, püskürük kayalar (granitler, siyenitler ve diyoritler) en sert ve en mukavemetli olanlarken, bunları takiben, başkalaşmış kayalar (mermer, kayağan taş ve kuvarsit) ve tortul kayalar (kumtaşları ve kireçtaşları) gelmektedir. Kireçtaşları genellikle en yumuşakları olup, en az mukavemeti olan ve kullanılmaları esnasında en çok dikkat gerektiren taşlardır. (Rostron, 1964).

Taş kaplamanın performansını etkileyen en önemli etkenlerden birisi de kullanılan taşın cinsidir. Taşların çoğunun yüksek dayanıma sahip olmalarına rağmen, elastiklik modülleri ve çekme dayanımları son derece düşüktür, hatta bazı kireçtaşları 250

psi'den daha düşük çekme dayanımına sahiptirler. Bu durum, taşın kesilme ve gerilme baskıları minimum değerlere inecek şekilde kullanılması gerektiği anlamına gelmektedir. Bu gerilimler, arka kaplamanın veya ikincil çerçevenin veya panelin, yerine oturma veya nem ya da ısıl hareketler nedeniyle ortaya çıkan nispi hareketi nedeniyle oluşmaktadır.

Taş çeşitli uygulamalarda kendisinden daha dirençli olan kompozit elde edilmesi amacıyla farklı alt tabaka malzemelerinden lamine edilmektedir, kendisinden çok daha çeşitli uygulamalarda daha sağlamdır. Cam üzerinde taşın laminasyonu , sert sac polimerler, metal ve çeşitli yonga levha üzerine yapılan laminasyon bazı dış cephe bileşenlerinde yaygın olarak görülmektedir. İnce taş tabakaları dış cephe malzemesi olarak kullanıldığında cam katman tarafından nem ve suyun etkilerinden korunmaktadır (Fernandez, 2006).

Dış cephe kaplamasından beklenen kriterler gözönüne alındığında, cephe kaplama sisteminde yaygın olarak kullanılan taş ve taş esaslı malzemeler; granit, mermer, traverten, kumtaşı, kireç taşı ve kompozit taşlardır (Şekil 4.22). TS 699'da belirtilen deneylerde olumlu sonuç vermiş olan taşlar dış duvar kaplaması olarak kullanılabilir.

Her türlü dış etmene dayanıklı nitelikteki bu taşlar, duvara bakan yüzleri harca iyi yapışması için oldukça pürüzlü, dış yüzeyleri ise cilalanmış olarak 2-5 cm kalınlıkta ve büyüklüğü taşın cinsine bağlı olacak şekilde levhalar halinde üretilmektedirler (Toydemir ve diğ., 2000). Bu malzemelerin biçim ve konstrüksiyon tipleri Çizelge 46'da sınıflandırılmıştır.

Doğal taş iyi bir buhar kesici özelliğine sahiptir, bu nedenle malzemeye nüfuz eden nem buharlaşamaz ve taş panellerin arkasında yoğunlaşır. Aletlerin gelişimi ile taşın, hava şartlarına karşı olan direnç ve su geçirmezlik özellikleri nedeniyle, bir duvar cephesi olarak kullanılacak şekilde ince dilimler halinde doğranması cephede kullanılmasında mümkün hale gelmiştir. Cephede, tuğla üzerine kaplama gelecek şekilde birbirine yapıştırılmıştır. Bir bütün halinde statik gereksinimlerini karşılamaktadır, ancak derz sorunu ortaya çıkmıştır. Cephe detaylandırıldıkça, daha fazla kaynaşma meydana gelmektedir. Isınma yönünden olması gerekenin tersine, buhar geçirmezliği dış kısımda daha iyiyken, ısıl yalıtım iç kısımda dışa oranla daha iyidir. Taş, bu nedenle, klasik zamanlardan günümüze gelen binalarla mimaride iz bırakmıştır, yapı fiziği açısından taşın yetersizlikleriyle ve taş kesme tekniklerinin

teknik gelişimi ile, taş kaplama sistemlerinden taş giydirme cepheye kadar olan taş cephelerin teknik gelişimini bir araya getirmektedir (Musaagaoglu 2005; Schittich 2001). Bazı taş çeşitleri suyu emdikçe şişerler ve farklı hızlarla kurduklarında şekilleri bozulur. Bu da, duvar bağlantı noktalarında büyük gerilmeler oluşturur. Dolayısıyla, buna uygun olarak detaylandırılmalıdır.

Kuvars esaslı kompozit taşlarda, dış cephede duvar tipine göre belirlenecek mekanik tespit yöntemi ile ürünlerin kalınlıkları 2 cm olarak uygulanmalıdır. Kaplamada kullanılacak malzeme boyutlarının seçiminde (en/boy/kalınlık) kat yükseklikleri, açıklıklar ve taşıyıcı elemanların yerleri belirleyicidir. Taşın şekli mümkün olduğunca ½ oranında dikdörtgen ya da kareye yakın olmalıdır. Her türlü dış etmene dayanıklılığı deneylerle test edilmiş doğal taşlardan , duvara bakan yüzeyleri harca iyi yapışması için pürüzlü, dış yüzeyleri cilalanmış olarak, levhalar halinde üretilmektedir. Kuvars doğadaki en sert mineral taşlardandır ve kuvars esaslı kompoze taş levha kaplamalar 1,2 cm kalınlığında 60x60cm, 2cm kalınlığında ise 180x120 ve 305x140 cm boyutlarında üretilmektedirler.



Şekil 3.6: Taş Esaslı Kaplama Malzemeleri ve Biçimleri.

3.1.5 Çimento Esaslı Cephe Kaplama Malzemeleri

Beton; çimento, iri agrega, ince agrega, ve suyun kimyasal ve mineral katkı da kullanılarak karıştırılmasıyla oluşturulan ve çimentonun hidratasyonu ile gerekli özelliklerini kazanan bir yapı malzemesidir (TS EN 206-1). Beton ve çimento esaslı malzemeler kalsiyum silikat ve alüminatlardan oluşur. Beton, seramikler gibi sünek bir malzeme değildir. Üzerine uygulanan çekme ve basınç kuvvetleri altında çökmektedirler (Fernandez, 2006). Beton ve çimento esaslı malzemeler kalsiyum, silikat ve alüminatlardan oluşur. Günümüzde, polimer bağlayıcılarla taneli kompozit malzeme olarak beton üretilmektedir. Beton ve harçların kaplama malzemeleri ve tespitlerinde kullanımının yanı sıra bunlarla yapılan kaplama malzemeleri parçalı

kaplama malzemeleri veya dökme kaplama malzemeleridir. Günümüzde polimer bağlayıcılarla da taneli kompozit malzeme, beton üretilmektedir. Bu şekilde oldukça ince kesitli kaplama malzemesi yapılarda genellikle doğal taş görünümlü yapay cephe kaplama malzemesi olarak yer almaktadır (Ersoy, 2001).

Cephede kullanılabilir, liflerle donatılı kompozit kaplama malzemesi olarak en yaygın kullanılan cam lifi takviyeli betondur (CTB). ve ince agrega, su, kimyasal karışımlar ve cam elyaftan oluşan bir karışımdır. Lif malzemeye bükülme, gerilme ve darbe mukavemeti katmaktadır (Ersoy, 2001).

3.1.6 Cam Cephe Kaplama Malzemeleri

Camın ana maddeleri kuvars kumu, kireç soda ile metal oksitlerdir. Cam diğer tüm seramikler arasındaki en önemli farkı, kristalli bir yapıya sahip değildir.. Kristalleşme olmaksızın soğuması ona, saydamlık sağlamaktadır. Polikarbonat gibi bazı polimerlerden dışında hiçbir malzeme, cam kadar saydam olup ışığı geçiremez (Fernandez, 2006). Cam, camlaşmış silikattır. Cam, sıvılar gibi amorf bir maddedir. Üç boyutlu bir kafes yapısı vardır ve valans bağlıdır (Vlack, 1972). Sıvılardan çok daha rijittir ve viskozitesi yüksektir. Cam liflerinin çekme kuvveti $70,000 \text{ kg/cm}^3$ ye yaklaşabilir. Kuvvet yönünden metallere olan yüksekliğine bir sebep cam lifinde kayma olmayışıdır (Vlack, 1972). Yapı malzemecileri, cam liflerini polimer esaslı malzemelerin ve yapay taşların içinde belirli bir oranda kullanılarak kompozit malzeme oluştururlar.

Cam tabakalı kompozit malzeme en basit biçimiyle iki cam tabakası arasına 1 PVB (Polvinilbütural) tabaka konularak tabakaların belirli sıcaklıkta ve basınç altında yapıştırılmalarıyla elde edilmektedir. PVB kırılmaksızın çok yüksek oranda şekil değişikliği gösterebilen esnek bir malzemedir. Üretimi öncesinde yarı saydam plastik bir film halinde olan PVB tabakası uygulama sırasında sıcaklığın etkisiyle saydamlaşmakta ve her iki yanındaki cam tabakalarının yüzeylerine yapışmaktadır. Böylelikle ortada PVB katmanı olan ve bu katmanla birbirine yapışmış her iki yüzeyi cam olan lamine cam malzeme elde edilmektedir. Yüzeyleri oluşturan cam tabakaların dış atmosfer koşullarına dayanımını ve saydamlık özelliğini koruyan bu kompozit malzemenin darbe etkisiyle kırılması halindedey parçaları dağılmamakta ve dolayısıyla çevresi için hayatı bir tehlike oluşturmamaktadır. Güvenlik camları diye adlandırılan kırılması halinde kullanıcı açısından veya tehlike oluşturmamayan camlar

grubuna giren bu malzemenin üretiminde cam ve PVB tabakalarının sayıları çoğaltılarak kompozitin dayanımında arttırılabilmektedir (Ersoy, 2001). Kullanılan tabakaların sayısı ve kalınlığına bağlı olarak bu camlar performansını etkilemektedir.

3.1.7 Ahşap Cephe Kaplama Malzemeleri

Canlı bir organizma olan ağacın getirdiği, lifli homojen ve anizotrop bir dokuya sahip organik esaslı malzemedir (Eriç, 2010). Ahşap, iki ana sınıftaki ağaçlardan elde edilir: kozalaklı ağaçlar ve geniş yapraklı olup yapraklarını döken ağaçlar. Bu iki çeşit ahşap, sırasıyla 'yumuşak kereste' ve 'sert kereste' olarak adlandırılır, ancak tüm kozalaklı ağaçların kerestesi gerçekte sert kereste çeşitlerinden daha yumuşak değildir ve bazı sert keresteler de bunlardan çok daha yumuşaktır. Bu iki ana grup pek çok farklı tür ağacı, bu nedenle de pek çok farklı türdeki keresteyi içerir. Buna ilaveten, büyüdüğü yere ve koşullara bağlı olarak, her bir ağaç da diğerinden farklıdır. Gruplar, türler ve her özgün ağaçlar arasındaki farklılıklar, elde edilen kerestenin fiziksel özelliklerinde farklılıklara neden olur. Yapıda ahşabın kullanıldığı yerlerde, bir dizi özellik önem arz etmektedir. Bunlar, ahşabın doğal 'anizotropi'si, değişken nemin etkileri, fauna, mantarlar ve bakterilerin neden olduğu biyolojik hasara karşı hassasiyeti, mukavemeti ile ilgili olarak tutuşabilirliği ve ısı yalıtım özelliklerini kapsamaktadır. Ahşap 'anizotropik'tir, yani özellikleri yöne bağlıdır ve damarlarına göre ve damarları boyunca, uzunlamasına, radyal ve teğetsel olarak değişiklikler gösterir. (Brookes, 2008). Ahşap, karbon, hidrojen ve oksijenden oluşan selüloz ve ligninin meydana getirdiği hücreli yapısı nedeniyle moleküllü heterojen ve anizotrop, boşluklu, özgül ağırlıkları düşük, ısı, elektrik ve sesi iyi iletmeyen malzemelerdir (Eriç, 1982). Ahşabın sertliğine ve reçineli oluşuna göre sert ağaçlar; meşe, dişbudak, kayın, gürgen, kestane, ceviz, yumuşak ağaçlar; kavak, kızılğaç, ıhlamur ve çırallı ağaçlar; çam ve ladindir. (Eriç, 2010). Ahşap organik bir malzeme olarak lifli yapısıyla çeşitli yönlerden gelen mekanik etkilere değişik seviyede direnç göstermekte, genelde su ve nemden aşırı ölçüde etkilenmektedir. Ayrıca, türüne göre masif ahşap malzeme ancak belirli boyutlarda kullanılabilir. Doğal ahşaptan büyük boyutlu levhalar, panolar üretilmemektedir (Ersoy, 2001).

Ahşap malzeme, damara veya life paralel olan çekme mukavemeti, ahşabın türüne bağlı olarak, 30 ile 140 N/mm² arasında değişiklik gösterir. Basınç dayanımı ise 20 ile 75 N/m² arasındadır. Bu değerler ahşabın türüne, her bir ağacın damar dokusuna,

'budak' adedine ve nem içeriğine bağlıdır. Ayrıca liflere paralel yöndeki basınç ve çekme gerilmeleri, liflere dik yöndeki basınç ve çekme gerilmelerinden büyüktür (Watts, 2013).

Ahşabın kısıtlı kullanımı ve ekonomik olmaması yönünden, artık diğer alanlarda alternatif malzemeler ve yapay ahşap her geçen gün daha fazla oranda kullanılmaktadır. Yapay ahşap malzemenin önemli bir grubunu (prese aglomere) adı verilen malzeme oluşturmaktadır. Talaş levha, lif levha, yonga levha gibi, üretildikleri ahşap parçaların özelliklerine göre adlandırılan ve farklı yapıda kompozitlerden olan bu malzemeler kompozit malzeme grubunun dışında kalmaktadır (Ersoy, 2001). Kaplama levhaları ve kontraplaklar olarak iki sınıfa ayrılabilir. Kaplamalar genellikle renk ve doku açısından özellik taşıyan ağaçların görsel etkisini yapay ahşap malzemeye kazandırılması amacıyla yapılan bir uygulamadır. Dış cephe kaplama levhaları içinde yangın yalıtımı olup olmamasına göre 3 ile 22 mm arasında değişen kalınlılarda 2440 x 1220 mm ebatlarında üretilebilmektedirler.

Doğal ahşap veya laminat paneller ile kompoze edilmiş kompakt cephe panelleri, fenol esaslı reçine emdirilmiş kraft kağıtlarının en dışında melanin esaslı reçine emdirilmiş dekor kağıdının yüksek basınç ve yüksek ısı altında preslenmesiyle oluşan panellerdir.

Tüm iklim bölgelerinde, kaplama malzemesi olarak ahşap ve ahşaptan üretilen ürünler değişik biçimlerde kullanılabilir. Kullanılacak olan ahşabın türü ve tespit yönteminin detaylandırılması, büyük oranda o bölgedeki iklime bağlı olmaktadır. Uzun ve kurak kışları (sıcaklıkları donma noktasının altında) ve kurak yazları olan ülkelerde, yapının içindeki nem, deniz iklimine sahip olan bir ülkedekine göre buharlaşmak için daha uzun süreye gerek duymaktadır.

Kaplama, yatay veya dikey tatbik edilen panolardan yada panellerden veya shingle'lardan oluşabilmektedir. Bağlantı metodu, ahşabın ebatlarına ve hava durumu nedeniyle bu malzemenin gösterdiği değişikliklere bağlı olmaktadır: Isıl modifikasyona tabi tutulan paneller, bu açıdan daha az sorun çıkarmaktadır. Bir hava tabakası olmaksızın kullanıldıklarında, iç kaplama su geçirmez değilse, kaplamanın arkasına bir havalandırma membranı kullanılmalıdır, zira dış ahşap kaplama sadece bir hava tabakalı kaplama olarak işlev görebilecektir. Kaplamanın tepit edildiği

yapının dış yüzeyi su geçirmez, buna karşılık iç kısmı ise buhar geçirmez olmalıdır. Kaplama yapısının arkasında nem birikmemelidir. Her durumda (20-40 mm'lik) hava tabakası kullanımı önerilmektedir ve esasen çoğunda da gereklidir. Bu boşluk dikey havalandırmaya engel olmamalıdır. Yatay olarak döşenen kaplama panolarının bir avantajı, havalandırmanın daha kolay hale gelmesidir. Panolar yatayken, destek çıtaları, kesintisiz dikey bir hava akımına olanak sağlayacak şekilde diktir. Panoların kendileri dikey konumda ise, arkadaki çıtaların, dikey hava akışına engel olacak şekilde yatay olarak döşenmesi gerekir. Hava tabakası içerisinden yukarıya doğru havalandırmayı sağlamak üzere dikey zıt çıtalarla donatmak gerekir. Diğer bir yandan, yatay panolar suyun nüfuz etmesi riskini azaltacaktır. Düşey panoların bir avantajı da, cilalanmamış haldeyken kullanıldıklarında daha dengeli bir hızla renklerinin açılması olacaktır. Ayrıca, eğer kaplama panolarının uzunluğu bina katının yüksekliğini aşmazsa ve yatay bir derz zemin hizasında yapılırsa, derzlerden başkaca bir şey eklemek gerekmeyecektir (Brookes ve diğ.,2008).

Tuğla ve beton duvarlara yatay ve düşey olarak uygulanabilen bu tür tahtaların duvara kaplanabilmesi için öncelikle bunları taşıyacak bir ahşap ızgaranın duvara tespit edilmesi gerekir. Kaplamanın yatay olması isteniyorsa ızgaranın düşey olarak 50-60 cm aralıkta, kaplamanın düşey olması isteniyorsa ızgara bu kez yatay olarak yine aynı aralıkta; duvara dübel, beton çivisi ya da ankraj laması gibi tespit malzemeleriyle tespit edilir. Yatay kaplama yapılması halinde kaplama tahtaları, yalıtım baskısı, yarım geçme ve lamba-zıvana geçme şekillerinde içeriye su geçmeyecek biçimde profillendirilerek biçilir ve galvanize çivilerle alttaki ızgaraya çakılır. Düşey kaplama yapılması halinde ise kaplama tahtalarının ek yerleri lama-zıvana geçmeyle yapılmalıdır. Tespit işlemi yine galvanize çivilerle ve kaplama tahtasının bir tarafından ahşabın çalışmasına olanak verecek şekilde yapılmalıdır. Bu tür kaplama yapılan duvarlarda özel bir ısı önlem alınmadığı takdirde duvarla ahşap kaplama arasına ısı tutucu levha ya da şilte yerleştirilmesi olanağı vardır. Ayrıca, kaplamanın hemen arkasına su ve rüzgar girişine engel olmak amacıyla bitümlü pestil, PE folyo vb. yalıtım malzemesinin yerleştirilmesi gerekir (Toydemir ve diğ., 2000).

Ahşap dış cephe kaplamalarının pano olarak yapılması istendiğinde, sudan etkilenmeyen özel reçinelerle (UF) yapıştırılmış ve yüzleri fenol ya da melamin tabaka kaplı kontrplak MDF ya da marangoz levhaları kullanılabilir. Bu panolar diğer ahşap kaplamalara nazaran büyük boyutludur. Bu nedenle, sorun olabilecek

derz sayısı bunlarda daha azdır. Panolar arasındaki düşey derzler V şeklinde, yarım geçme ya da baskı binisiyle oluşturulabilir. Kaplama panolarının kalınlığına bağı olarak arkadaki ızgaranın aralıkları 600 ile 800 mm arasında değışmektedir. Panoların ek yerleri bu ızgara üzerinde yapılmalıdır. Panoların yatay derzlerinin arkasında da ahşap ızgara yatay olarak devam etmelidir. Yatay derzler suyun geçemeyeceğı şekilde kaplamanın arkasına dönen çinko bir damlalık ve mastik yardımıyla oluşturulmalı, levhaların alt birim hizalarında ise yine benzer detay uygulanmalıdır (Toydemir ve diğ, 2000).

3.2 Cephe Kaplama Malzemelerinin Biçiminin Sınıflandırılması

Bir malzemenin biçimi, kaplama malzemesinin performansını önemli derecede etkilemektedir. Yapılan literatür araştırmasına göre üç tip cephe kaplama malzemesi biçimi bulunmaktadır. Bunlar; karo ve plak, levha ve paneldir.

3.2.1 Karo ve Plak

Karo ya da plak, dört köşe kaplama gereçidir. Karolar çokluk pişmiş toprak, beton, taş, plastik gibi gereçlerle yapılır (Hasol, 2008). Bu çalışmada karo veya plak biçimindeki malzemeler 'a' olarak kodlanmaktadır. Malzeme 'm' ise 'm^a' ifadesi o malzemenin karo veya plak biçiminde olduğunu belirtmektedir.

3.2.2 Levha

Levha, enine ve boyuna göre kalınlığı çok az olan, varaktan daha etli, genellikle 10 mm'den ince olan gereçtir (Hasol, 2008). Bu çalışmada levha biçimindeki malzemeler 'b' olarak kodlanmaktadır. Malzeme 'm' ise 'm^b' ifadesi o malzemenin levha biçimindeki olduğunu belirtmektedir.

3.2.3 Panel

Panel, endüstrileşmiş hazır bölme elemanıdır. Bu tezde tabakalı kompozit yapıdaki cephe malzemeleri panel olarak adlandırılmıştır (Örn. alüminyum kompozit panel). ve panel biçimindeki malzemeler 'c' olarak kodlanmaktadır. Malzeme 'm' ise 'm^c' ifadesi o malzemenin panel biçiminde olduğunu belirtmektedir.

3.3 Cephe Kaplama Ürünlerinin Tespit Yöntemlerinin Sınıflandırılması

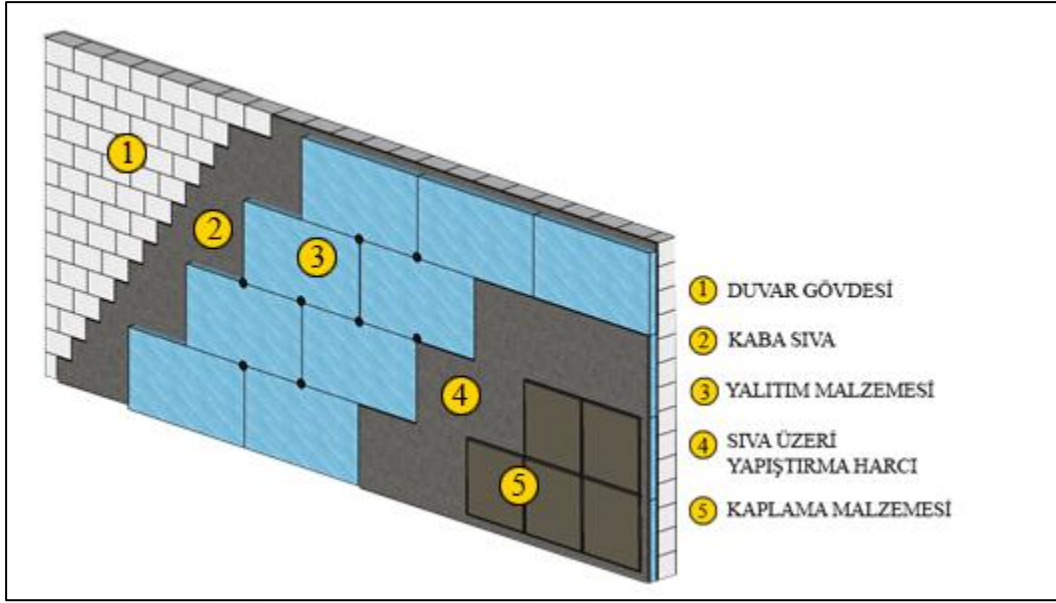
Malzemenin ağırlığı, boyutları, yüzey yapısı gibi faktörler malzemenin cephe üzerindeki tespit yöntemini belirlemektedir. Her malzemenin farklı tespit seçenekleri bulunmaktadır. Bu bölümde piyasadaki mevcut katalog ve literatür araştırmalarından cephe kaplama malzemelerinin tespit yöntemi seçenekleri araştırılmıştır.

Cephe kaplama sistemleri tespit edildiği yüzeylere göre ikiye ayrılmaktadırlar. Bunlar dış duvar gövdesi üzerine tespit veya duvar gövdesi üzerine tespit edilmiş metal alt konstrüksiyon sistemi üzerine tespittir. Çizelge 3.1’de çağdaş cephe kaplama sistemlerinde kullanılan mevcut tespit yöntemleri sınıflandırılmıştır.

Çizelge 3.1 : Cephe Kaplama Sistemlerinde Kullanılan Tespit Yöntemleri Sınıflandırılması (Metin, 2010).

TESPİT YERİ	DIŞ DUVAR GÖVDESİ ÜZERİNE TESBİT		DIŞ DUVAR GÖVDESİ ÜZERİNE TESPİT EDİLMİŞ ALT KONSTRÜKSİYON SİSTEMİ ÜZERİNE TESPİT				
	KOD	1	2	3	4	5	6
TESPİT YÖNTEMİ	HARÇ İLE YAPIŞTIRMA	ANKRAJ ELEMANLARIYLA T. (PİMLİ KENET ve LAMA)	ÖZEL YAPIŞTIRICILARLA YAPIŞTIRMA	VIDALAMA	KLİPS	BAĞLANTI ELEMANLARI İLE ASMA	BAĞLANTI ELEMANLARI İLE ASMA
m: malzeme	m ¹	m ²	m ³	m ⁴	m ⁵	m ⁶	m ⁷

İlk olarak kaplama malzemelerinin dış duvar gövdesi üzerine uygulanmasıdır. Cephe kaplama malzemesi doğrudan dış duvar gövdesi üzerine veya bu duvar gövdesine dübellerle tesbit edilmiş yalıtım malzemesinin yüzeyine harç ile yapıştırılabilmektedir (m¹). Doğrudan dış duvar gövdesi üzerine yapılan ikinci tespit yöntemi ise kaplamanın ankraj elemanlarıyla bu yüzeye uygulanmasıdır (m²) (Şekil 3.7).

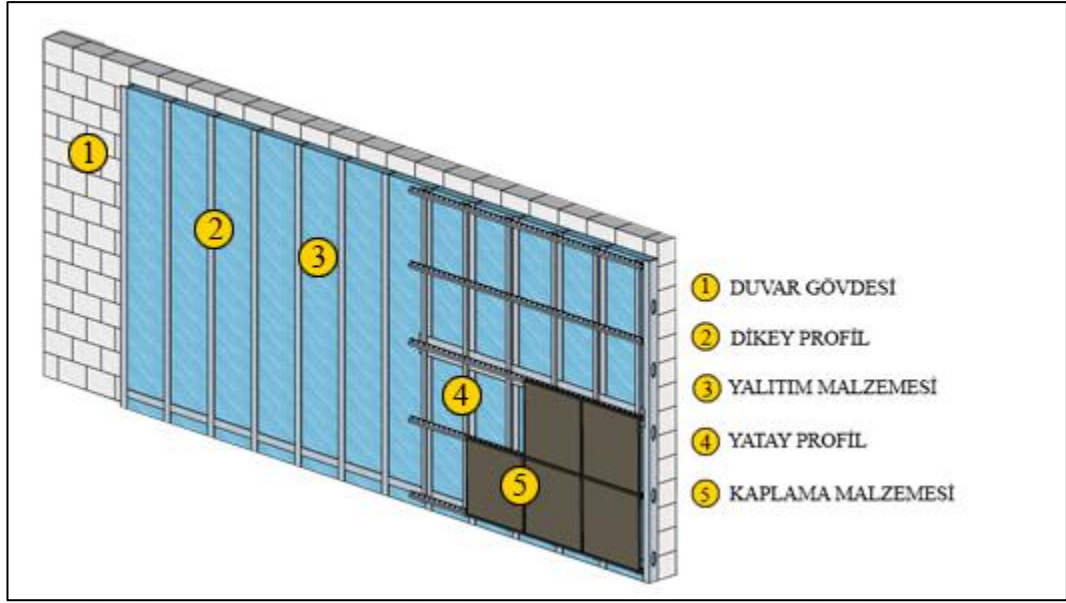


Şekil 3.7: Duvar Gövdesi veya Yalıtım Malzemesi Üzerine Tespit Yöntemleri.

Cephe kaplama sistemlerindeki ikinci tespit yeri ise, kaplama malzemesinin dış duvar gövdesi üzerine bağlantı elemanlarıyla tespit edilen dikey/yatay taşıyıcı metal alt konstrüksiyon sistemi üzerine uygulanmasıdır. Bu metal çerçeve alt sistem genellikle çeliktir. Kaplama malzemesi dikey profillere ya da bu dikey profillere vidalanan yatay askı profillerine özel yapıştırıcılarla yapıştırılabilmektedir (m^3) ya da bu profiller üzerine vida (m^4), klips (m^5), özel bağlantı elemanları (m^6) ile tespit edilebilmektedir.

Yüksek yapıların cephe kaplama sistemlerinde veya belirli bir ağırlığın üzerindeki kaplama malzemelerinin uygulamalarında, dikey profillerden oluşan alt konstrüksiyon sistemi 'L' tipi metal ankraj elemanlarıyla arka duvar gövdesine tespit edilerek duvar gövdesiyle bağlantısı sağlamaktadır. Yalıtım malzemeleri dikey profillerin arasına yerleştirilmektedir. Kaplama malzemesi dikey profillerin üzerine tespit edilen yatay metal 'T', 'L' ya da 'C' profillerin üzerine tespit edilmektedir. Bu sisteme hava tabakalı duvar denilmektedir. Çünkü alt konstrüksiyon ile arka duvar gövdesi arasında boşluk sağlamaktadır (Şekil 3.8).

Bir malzeme, cephe üzerinde konstrüksiyon sistemi ile bir araya geldiği durumda yeterli mekanik dayanımı sağlamalıdır. Malzemenin tercih edilen tesbit tekniğiyle uyumlu çalışması beklenmektedir. Her malzemenin ağırlığına ve yüzey yapısına göre cephe üzerinde çeşitli şekilde biraraya gelme biçimi vardır ve farklı uygulama teknikleriyle kaplanmaktadır.



Şekil 3.8: Taşıyıcı Alt Konstrüksiyon Sistem, Üzerine Tespit Yöntemi.

Cephede kaplama olarak kullanılacak malzemenin tespit yöntemini, dış duvar yalıtımı üzerine yapıştırma tekniğiyle mi yoksa metal alt konstrüksiyon sistemi üzerine hava tabakalı duvar oluşumu tekniğiyle mi uygulanması gerektiğini belirleyen unsurlar malzemenin yüzey yapısı ağırlığı uygulanacağı yapının yüksekliği mekanik kuvvetleri belirleyen atmosfer koşulları olarak sıralanabilir (Hugues ve diğ, 2005).

Yapıştırma tekniği, duvar gövdesi üzerine yapıştırılabilir (m^1) ya da özel yapıştırıcılar ile metal alt konstrüksiyon üzerine uygulanabilmektedir (m^3). Kaplama malzemesinin çimento bazlı malzeme ile yapıştırılması genellikle iki şekilde olabilmektedir. Bunlardan birincisi, geleneksel harçla yapılan uygulamadır (Ersoy, 2001). Seramik malzemeler, doğal veya yapay taş kaplama malzemeleri, plaka kaplama tuğlaları gibi duvar yüzeyine tespit harcıyla uygulanma yapılabilmektedir.

Yapılarda dış cephe kaplaması olarak büyük boyutlu beton plakalar, yıkanmış beton (washbeton), yapay ve doğal taşlar, seramik gibi kaplamaların uygulanmasında, bu malzemelerin ağırlığı nedeniyle genellikle metal tespit elemanlarından yararlanılmaktadır. (Ersoy, 2001).

Duvar gövdesi ya da duvar gövdesine sabitlenmiş alt konstrüksiyon sistemi üzerine uygulanan mekanik tespitlerde cıvata tipini ve boyutunu kaplama panelinin ağırlığı ve taşıyıcı duvar ile uygulanacak duvar yüzeyi arasındaki mesafe belirlemektedir (Hugues ve diğ, 2005). Rüzgar ve türbülans etkilerini önlemek için mekanik tespit

elemanı olarak dübel kullanılmaktadır. Kullanılacak dübel sayısı levha tipine, hava şartlarına ve bina özelliklerine göre belirlenir ve uygulanır. Dübeller dış cephe kaplama levhalarının ortasına ve diğer levhalar ile birleştiği ek yerlerine denk gelecek şekilde uygulanmaktadır. Yalıtımın taşıyıcı cephe dışında kullanılmasıyla soğuk hava köprüleri yok edilmektedir ve cephe binanın enerji tüketimini azaltarak ve pasif tasarım ilkelerine uyacak şekilde bir 'ısı çark' olarak kullanılmaktadır (Weston, 2015).

Mekanik tespit elemanları için önceden yerçekimi, rüzgar ve sismik yüklere dayanma hesapları yapılmalıdır. Cephe yüksekliği, atmosfer koşullarının şiddeti, hazır bağlantı elemanının yük taşıma kapasitesi tespit yöntemini ve kullanılacak elemanların kesit kalınlığını belirleyici faktörlerdendir. Boyutları 30x50 cm'yi geçmeyen 'plaka' ya da 'karo' halindeki rijit duvar kaplamaları bir yapıştırıcı harç tabakasıyla çekirdek üzerine doğrudan tesbit edilebileceği gibi, çekirdek üzerine yapılmış bir sıvanın üzerine yapıştırılabilir. Duvar kaplamaları mekanik aşınma ve darbeye maruz kalmadıkları için döşeme kaplamalarına nazaran daha ince yapılabilir, mekanik aşınmaya maruz kalmayacağı için sırlı malzemeler kullanılabilir. Duvar kaplamalarının yerinden ayrılması, diğer bir deyişle düşme riski olduğu için arka yüzeylerinin harçla aderans artırıcı şekilde yivli ya da dişli olarak üretilmiş olması gerekir. Plaka halindeki duvar kaplamaları döşeme kaplamaları gibi doğrudan suya maruz kalmadığı için bu kaplamaların arkasında su yalıtım katmanına gerek kalmamaktadır. Düşey plaka kaplamaların derzleri plakaların genişlemesine olanak verecek rijitlikte bir derz dolgu malzemesiyle doldurulmalıdır. (Toydemir ve diğ, 2000). Genleşmeye imkan verecek olan derzlerin harçla sıkıca doldurulması bu hareket imkanını büyük ölçüde kısıtlamaktadır. Yapıdaki harç uygulamalarında, kireç esaslı harçlar yumuşak olduklarından, çimento esaslı harçlara kıyasla daha çok hareket olanağı verirler (Hugues ve diğ, 2005).

Hava tabakalı 'yağış perdesi' (rainscreen) olarak anılan kaplama sistemleri pratik ve estetik gereksinimleri karşılayan son dönemlere ait teknik bir yeniliktir. Duvar gövdesi yüzeyiyle kaplama arasında 25-30 mm mesafe hava dolaşımına izin verecek şekilde metal raylar veya klipsler yoluyla cepheye asılan ince bir malzeme panelinden oluşan bir sistemdir. Paneller arasındaki birleşim noktaları açık bırakılarak boşluğa sızabilecek suyun buharlaşarak ya da akararak cephe sistemi içerisinden tahliye edilmesi sağlanmaktadır. Cephe kaplama sistemlerine bir çözüm

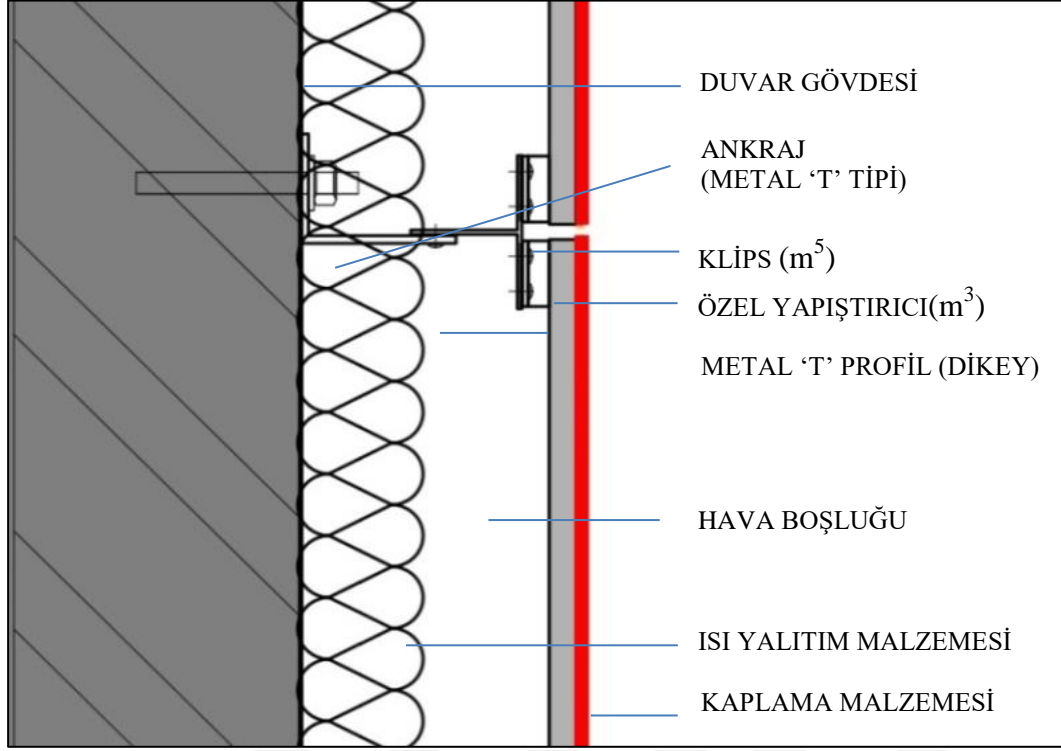
olarak geliştirilen havatabakalı kaplama sisteminin birçok avantajı vardır. Bu sistem daha ince ve uzun panellerin kullanılmasına izin vermektedir; her bir panelin strüktüre tekil olarak bağlanmasıyla geleneksel yapıştırma yöntemiyle gerçekleştirilen kaplama sisteminin getirdiği yükler azaltılmış olmaktadır. Duvar gövdesine yapıştırma yönteminde her ne kadar derz uygulansa da, her malzeme kendi ağırlığını bir altındaki kaplama malzemesine iletmektedir. Hava tabakalı sistemlerde duvar gövdesine tesbit edilen taşıyıcı alt konstrüksiyon sistemi malzeme yükünü yapı iskeletine aktarmaktadır. Birleşim detaylarının açık bırakılmasıyla eskiden kullanılan dolgu/derz malzemelerinin yarattığı sorunlar ortadan kalkmıştır. Taşıyıcı metal alt konstrüksiyon sistemini oluşturan elemanlar fabrikalarda belirli standartlarda üretilmiş olduğundan uygulama sırasında derz konusu duvar gövdesi yüzeyine yapıştırma yöntemine göre daha pratiktir.

Modern bir yapı kabuğunun tasarımında cephe ve derzlerinin hava geçirmezliği önemli bir faktördür. Bir malzemenin veya bir parçanın hava geçirgenliği, basınç farkı ile birlikte olması durumunda, yapının içerisine doğru ve içinden geçecek şekilde bir hava hareketine neden olur ve sonuçta yapının ısı performansını etkilemektedir.

Çizelge 3.11’de sınıflandırılan tespit yöntemleri bazı durumlarda birlikte kullanılabilir. Burada bahsedilen tesbit ve birleştirme hususları, yapısal veya konstrüksiyonla ilgili stabiliteyi sağlayabilmek amacıyla, iki veya daha fazla sayıda şekillendirilmiş elemanın bir ara malzeme veya bileşen yardımıyla bir araya getirilmesidir (Musaagaoğlu, 2005). Özellikle yüksek yapılarda bu tip karmaşık ve birden fazla çeşitte tespit yöntemleri tercih edilmektedir. Şekil 3.9, Şekil 3.10 ve Şekil 3.11’de aynı cinsteki seramik plakaların üç ayrı tespit tekniği birden fazla çeşitte tesbit tekniği gösterilmektedir. Mühendisler tarafından yapılan cepheye dair statik yük hesaplamaları sonucu; mekanik tespit elemanlarının boyutu, adeti ve biçimi belirlenmektedirler. Bu hesaplamaları etkileyen unsurlar; kaplama malzemesinin ebatları, yapı üzerine hakim olan rüzgar yükleri, sismik yükler ve ölü yükler, duvar gövdesi ile cephe kaplama malzemesi arasındaki mesafe, uygulanacak yapının yüksekliği, projenin tasarım kriterleri ve statik hesaplamalardaki güvenlik faktörüdür.

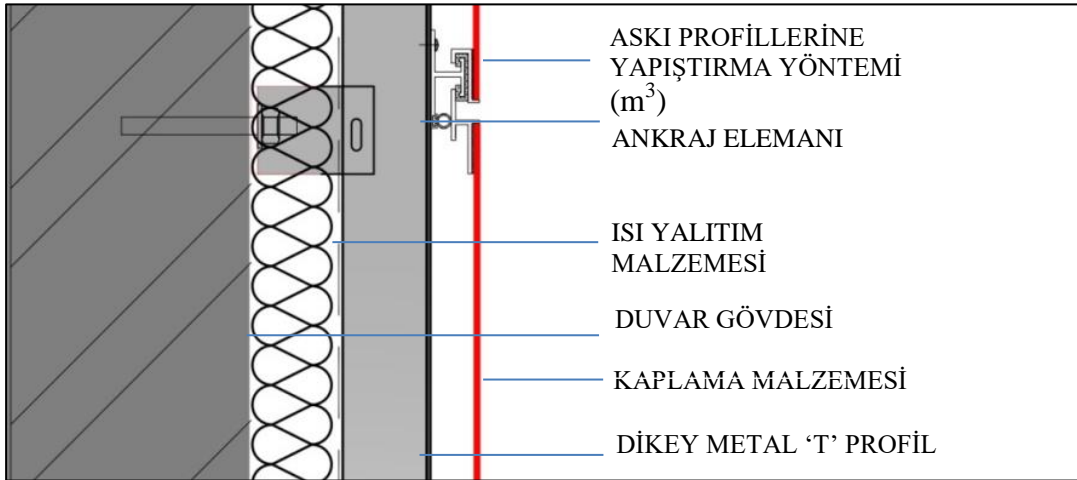
Şekil 3.9’da duvar gövdesi üzerine ankraj yöntemi ile tesbit edilen metal T profil, metal T profile klips yöntemi ile bağlanan alüminyum profil, alüminyum profilin

üzerine özel yapıştırıcıyla yapıştırılan plaka biçimindeki bir malzemenin cephe kaplama sistemindeki tespit yöntemi detayı teknikleri yer almaktadır.



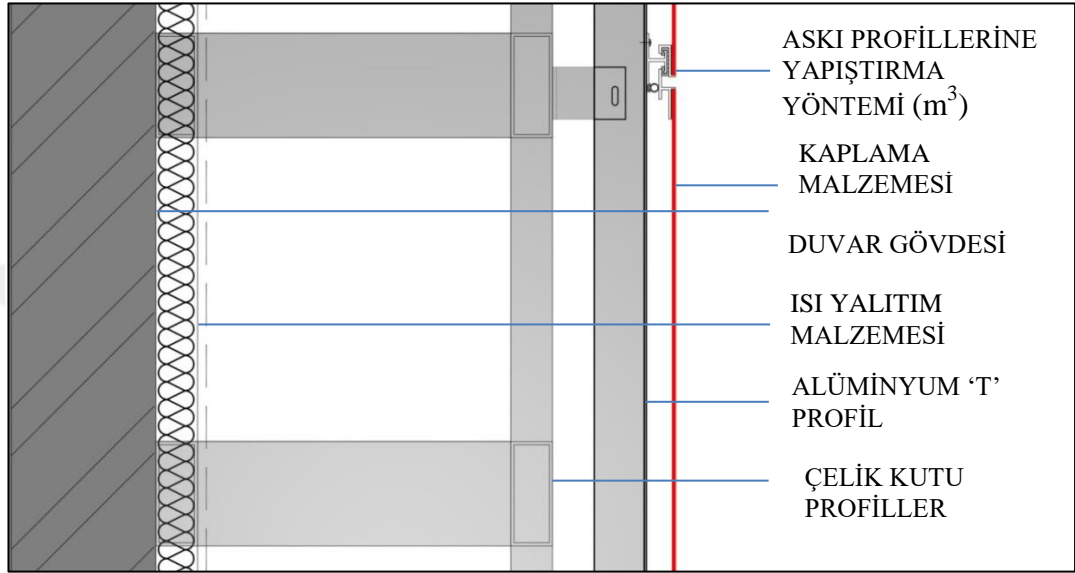
Şekil 3.9: Duvar Gövdesi Üzerine Klipsle Tespit Yöntemi (neolith).

Şekil 3.10 duvar gövdesi üzerine tespit edilen taşıyıcı ankraj, taşıyıcı ankraja vidalanan metal T profil, metal T profile tespit edilen askı profilleri ve askı profillerine yapıştırılan malzemenin cephe kaplama sistemindeki tespit yöntemi detayı tekniklerini göstermektedir.



Şekil 3.10: Taşıyıcı Metal Alt Konstrüksiyon Sistemi Üzerindeki Askı Profillerine Asma Yöntemi (neolith).

Şekil 3.11 duvar gövdesi üzerine tesbit edilen çelik kutu profiller, çelik kutu profillere takılan taşıyıcı ankraj elemanları, cıvata ile alüminyum T profillerle duvar gövdesini birbirine bağlayan taşıyıcı ankraj elemanlarına ve alüminyum T profillere takılan askı profilleri ve askı profillerine yapıştırılan levha biçimindeki bir malzemenin cephe kaplama sistemindeki tespit yöntemindeki detayları göstermektedir.



Şekil 3.11: Farklı Mekanik Tespit Yöntemlerinin Birarada Uygulanması (neolith).

3.3.1 Metal Esaslı Cephe Kaplama Sistemlerinde Tespit Yöntemleri

Metal ve metal esaslı cephe kaplama sistemleri Çizelge 3.2’de biçimlerine ve tespit yöntemlerine göre sınıflandırılmıştır (Çizelge 3.2).

Profillendirilmiş metal levhalar ise paslanmaz çelik, alüminyum alaşımları, ya da bakır olabilmektedirler. Düz sacın 0.5-1.5 mm kalınlığında şekillendirilmesiyle hem düzlemsel parçalardan çeşitli trapezoidal, oluklu ve yivli profilli levhalar hem de metal kompozit paneller oluşmaktadır (Herzog, 2008). Bunlar, birbirlerine kenet şeklinde bağlanmaktadır ve böylece su geçirmezliğini sağlamaktadır. Profillendirilmiş bu metal malzeme özel şekilli kalıplara takılarak ya da duvara yatay ya da düşey olarak tespit edilmiş metal taşıyıcı alt konstrüksiyon sistemi üzerine vidalanarak tespit edilmektedirler (Toydemir ve diğ, 2000). Trapezoidal sac levhalar için önerilen maksimum genişlik 900 ile 990 mm arasındadır.

Çizelge 3.2 : Metal Esaslı Malzeme Ürün Tipleri (Herzog ve diğ, 2008; Toydemir ve diğ,2000; Brookes ve diğ, 2008).

ÜRÜN KODU	MALZEME	KONSTRÜKSİYON						BİÇİM		
		DUVAR GÖVDESİ ÜZERİNE T.		DUVAR GÖVDESİ ÜZERİNE TESPİT EDİLMİŞ METAL ALT KONSTRÜKSİYON SİSTEMİ ÜZERİNE TESPİT				A. PLAKA/KARO	B. LEVHA	C. PANEL
		1. HARÇ	2. ANKRAJ ELEMANLARI	3. YAPIŞTIRMA	4. VIDALAMA	5. KLİPS	6. ASMA			
ST ^{4B}	PASLANMAZ ÇELİK							X		
STK ^{4B}	PASLANMAZ ÇELİK KOMPOZİT							X		
KOR ^{6B}	KORTEN ÇELİK							X		
AL ^{4B}	ALÜMİNYUM							X		
ALK ^{6C}	AL.KOMPOZİT								X	
ALK ^{4C}	AL.KOMPOZİT								X	
ALS ^{4C}	AL. SANDVIÇ								X	
TI ^{6B}	TİTANYUM							X		
TI ^{4B}	TİTANYUM							X		
TIK ^{4B}	TİTANYUM KOMPOZİT								X	
TiZn ^{6B}	TİTANYUM ÇİNKO							X		
TiZn ^{4B}	TİTANYUM ÇİNKO							X		
ZN ^{6B}	ÇİNKO							X		
ZN ^{4B}	ÇİNKO							X		
ZNK ^{4B}	ÇİNKO KOMPOZİT								X	
CU ^{6B}	BAKIR							X		
CU ^{4B}	BAKIR							X		

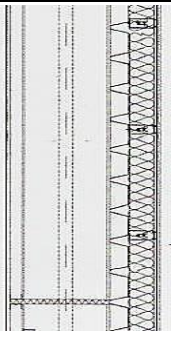

Oluklu sac levhalar için önerilen maksimum genişlik ise 900 ile 1050 mm arasındır (İzocam Tekiz.). Levha metal dış duvar kaplamalarının yapılmasında duvarların düşey olması nedeniyle, tespit detaylarında kaplama ağırlığının dikkate alınması ve daha kuvvetli bir bağlantı yapılması uygundur. Bu kaplama malzemelerinin tuğla, taş ve beton gibi kagir duvar çekirdeği üzerine uygulanması, malzemenin kalınlık ve boyutuna göre, farklı şekillerde yapılmaktadır (Toydemir ve diğ, 2000).

CEPHE KAPLAMA SİSTEM KESİTİ		GÖRSEL
	<p>Korten çelik kaplama (9 mm), L çerçeve profiller (65x65 mm) ve çelik bağlantı elemanları ile duvar gövdesi üzerine tespit (sağdan sola doğru)</p>	
Shimane Museum of Ancient Izumo, Fumiko Maki & Associates		

Şekil 3.12: KOR^{GB} Cephe Kaplama Sistemi Detayı (The Plan, Sayı 27).

Metal kompozit paneller metal bileşenin, metalik olan veya olmayan diğer bir malzemeyle fiziksel olarak yapışması ile oluşan malzemelerdir. Bunlar, iki yüzü metal levhalarla kaplı, orta kısımda polietilen dolgulu iç çekirdeğin bulunduğu kompozit panellerden ve kompozit sandviç panellerden oluşmaktadır.

İki yüzü metal levhalarla kaplı, orta kısımda polietilen dolgulu iç çekirdeğin bulunduğu kompozit panellerin sac levhalara göre en büyük avantajı, yüksek yangın dayanımı, ses ve ısı yalıtımı sağlamasıdır. Metal kompozit paneller kullanıldığı yerin koşullarına, rüzgar yüküne ve uygulama tekniğine göre farklı kalınlıklarda üretilmektedirler. Kalınlıkları 0.3, 0.4, 0.5, 0.6 ve 0.8 mm arasında değişmektedir. Metal kompozit paneller titanyum, paslanmaz çelik, alüminyum, ve çinkodan üretilmektedir (İzocam Tekiz).

CEPHE KAPLAMA SİSTEM KESİTİ		GÖRSEL
	<p>0.8 mm titanyum çinko kaplama, mdf kaplama, mineral yün (sağdan sola doğru)</p>	
Riverside Müzesi, İskoçya, Zaha Hadid Mimarlık		

Şekil 3.13: TI^{4B} Cephe Kaplama Sistemi Detayı (Future Arquitecturas Sayı 28, 2008).

CEPHE KAPLAMA SİSTEM KESİTİ		GÖRSEL
	<p>Alüminyum levha kaplama, alüminyum dikey tespit elemanı (100 x 50 mm), çelik L bağlantı profili, kil blok duvar gövdesi üzerine tespit (150 mm) (sağdan sola doğru)</p>	
Auditorium Theater, MX_SI Architectural Studio, Spain		

Şekil 3.14: AL^{4B} Cephe Kaplama Sistemi Detayı (The Plan Sayı 91).

CEPHE KAPLAMA SİSTEM KESİTİ		GÖRSEL
	<p>Duvar gövdesine ankrajlanmış oluklu galvanize çelik saç levha, 85x85 mm boyutlarında ve 8 mm kalınlığındaki çelik 'L' profile duvar gövdesine tespit edilmiştir. (sağdan sola doğru)</p>	
Teşhis ve Tedavi Merkezi Binasi, Daimiel,		

Şekil 3.15: ST^{4B} Cephe Kaplama Sistemi Detayı (Plan and Details for Contemporary Architects, 2010).

Titanyum kompozit paneller, üst tabakada 0.3 mm kalınlığında titanyum levha, 3.4 mm kalınlığında yanmaz mineral dolgulu çekirdek, 0.3 mm kalınlığında paslanmaz levha olabilmektedir. *Paslanmaz çelik kompozit paneller*, üst tabakada 0.3 mm kalınlığında paslanmaz çelik levha, 3.4 mm kalınlığında yanmaz mineral dolgulu çekirdek, 0.3 mm kalınlığında paslanmaz levha olabilmektedir. Titanyum ve paslanmaz çelik kompozit panellerin toplam kalınlığı 4 mm dir ve 1000 mm genişliğinde ve en fazla 5000 mm uzunluğunda üretilebilmektedir (Alpolic®).

Çinko ve alüminyum kompozit paneller, üst tabakada 0.4 mm kalınlığında çinko levha veya 0.5 mm kalınlığında alüminyum levha, 3.1 mm ya da 3.2 mm kalınlığında yanmaz mineral dolgulu çekirdek, alt tabakada ise 0.4 mm kalınlığında paslanmaz çelik levha, olabilmektedir. Panel toplam kalınlığı 4 mm dir ve 914 mm genişliğinde ve en fazla 5000 mm uzunluğunda üretilebilmektedir (Alpolic®).

Kompozit sandviç panellerin arasında bulunan yalıtım malzemesinin kalınlığı ise 50, 60, 75, 80, 100 mm olabilmektedir. (İzocam Tekiz; Alpollic®). Piyasada en yaygın olarak üretilen kompozit metal paneller, 0.5 mm alüminyum levhalar arasına plastik veya mineral dolgulu yün yalıtım malzemesi yerleştirilmesiyle oluşmaktadır. Bu kompozit metal panellerin standart kalınlıkları 3 ya da 4 mm'dir. Fakat istendiğinde 5mm ya da 6 mm de olabilmektedir. Kompozit alüminyum paneller standart olarak 1000 mm, 1250 mm, 1500 mm, 1575 mm ve 1750 mm gibi çeşitli genişliklerde 2000 ile 6800 mm arasında çeşitli uzunluklarda üretilmektedirler (Alucobond Katalog, 2016). Alüminyum kompozit paneller duvar gövdesine tesbit edilen metal alt konstrüksiyon sistemi üzerine paslanmaz çelik cıvatalarla tesbit edilebilmektedirler (Şekil 3.16). Böylece dışarıdan tesbit noktalarının görünmeyeceği bir yüzey elde edilmektedir. Bu uygulama belirli derz aralıklarında yapılabilir. Alt konstrüksiyon sistemi belirli yüksekliğe sahip cepheler için ahşap da olabilmektedir.



Şekil 3.16: AL_K^{6C} Cephe Kaplama Sistemi Detayı (Alucobond Katalog, 2016).

Alüminyum kompozit paneller ayrıca duvar gövdesine tesbit edilen omega biçiminde ya da dikey metal profillerden oluşan taşıyıcı alt konstrüksiyonu oluşturan metal profiller üzerine görünür vidalama ile tespit edilebilmektedirler (Şekil 3.17).

Alüminyum kompozit paneller, darbe etkisine karşı iyi mukavemete sahip olmaktadır ve nispeten daha hafiftirler. Bu malzeme, cephede hava tabakalı kaplama uygulamasında son katman olarak başarılı bir kompozit görevi görmektedir (Fernandez, 2006).

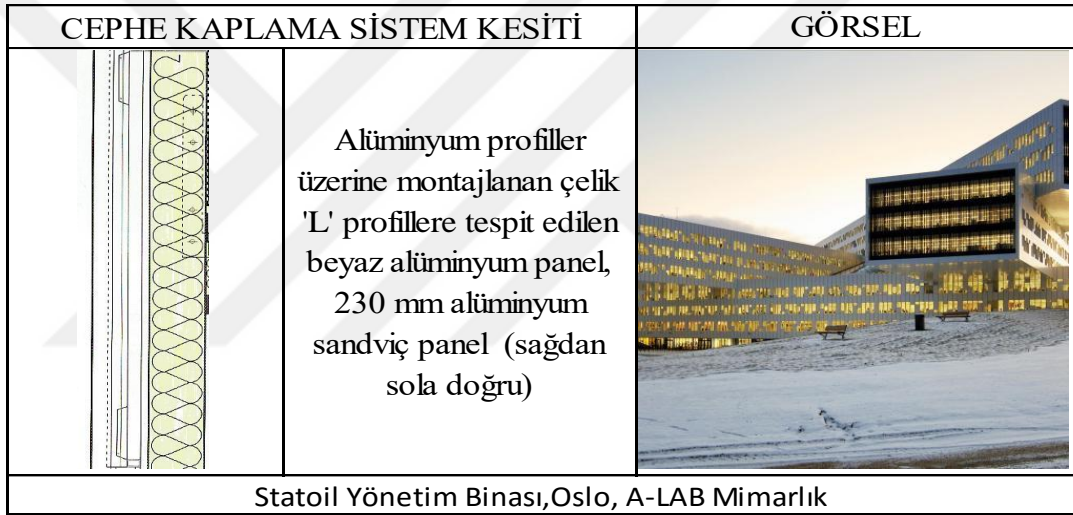


Şekil 3.17: AL_K^{6C} Cephe Kaplama Sistemi Detayı (Alucobond Katalog, 2016).

Yapılarda dış kabuk oluşumunda, cephede kullanılan tabakalı kompozit paneller dış ortam koşullarına dirençli olup dış etkilere açık olan tabaka genellikle metaldir. Dışa gelen tabaka, dış atmosfer koşullarına direnci nedeniyle genelde alüminyum tabaka olmakta, iç tabaka olarak alüminyumun dışında diğer metaller de kullanılabilir. Isıl dirence sahip aradaki polimer tabakası aracılığıyla bu cephe elemanları yapı dış kabuğunun toplam ısı geçirgenlik değerini de düşürmektedir. Ayrıca gerek alüminyum, gerek diğer malzemelerden üretilen tabakalı cephe elemanları, giydirme ve havalandırılmalı cephe oluşturmaya olanak vermektedir. Dış yüzey malzemesinin arkasından cephenin havalanmasına olanak veren uygulamalar, yapı fiziği açısından da son derece olumlu özellikler taşımakta ve tercih edilmektedir (Ersoy, 2001). Cephe panellerinin boyutlandırılmasında ek ve birleşim yerlerinde ısı ve su sızdırmazlığı için detaylandırılması gerekmektedir. Cephe panelleri ile düşey ve yatay uygulamalar yapılabilir. Cephe panelleri yatay ve düşey taşıyıcı alt profiller üzerine yerleştirilerek birleşim noktalarının matkapla delinmesiyle vidalarla taşıyıcı alt konstrüksiyon sistemi üzerine tespit edilmektedir. Cephe panellerinde, paneli taşıyacak alt konstrüksiyon sistemine tespit eden vidaların görünmediği, gizli vidalı birleşim detayları ile uygulamaları mevcuttur. Cephe panellerine uygun vida seçilirken vidanın, panelin taşıması gereken yükleri taşıyıcı konstrüksiyona aktaracak özellikte kullanılması gerekmektedir. Birleşim detayı gizli vidalı olan cephe panellerinin her alt taşıyıcı profile vidalar ile tespit edilir. Vidalama işlemi sadece panel ek birleşiminde bulunan gizli vidalama birleşim detayından uygulanmaktadır. Birleşim detayı görünür vidalı olan cephe panellerinin panel ek yerlerinden her alt

taşıyıcı profile tespit edilir. Panel orta kısımlarında ise sırasıyla birer sıra atlanarak vidalanmaktadır. Vidalama işlemi esnasında tespitte dikkat edilmelidir çünkü vidanın fazla sıkışması, panel yüzeylerinin çökmesine sebep olabilmektedir (İzocam Tekiz,).

Metal kompozit panellerin dış katmanları boyalı galvanize sac ya da alüminyum olabilmektedir. Piyasada bulunan yalıtımlı metal kompozit sandviç panellerinin kalınlıkları 4-10 cm arasında değişmektedir ve trapezoidal paneller 29 mm hadve yüksekliğine sahiptirler, 0.5 ile 1.2 mm arasında değişen kalınlıkta da boyalı galvanize sac ile kaplanmıştır, trapezlerin ağırlıkları 5.17 ile 12.42 kg/m² arasında değişmektedir. (İzocam Tekiz,). Şekil 3.18 soğuk iklimin hakim olduğu kuzey ülkede bulunan bir yönetim binasına ait alüminyum sandviç panel cephe uygulaması detayıdır.



Şekil 3.18: ALs^{3C} Cephe Kaplama Sistemi Detayı (The Plan Sayı71, 2014)

3.3.2 Polimer Cephe Kaplama Sistemlerinde Tespit Yöntemleri

Polimer ve polimer esaslı cephe kaplama sistemleri Çizelge 3.3'te biçimlerine ve tespit yöntemlerine göre sınıflandırılmıştır.

Polivinilklorür (PVC), panel ve kompozit sandviç panel olarak üretilmektedir. Panel biçimindeki PVC'ler (Cephe Kaplama Sistemi PVC^{5C}) alt konstrüksiyon üzerine gizli vidalama yöntemiyle uygulanabilirken, PVC kompozit sandviç paneller (Cephe Kaplama Sistemi PVCs^{4C}) görünür vidala yöntemiyle tespit edilmektedirler.

Çizelge 3.3 : Polimer Esaslı Malzeme Ürün Tipleri (Herzog ve diğ, 2008; Toydemir ve diğ,2000; Brookes ve diğ, 2008).

ÜRÜN KODU	MALZEME	KONSTRÜKSİYON						BİÇİM		
		DUVAR GÖVDESİ ÜZERİNE TESPİT		DUVAR GÖVDESİ ÜZERİNE TESPİT EDİLMİŞ METAL ALT KONSTRÜKSİYON SİSTEMİ ÜZERİNE TESPİT				A. KARO	B. PLAK /LEVHA	C. PANEL
		1. HARÇ	2. ANKRAJ ELEMANLARI	3. YAPIŞTIRMA	4. VIDALAMA	5. KLİPS	6. ASMA			
PVC ^{4C}	PVC									X
PVCs ^{4C}	PVC KOMPOZİT SANDVIÇ									X
ACR ^{3B}	AKRİLİK							X		
ACR ^{5B}	AKRİLİK							X		
MAP ^{6C}	MİNERAL VE AKRİLİK POL.							X		
MAP ^{3C}	MİNERAL VE AKRİLİK POL.							X		
PC ^{4B}	PC (düz)							X		
PC ^{5C}	PC (oluklu)									X
CTP ^{4B}	CTP							X		
CTP ^{2C}	CTP									X

Akrilik levhaların tespit yöntemi Şekil 3.19'daki gibi metal alt konstrüksiyon üzerine vidalanarak tespit yöntemidir. Ürün ACR^{3B}'nin dışında diğer bir tespit yönteminde, akrilik levhalar askı klipsleri ile alt konstrüksiyon sistemi üzerine asılabilmektedir (Cephe Kaplama Sistemi ACR^{5B}). Akrilik levhaların 12 mm kalınlığında kullanılması önerilmektedir ve 760 x 3680 mm boyutlarında üretilebilmektedirler.

Polivinilklorür (PVC), panel ve kompozit sandviç panel olarak üretilmektedir. Panel biçimindeki PVC'ler (Cephe Kaplama Sistemi PVC^{5C}) alt konstrüksiyon üzerine gizli vidalama yöntemiyle uygulanabilirken, PVC kompozit sandviç paneller (Cephe Kaplama Sistemi PVCs^{4C}) görünür vidala yöntemiyle tespit edilmektedirler.

Piyasada 'corian' adıyla geçen mineral ve akrilik polimer esaslı levhalar için tavsiye edilen tesbit yöntemi Şekil 3.20'de MAP^{6C} cephe kaplama sisteminde gösterildiği

gibi, duvar gövdesi üzerine ‘T’ ya da ‘L’ biçiminde alüminyum dikey alt konstrüksiyon sistemi özel bağlantı elemanlarıyla tesbit edilmektedir, ‘T’ ya da ‘L’ biçimindeki alt konstrüksiyon sistemi üzerine yatay ‘C’ kesitli braketler vidalanmaktadır ve akrilik kaplama panelleri de ayarlanabilir mengene (özel çengel) ile bu yatay ‘C’ kesitli braketlerin üzerine tutturulmaktadır.

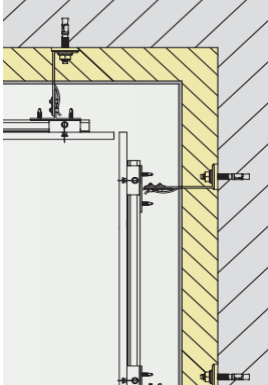

CEPHE KAPLAMA SİSTEM KESİTİ		GÖRSEL
	<p>16 mm kalınlığındaki akrilik levha 5m yüksekliğe sahip cephede, ahşap alt konstrüksiyon sistemi üzerine görünmez özel yapıştırıcıyla yapıştırılarak ve vidalanarak tespit edilmiştir. (sağdan sola doğru)</p>	
<p>Stüdyo, Kaako Laine Liimatainen Tirkkonen Mimarlık</p>		

Şekil 3.19: ACR^{3B} Cephe Kaplama Sistemi Detayı (Herzog, 2008).

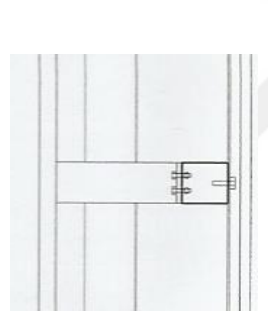

Mineral ve akrilik polimer esaslı levhalar, esnek yapıştırıcıların bazı ülkelerde kabul edilmesine rağmen; birçok ülkede bu alternatif yöntem yerel standartlar ve bina usullerine göre tamamen uyumlu olarak kabul edilmektedir. Bu durum genellikle, bugün 1500 mm genişliğine kadar üretilebilen bu kaplama malzemesinin ölçülerini sınırlandırmaktadır (Cephe Kaplama Sistemi MAP^{3C}). Erimiş damlacıklar olmadan yanan bu cephe kaplama malzemesi, yüksek derecede alev geciktiricidir ve duman salınımı çok azdır. Geniş panel ölçülerine sahip olan mineral ve akrilik polimer esaslı dış cephe kaplaması, geri havalandırılmalı cephe panelleri ile B Sınıfı, s1, d0 olarak sınıflandırılmıştır ve bu sebeple yerel onaylara bağlı olarak 22 metre yükseklikte binalara kadar uygulanabilmektedirler. Mineral ve akrilik polimer esaslı cephe panelleri 12 mm kalınlığında 3.65 x 0.76 m, 3.65 x 0.93 m, 3.65 x 1.30 m boyutlarında üretilmektedirler (Corian, 2016). Mineral ve akrilik polimer esaslı cephe kaplaması, renk seçimine ve kalınlığına göre, cephede şeffaflığın dağılımına imkan vermektedir.

Polikarbonat levhalar duvar gövdesine tesbit edilen alt konstrüksiyon sistemin üzerine gizli ya da görünür vidalama ile tesbit edilebilmektedir (Şekil 3.21). Çok tabakalı ve hücreli boşluklu yapıya sahip olan polikarbonat paneller ise Şekil

3.22’te gösterilen cephe kaplama sistemi PC^{5C}’deki gibi alt konstrüksiyon sisteminin üzerine gizli klipslerle asılarak tesbit edilebilmektedirler.

CEPHE KAPLAMA SİSTEM KESİTİ		GÖRSEL
	<p>Beton duvar gövdesi, ısı izolasyonu, yağmur koruması, havalandırma boşluğu, yatay kesit, mineral ve akrilik esaslı levha, ayarlanabilir mengene. (sağdan sola doğru)</p>	
<p>Seeko Hotel, Bordo-Fransa, Atelier King Kong Mimarlık</p>		

Şekil 3.20: MAP^{6C} Cephe Kaplama Sistemi Detayı (DuPontTM Corian, 2016).

CEPHE KAPLAMA SİSTEM KESİTİ		GÖRSEL
	<p>Alt konstrüksiyon üzerine gizli vida ile tesbit edilmiş, 40 mm kalınlığında saydam hücresel boşluklu polikarbonat levha.</p>	
<p>Belediye Spor Binasi, İspanya ,Baeno Casamor Mimarlık</p>		

Şekil 3.21: PC^{4B} Cephe Kaplama Sistemi Detayı (Future Arquitecturas Sayı 28, 2011).

CEPHE KAPLAMA SİSTEM KESİTİ		GÖRSEL
	<p>Hücresel boşluklu, çift katmanlı polikarbonat panel (40x500 mm), gizli metal klipslerle alt konstrüksiyona tesbit edilmiştir. Cephe yüksekliği 10 metredir.</p>	
<p>Seeko Hotel, Bordo-FransaFabrika yapısı, Münih, Florian Nagler Mimarlık</p>		

Şekil 3.22: PC^{5C} Cephe Kaplama Sistemi Detayı (Herzog ve diğ, 2008).

Cam Lifi Takviyeli Polyester (CTP), levha biçiminde ya da yalıtımlı panel biçiminde üretilmektedir. Düşük yoğunluklu ve yüksek dayanıma sahip kompozit bir cephe kaplama malzemesidir. (Brookes, 2008) Cam lifi ve yüksek dayanımlı polyester içermektedir. Kalıp imalat yönteminden dolayı serbest form için çok uygundur. CTP'nin düz veya üç boyutlu kabartma dış cephe malzemeleri halinde cephelerde yaygın bir uygulama alanı bulunmaktadır. Levha biçimindeki CTP malzemeler (Cephe Kaplama Sistemi CTP^{4B}), alt konstrüksiyon üzerine vidalanarak uygulanmaktadır. Panel olarak üretilen CTP'lerin (Şekil 3.23), ise kalınlıklarından dolayı vidalama işlemi zordur ve duvar gövdesi üzerine ankaj elemanlarıyla tesbit edilmektedir.



Şekil 3.23: CTP^{2C} Cephe Kaplama Sistemi Detayı (Brookes, 2008).

3.3.3 Pişmiş Kil Esaslı Cephe Kaplama Sistemlerinde Tespit Yöntemleri

Değişik niteliklerdeki kil hamurunun presleme ekstrüzyon ya da her ikisinin birlikte kullanıldığı yöntemle şekillendirilmesi ve sinterleme sıcaklığında pişirilmesiyle farklı kil esaslı pişmiş toprak kaplama malzemeleri üretilmektedir.

Pişmiş toprak prese plakalar duvar gövdesi üzerine dübellerle tespit edilmiş ısı yalıtım malzemesi üzerine harç ile tesbit edilebilmektedir. Bu kaplamaların kalınlığı 10 mm den fazla olmaz çünkü yapıştırma yöntemiyle uygulanmaktadırlar.

Tuğla kaplamalar kil; terracotta kaplamalar kil ve alüminyum hidrosilikat bileşimi olan kaolen; klinker kaplamalar kil ve kalker; porselen karolar kil ve çeşitli mineraller; seramik porselen levhalar kil, kaolen, kuvars, sodyum ve potasyum feldispat bileşenlerinden üretilmektedir (Metin, 2010).

Kilin bir türevi olan tuğla kaplamalar duvar gövdesi üzerine dübellerle tespit edilmiş ısı yalıtım malzemesi üzerine harç ile tespit edilebilmektedir. Pres tuğlaları çok çeşitli boyut ve ağırlıklarda üretilmektedirler. 102x102x65x10 mm boyutlarına sahip bir m²'de 120 adet bulunan pres tuğlanın ağırlığı 1.250 gr'dır. 290x102x100 mm boyutlarına sahip bir m²'de 30 adet bulunan pres tuğlanın ağırlığı 4.700 gr'dır.

DIN 18516 (DIN: 181516, Cladding For External Walls) standardına göre seramik esaslı plaklar, eğer arkada taşıyıcı bir alt konstrüksiyon yok ise plakanın toplam boyutu 0.4 m²'den büyük olmamalı ve ağırlığı 5 kg'ı geçmemelidir. Bu taşıyıcı alt konstrüksiyon sistemleri paslanmaz çelik ya da alüminyumdan yapılabilmektedir. Ahşap taşıyıcı alt konstrüksiyon sistemleri ile tesbitin gerçekleşmesi ancak belirli bir yüksekliğe kadar izin verilmektedir. Seramik cephe kaplamaların kendi yükünü taşıyacağı, rüzgarın negatif/pozitif basınç etkilerini ve ısı hareketleri kısıtlamadan iletebileceği desteleyici bir konstrüksiyon sistemine ihtiyacı vardır (Herzog, 2008).

Tuğla plakalar ankraj elemanlarıyla cephe plakaları yatay/düşey profillere dübel ile asılmaktadır.

Plaket kaplamalar ekstrüzyon yöntemiyle üretilen dış kaplama malzemesidir. Dış yüzeyleri cilalı olabileceği gibi istenirse bir doku da verilebilir. Gözenekli olması nedeniyle buhar geçirgenliği yüksektir. Bu kaplamalar normal çimento harcıyla kaba ya da ince sıvası yapılmış duvara, taraklı malayla seramik yapıştırıcı sürülmüş yüzey üzerine de uygulanabilir. Bu kaplamanın yatay ve düşey derzlerinin çıtalı şekilde örülmesiyle düzgün ve canlı bir duvar yüzeyi elde edilir. Su kaydırcılığını ve yüzeylerinin temiz kalması sağlamak amacıyla bu tür kaplamalar silikon reçinesi sürülmesi tavsiye edilmektedir. (Toydemir ve diğ, 2000).

Prese Kaplama Tuğlaları; ekstrüzyon yöntemiyle üretildikten ve bir miktar kurutulduktan sonra bu kez presleme yöntemi ile sıkıştırılan ve yoğunlaştırılan 5x9x19 cm boyutlarındaki prese tuğlalar, gerek yüksek mekanik mukavemetleri, gerekse az su emmeleri ve düzgün yüzeyli oluşlarıyla belirli gereksinimleri yüksek düzeyde karşılayan bir dış kaplama malzemesidir. Günümüzde doğrudan doğruya ekstrüzyon yöntemiyle özenli bir şekilde de üretilmiş, yüzeyleri düzgün, cilalı ya da dokulu bu tür tuğlalara prese tuğla denmektedir (Toydemir ve diğ, 2000).

Çizelge 3.4 : Kil Esaslı Ürün Tiplerinin Tespit Yöntemleri (Herzog ve diğ, 2008; Toydemir ve diğ,2000; Brookes ve diğ, 2008).

ÜRÜN KODU	MALZEME	KONSTRÜKSİYON						BİÇİM		
		DUVAR GÖVDESİ ÜZERİNE TESPİT		DUVAR GÖVDESİNE TESPİT EDİLMİŞ METAL ALT KONSTRÜKSİYON SİSTEMİ ÜZERİNE TESPİT				A. KARO / PLAKA	B. LEVHA	C. PANEL
		1. HARÇ	2. ANKRAJ ELEMANLARI	3. YAPIŞTIRMA	4. VIDALAMA	5. KLİPS	6. ASMA			
TU ^{1A}	TUĞLA							X		
KLİ ^{1A}	KLİNKER							X		
KLİ ^{4A}	KLİNKER							X		
TER ^{5B}	TERRA KOTTA								X	
POR ^{1A}	PORSELEN							X		
POR ^{3A}	PORSELEN							X		
POR ^{5A}	PORSELEN							X		



Şekil 3.24: TU^{1A} Cephe Kaplama Sistemi Detayı (Brookes, 2008).

Cephede kaplama olarak kullanılan tek cidarlı ve karonun ağırlığını azaltmak için içi boşluklu olarak üretilen çift cidarlı olmak üzere iki tip klinker bulunmaktadır. Tek cidarlı olan klinker kaplamalar duvar gövdesi üzerine hem hareketli ve hem de sabit braketler/ankraj elemanlarıyla tesbit edilen düşey taşıyıcı ‘T’ profiller üzerindeki askı profilleri bindirilerek takılmaktadır. Hareketli braketler çelik dübellerle, sabit braketler ise bağlantı vidaları ve perçinlerle duvar gövdesinin yüzeyine monte

edilmektedir. Duvar gövdesi ve kaplama malzemesi arasında buhar dengeleyici örtü ve mineral yün yalıtım malzemesi konmaktadır. Tek cidarlı klinker karolar 22 mm kalınlığında, 200 mm, 250 mm ve 300 mm yüksekliklerinde, 400 mm ile 1200 mm arasında değişen çeşitli uzunluklarda üretilmektedirler. Ağırlıkları 30 kg/m^2 dir (Işıklar Architone, 2016). İçimde U kanalı boşlukları bulunan çift cidarlı klinker kaplamaların uygulama tekniğinde, hareketli braketler/ankraj çelik dübellerle, sabit braketler ise bağlantı vidaları ve perçinlerle duvar gövdesinin yüzeyine monte edilmektedir. Çift cidarlı klinkerler cephede hem yatay ve hem de dikey olarak uygulanabilmektedirler. Eğer uygulama dikey ise, bu ankraj elemanlarının üzerine tesbit edilen düşey taşıyıcı T profil üzerindeki fuga derz profillerine klinkerler ara klipslerle sıkıştırılmaktadırlar. Eğer uygulama yatay ise, ankraj elemanlarının üzerine tesbit edilmiş dikey T profillere takılan yatay taşıyıcı profiller üzerindeki ara/alt/üst klipslerle sıkıştırılmaktadırlar. 28 mm kalınlığında 190 mm ile 490 mm arasında çeşitli yüksekliklerde ve 490 mm ile en fazla 1500 mm arasında değişen çeşitli uzunluklarda üretilmektedirler. Ağırlıkları 48 kg/m^2 dir (Işıklar Architone, 2016). Klinker karolardan elips yuvalı kenarları sayesinde bindirmeli birleştirme yöntemiyle kaplama ile alt konstrüksiyon sistemi arasında bulunan hava boşluğuna su girişi önlenmektedir (Şekil 3.25).



Şekil 3.25: KLİ^{1A} Cephe Kaplama Sistemi Detayı (Işıklar, 2016).

Cephede kaplama olarak kullanılan porselen karo malzemelerin üç tip uygulama yöntemi vardır. Birincisi, dış duvar gövdesi ya da izolasyon malzemesi üzerine harç ile yapıştırma tespit yöntemidir (ürün POR^{1A}). Bu yöntemde kullanılan seramik karoların ağırlıkları 19 ile $26,50 \text{ kg/m}^2$ arasında değişmektedir. Bu yöntemde

kullanılabilecek 30x60 cm ebatlarındaki seramik karolar en fazla 30 metre yüksekliğe sahip binaların dış cephe kaplama sistemlerinde uygulanırken, 60x60 cm ve 60x120 cm ebatlarındaki seramik karolar en fazla 15 metre yüksekliğe sahip binaların dış cephe kaplama sistemlerinde uygulanabilmektedir (Kalebodur Facade Systems Catalog, 2016).

Porselen karoların cephe üzerinde ikinci bir tespit yöntemi ise duvar gövdesine ankraj elemanlarıyla tespit edilen metal alt konstrüksiyon üzerine 4 ile 8cm arasında değişebilen derz ile seramik karolar özel yapıştırıcı ile yapıştırılmaktadır. Bu özel yapıştırıcı poliüretan esaslı yapıştırıcı olabilmektedir (Şekil 3.26).

Duvar gövdesine ankraj elemanlarıyla tespit edilen ve duvar gövdesinden yaklaşık 10 cm uzaklıktaki metal alt konstrüksiyon sistemi düşey 'T' profillerden oluşmaktadır. Binanın dış duvar gövdesi ile porselen karo arasında XPS veya camtülü kaplı taşıyıcı ile ısı yalıtımı uygulaması yapılabilmektedir. Bu yöntemle tespit edilen seramik karolar özel ölçülerde üretilebilmekle birlikte ve ayrıca piyasada yaygın olarak 30x60 cm, 60x60 cm, 60x120 cm, 45x90 cm ebatlarında üretilmektedirler. Bu ebatlardaki seramiklerin ağırlıkları 20 ile 26,50 kg arasında değişmektedir (Kalebodur Facade Systems Catalog, 2016). Bu tespit yöntemiyle kaplanacak olan cepheler en fazla 15 metre yüksekliğine sahip binaların dış cephe kaplama sistemlerinde uygulanmaktadır.



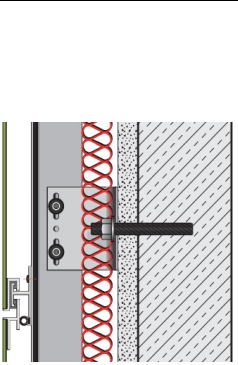

Şekil 3.26: POR^{1A} Cephe Kaplama Sistemi Detayı (Kalebodur Katalog , 2016).

Cephe kaplamalarında porselen karolar ayrıca duvar gövdesine ankraj elemanlarıyla tespit edilen ve duvar gövdesinden yaklaşık 10 cm uzaklıktaki taşıyıcı metal alt konstrüksiyon sistemi üzerine metal klipslerle tespit edilebilmektedirler.

CEPHE KAPLAMA SİSTEM KESİTİ		GÖRSEL
	<p>1000 x 3000 mm x 3 mm porselen karo kaplama, 5mm özel yapıştırıcı, 30 x 30 'L' çelik alt konstrüksiyon sistemi, 45 x 45 mm 'L' biçiminde çelik ankraj elemanı, 40 mm yalıtım malzemesi, su yalıtım membranı, 180 mm beton duvar gövdesi</p>	
<p>Ermenegildo Müdürlük Binası, Milano, Antonio Citterio Mimarlık</p>		

Şekil 3.27: POR^{3A} Cephe Kaplama Sistemi Detayı (The Plan: Sayı 29, 2008).

Bu yöntemle tesbit edilen seramik karolar piyasada yaygın olarak 30x60 cm, 60x60 cm, 60x120 cm, 45x90 cm ebatlarında üretilmektedirler. Seramiklerin ağırlıkları 20 ile 26,50 kg arasında değişmektedir (Kalebodur Facade Systems Catalog, 2016). Binanın dış duvar gövdesi ile porselen karo arasında ekstrüde polistren köpük veya cam tülü kaplı taş yünü ile ısı yalıtımı uygulaması yapılabilmektedir. Bu yöntem çok katlı binaların dış cephe kaplama sistemlerinde uygulanmaktadır. Şekil 3.28 ve Şekil 3.29'da cepheye metal klipslerle tesbit edilen farklı seramik karo detayları gösterilmektedir (Şekil 3.28, Şekil 3.29).

CEPHE KAPLAMA SİSTEM KESİTİ		GÖRSEL
	<p>Duvar gövdesine tesbit edilen alüminyum T profil, poliüretan yapıştırıcıyla askı profillerine yapıştırılmış porselen karoların gizli klips sistemle alt konstrüksiyona tesbiti.</p>	
<p>Avrupa Konutları, İstanbul</p>		

Şekil 3.28: POR^{5A} Cephe Kaplama Sistemi Detayı (Kalebodur katalog, 2016).

Cephe kaplamalarında porselen karolar ayrıca duvar gövdesine ankraj elemanlarıyla tespit edilen ve duvar gövdesinden yaklaşık 15 cm uzaklıktaki taşıyıcı metal alt konstrüksiyon sistemi üzerine kanca gibi özel bağlantı elemanlarıyla asılarak tespit edilebilmektedirler. Bu yöntem gizli sistem denilmektedir. Bu yöntemle tespit edilen seramik karolar piyasada yaygın olarak 60x60 cm, 60x120 cm, 45x90 cm ebatlarında üretilmektedirler. Seramiklerin ağırlıkları 23.50 ile 26.50 kg arasında değişmektedir (Kalebodur Facade Systems Catalog, 2016). Binanın dış duvar gövdesi ile porselen karo arasında ekstrüde polistren köpük veya camtülü kaplı taşıyıcı ile ısı yalıtımı uygulaması yapılabilmektedir. Bu yöntem çok katlı binaların dış cephe kaplama sistemlerinde uygulanmaktadır.



Şekil 3.29: POR^{5A} Cephe Kaplama Sistemi Detayı (The Plan: Sayı 90, 2016).

3.3.4 Taş Esaslı Cephe Kaplama Sistemlerinde Tespit Yöntemleri

Taş, insanların ihtiyaçlarına göre şekillendirdiği kaya olarak tanımlanır ve ana malzemesi yerkabuğudur. Doğal taşın jeolojik oluşumundan dolayı farklı fiziksel ve performans özellikleri vardır. Taşın yoğunluğu ve özgül ağırlığı, ısı iletkenliği ve ısı depolama kapasitesi yüksektir. Yazları, gün boyunca bünyesinde ısıyı toplar ve geceleri de bu ısıyı yayar. Taşın fiziksel ve kimyasal özellikleri üzerinde, yapısını oluşturan mineraller ve çıkarıldığı kayanın çıkarılma anına kadar geçen süre içerisindeki oluşum süreci etkilidir. Kalsiyum ve silika bütün doğal taşlarda bulunan iki temel mineraldir (Musağaoğlu, 2005). Doğal taşlar, oluşumlarına göre üç gruba ayrılmaktadırlar. Bunlar; volkanik, tortul ve başkalaşım kayalarıdır. Volkanik kayalar grubundan cephede kaplama için yaygın olarak kullanılan doğal taşlar granit ve

diyabazdır. Başkalaşım grubundan cephede kaplama sistemlerinde kullanılması için en uygun olan doğal taşlar; mermer, serpentin ve kayrak iken, tortul grubundan ise kumtaşı kireç taşı ve traverten olarak sıralayabiliriz. Taşın dikkate alınması gereken genel karakteristikleri, dayanıklılığı, görünümü, mukavemeti ve maliyetidir. Kabaca, püskürük kayaçlar (granitler, siyenitler ve diyoritler) en sert ve en mukavemetli olanlarken, bunları takiben, başkalaşmış kayaçlar (mermer, kayağan taş ve kuvarsit) ve tortul kayaçlar (kumtaşları ve kireçtaşları) gelmektedir. Kireçtaşları genellikle en yumuşakları olup, en az mukavemeti olan ve kullanılmaları esnasında en çok dikkat gerektiren taşlardır (Rostron, 1964).

Taş çeşitli uygulamalarda kendisinden daha dirençli olan kompozit elde edilmesi amacıyla farklı alt tabaka malzemelerinden lamine edilmektedir, kendisinden çok daha çeşitli uygulamalarda daha sağlamdır. Cam üzerinde taşın laminasyonu , sert sac polimerler, metal ve çeşitli yonga levha üzerine yapılan laminasyon bazı dış cephe bileşenlerinde yaygın olarak görülmektedir. İnce taş tabakaları dış cephe malzemesi olarak kullanıldığında cam katman tarafından nem ve suyun etkilerinden korunmaktadır (Fernandez, 2006).

Dış cephe kaplamasından beklenen kriterler gözönüne alındığında, cephe kaplama sisteminde yaygın olarak kullanılan taş ve taş esaslı malzemeler; granit, mermer, traverten, kumtaşı, kireç taşı ve kompozit taşlardır (Şekil 3.30). TS 699’da belirtilen deneylerde olumlu sonuç vermiş olan taşlar dış duvar kaplaması olarak kullanılabilir. Her türlü dış etmene dayanıklı nitelikteki bu taşlar, duvara bakan yüzleri harca iyi yapışması için oldukça pürüzlü, dış yüzeyleri ise cilalanmış olarak 2-5 cm kalınlıkta ve büyüklüğü taşın cinsine bağlı olacak şekilde levhalar halinde üretilmektedirler (Toydemir ve diğ, 2000). Bu malzemelerin biçim ve kontrüksiyon tipleri Çizelge 3.5’te sınıflandırılmıştır.



Şekil 3.30: Taş Esaslı Kaplama Malzeme Biçimleri

Doğal taş iyi bir buhar kesici bir bariyer özelliğine sahiptir, bu nedenle malzemeye nüfuz eden nem buharlaşamaz ve taş panellerin arkasında yoğunlaşır. Aletlerin gelişimi ile taşın, hava şartlarına karşı olan direnç ve su geçirmezlik özellikleri nedeniyle, bir duvar cephesi olarak kullanılacak şekilde ince dilimler halinde doğranması mümkün hale gelmiştir. Cephe birimleri, tuğla veya hafif arka kaplama haline gelecek şekilde birbirine yapıştırılmıştır. Bir bütün halinde statik gereksinimlerini karşılamaktadır, ancak derz sorunu ortaya çıkmıştır. Cephe detaylandırıldıkça, daha fazla kaynaşma meydana gelmektedir. Isınma yönünden olması gerekenin tersine, buhar geçirmezliği dış kısımda daha iyiyken, ısı yalıtım iç kısımda dışa oranla daha iyidir. Taş, bu nedenle, klasik zamanlardan günümüze gelen binalarla mimaride iz bırakmıştır, yapı fiziği açısından taşın yetersizlikleriyle ve taş kesme tekniklerinin teknik gelişimi ile, taş kaplama sistemlerinden taş giydirme cepheye kadar olan taş cephelerin teknik gelişimini bir araya getirmektedir (Musaağaoğlu 2005; Schittich 2001). Bazı taş çeşitleri suyu emdikçe şişerler ve farklı hızlarla kurduklarında şekilleri bozulur. Bu durum, duvar bağlarında büyük gerilmeler oluşturur. Dolayısıyla, buna uygun olarak tasarlanmalıdırlar. Tespitin performansını etkileyen faktörler şunlardır; tespit malzemeleri; tespit tipleri; tespit tasarımı; tespit ankrajları; tespit yerleşimi ve konum. Bu tür kaplamaların uygulanmasında taşın cinsi kaplamanın tespit yöntemini etkileyen bir etmendir. Tortul ve yapay taş kaplama plakları bünye yapılarının işlenmeye daha elverişli olması ya da özellikle yapay taşların döküm sırasında nispeten bütün yuva ve deliklerinin açılmasına ve bırakılmasına olanak vermesi nedeniyle lama ve kenetlerle tespit edilir. Diğer yandan başkalaşım ve katılma taşları sert bünye yapıları ve işleme zorlukları nedeniyle daha küçük delik oyuk ve profil açmaya elverişlidir. Bu nedenle bu 2. grup daha çok tel kenet ve kancalarla tespit edilebilir. Bir bina cephesinde kaplama yapılması tasarlandığı zaman öncelikle kenet sistemi seçilmeli ve kaplama plaklarının büyüklüğüne bağlı olarak kenet yerlerinin gösterildiği bir cephe detay resmi hazırlanmalıdır. Kaplama işlemi hazırlanan bu detay resmine göre yapılmalıdır. Lamalı kenetlerde kaplama yapılması halinde kenetlerin önceden hazırlanan detay resmine uygun olarak belirli aralıklarla duvara tespit edilmesi ve daha sonra kaplama plakalarının kenetlere takılması sağlanır. Bunun için lamalı kenetin şekline göre kaplama plağında uygun bir yuva açılarak kapkamanın kenete bağlantısı yapılır. Lamalı kenet duvara çimento harcıyla tespit edilir. Lamalı diğer kenet tipi ise duvara yerleştirilmiş krlangıç kuyruğu biçimli düşey birt metal kanalın

içine yukarı aşağı kaydırılabilen kırılabilir kuyruğu şekilli kenetti. Pimli kenetlerin uygulanması için pimin birlikte kullanıldığı plaka kaplamanın büyüklüğüne göre önceden duvara açılmış yuvaya çimento harcıyla tespit edilir. (Toydemir ve diğ., 2000). Düşey paneller ve dikeyden 60⁰'ye kadar eğimi olanlar için minimum 30 mm'lik bir kalınlık belirlenmiştir; daha küçük açılar için ise en az 40 mm olmalıdır. Yatay paneller ve yataydan 15⁰'ye kadar eğimli olanlar için sabit yüklere ve dinamik gerilimlere tolerans göstermek amacıyla bir değişken hesaba katılmalıdır (Hugues ve diğ., 2005). Derzler, taşların sıcaklık farklılıklarının veya statik ve dinamik etkilerin neden olduğu hareketlere uyum sağlaması için gereklidir. Bir cepheye uygulanan taş bir kaplama, normalde, 8-10 mm genişliğinde açık (suyu alınmış) derzleri gerektirir. Gizli (kapalı) derzlere gerek duyulması durumunda, kalıcı bir şekilde elastik olan sızdırmazlık malzemesi, hesaplanan maksimum harekete uyum sağlayabilmektedir (Herzog ve diğ., 2008). Levhalar arası derzler, geleneksel olarak çimento kumu veya çimento kireç kum harcı ile doldurulur. Ancak günümüzde, özellikle mermer ve granit için, elastometrik mastik kullanımı artmıştır. Bu derzler, panellerin ısı genleşme ve don büzüşmesi içindir. Hareket derzleri; dikey yüklerin bir kaplama katmanından diğerine aktarılmasını önlemek, yüklerin strüktürden kaplamaya aktarılmasını önlemek, ısı ve diğer hareketler nedeniyle oluşabilecek gerilimleri önlemek, hareketi engellemekle birlikte, hava koşullarına karşı sürekli bir sızdırmazlık sağlamak. Kuvars esaslı kompoze taşlarda, dış cephede duvar tipine göre belirlenecek mekanik tespit ile ürünlerin kalınlıkları 2 cm olarak uygulanmalıdır. Kaplamada kullanılacak malzeme boyutlarının seçiminde (en/boy/kalınlık) kat yükseklikleri, açıklıklar ve taşıyıcı elemanların yerleri belirleyicidir. Taşın şekli mümkün olduğunca ½ oranında dikdörtgen ya da kareye yakın olmalıdır. Her türlü dış etmene dayanıklılığı deneylerle test edilmiş doğal taşlardan , duvara bakan yüzeyleri harca iyi yapışması için pürüzlü, dış yüzeyleri cilalanmış olarak, levhalar halinde üretilmektedir.

Taş kaplamanın performansını etkileyen en önemli etkenlerden birisi de kullanılan taşın cinsidir. Taşların çoğunun yüksek dayanıma sahip oldukları bilinmesine rağmen, elastiklik modülleri ve çekme dayanımları son derece düşüktür, hatta bazı kireçtaşlarının 250 psi'den daha az çekme mukavemetleri vardır. Bu, taşın kesilme ve gerilme baskıları minimum değerlere inecek şekilde kullanılması gerektiği anlamına gelmektedir. Bu gerilimler, arka kaplamanın veya ikincil çerçevenin veya panelin,

yerine oturma veya nem ya da ısıl hareketler nedeniyle ortaya çıkan nispi hareketi nedeniyle oluşmaktadır. Kuvars doğadaki en sert mineral taşlardan ve kuvars esaslı kompoze taş levha kaplamalar 1,2 cm kalınlığında 60x60cm, 2cm kalınlığında ise 180x120 ve 305x140 cm boyutlarında üretilmektedirler.

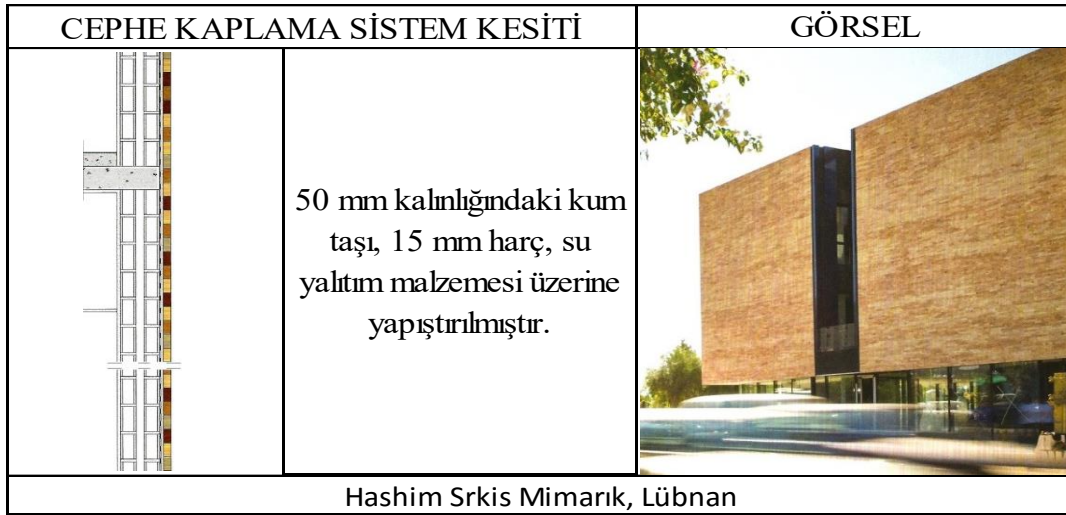
Harca aderansı yönünden su emmesi az olan taşların bu şekilde harç yardımıyla tesbiti her zaman iyi sonuç vermemektedir. Bu nedenle, doğrudan harç yardımıyla yapılacak kaplamalar traverten bazı volkanik tüfler, kum taşları, kavkılı tortul taşlar gibi nispeten gözenekli doğal taşlardan yapılmalıdır. Bu kapsamda kullanılacak olan yapay taşların arka yüzlerinin harçla aderansı arttıracak şekilde yivli bir profilde yapılması, tesbit sorununu kendiliğinden çözümlenmektedir. Uygulamada, doğal taşların arkası tamamen harçlanmadan önce yüzlerinden ek yerleri ve köşe oluşturan noktaları, daha sonra sökülebilecek şekilde alçı hamuruyla geçici olarak tutturulur.

Çizelge 3.5 : Taş Esaslı Ürün Tiplerinin Tespit Yöntemleri (Herzog ve diğ, 2008; Toydemir ve diğ,2000; Brookes ve diğ, 2008).

KOD	MALZEME	KONSTRÜKSİYON						BİÇİM		
		DIŞ DUVAR GÖVDESİ ÜZERİNE TESPİT		DUVAR GÖVDESİNE TESPİT EDİLMİŞ METAL ALT KONSTRÜKSİYON SİSTEMİ ÜZERİNE TESPİT				A. KARO/PLAK	B. LEVHA	C. PANEL
		1. HARÇ	2. ANKRAJ ELEMANLARI	3. YAPIŞTIRMA	4. VIDA	5. KLİPS	6. ASMA			
GR ^{1B}	GRANİT							X		
GR ^{2B}	GRANİT							X		
GR ^{6B}	GRANİT							X		
MER ^{1B}	MERMER							X		
MER ^{6B}	MERMER							X		
TRA ^{1B}	TRAVERTEN							X		
TRA ^{6B}	TRAVERTEN							X		
KUM ^{1B}	KUMTAŞI							X		
KUM ^{6B}	KUMTAŞI							X		
KRÇ ^{1B}	KİREÇ TAŞI							X		
KRÇ ^{6B}	KİREÇ TAŞI							X		

Taş ve duvar arasındaki bütün boşluk akıcı kıvamdaki tesbit harcıyla iyice doldurulduktan ve harç yeterli dayanım kazandıktan sonra alçı tespit hamurları özenle sökülülmektedir. Yoğun su emmeyen taşların harçla tesbiti sakıncalıdır (Toydemir ve diğ, 2000). Bu tip taşlar harcın yanısıra takviye olarak mekanik tesbit elemanlarıyla da tesbit edilmelidir. Her türlü dış etmene dayanıklılığı deneylerle test edilmiş doğal taşlardan , duvara bakan yüzeyleri harca iyi yapışması için pürüzlü, dış yüzeyleri cilalanmış olarak,levhalar halinde üretilmektedir (Toydemir ve diğ, 2000).

Panel/levha kalınlığı taşın tipine (sert veya yumuşak) ve yapısal hesaplamalara bağlı olup, normalde 30-50 mm'dir. Derzler hareketlere uyum sağlamaktadır ve arka kısmındaki boşluğun havalanmasına yardımcı olmaktadır ve panel boyutuna bağlı olarak 8-10 mm genişliğindedir. Alanı $< 0,1 \text{ m}^2$ ve kalınlığı 30 mm olan levhalar, uygun bir yüzeyin üzerine yayılan harcın içine direk olarak döşenebilir. Pürüzler olabileceği düşünülerek harç minimum 10 mm kalınlığında olmalıdır, ancak 20 mm daha ideal bir kalınlıktır. Yüzeye sıkıca sabitlenen bu tip bir kaplamanın ısı ve neme bağlı hareketleri, maksimum 6 m aralığa sahip 10 mm'lik genişleme derzleri ile telafi edilmelidir. Bu tip bir kaplamanın amacı, genellikle, yük taşıyan bir duvarı andırmak değildir. Bu nedenle de, levhalar muntazam, 4-6 mm genişliğindeki derz artıları ile yerlerine sabitlenir, ancak bazen bir duvara sabitlenirken küçük boyutlar da kullanılır (Herzog ve diğ 2008).



Şekil 3.31: KUM^{1A} Cephe Kaplama Sistemi Detayı (The Plan Sayı 92, 2016).

Cephede üzerinde taş kaplamaların diğer bir uygulama tekniği ise duvar gövdesine askı profilleriyle ya da özel bağlantı elemanlarıyla asma tekniğidir. Metal alt konstrüksiyona askı profilleriyle asma yönteminde; duvar gövdesine ankraj

elemanları belirli aralıklarla tesbit edilmektedir. Bu ankraj elemanlarının üzerine yatay/dikey metal profiller civata ya da vidalarla tesbit edilir. Oluşturulan taşıyıcı alt konstrüksiyon sistemi üzerine askı görevi gören yatay/dikey metal profiller tesbit edilmektedir. Şekil 3.32’te granit, Şekil 3.33’te mermer cephe kaplamaları gösterilmektedir.

Taşın tipi ve boyutları, uygulanacak duvarın yapısı (hava boşluğu, yatay ya da düşey uygulama yöntemi), genleşme için gereken derz boşluğu, yapı yüksekliği, ölü yükler, sismik yükler, rüzgar yükleri, projenin tasarım kriterleri ve statik hesaplamalardaki güvenlik faktörü mekanik tespit elemanlarının boyutunu ve biçimini etkilemektedirler.



Şekil 3.32: GR^{2B} Cephe Kaplama Sistemi Detayı (The Plan Sayı 36, 2009).



Şekil 3.33: MER^{5A} Cephe Kaplama Sistemi Detayı (The Plan Sayı 29).

Bu tür kaplamaların uygulanmasında taşın cinsi kaplama'nın tespit yöntemini etkileyen bir etmendir. Tortul ve yapay taş kaplama plakları bünye yapılarının işlenmeye daha elverişli olması ya da özellikle yapay taşların döküm sırasında nispeten bütün yuva ve deliklerinin açılmasına ve bırakılmasına olanak vermesi nedeniyle lama ve kenetlerle tespit edilir. Diğer yandan başkalaşım ve katılma taşları sert bünye yapıları ve işleme zorlukları nedeniyle daha küçük delik oyuk ve profil açmaya elverişlidir. Bu nedenle bu ikinci grup daha çok tel kenet ve kancalarla tespit edilebilir. Bir bina cephesinde kaplama yapılması tasarlandığı zaman öncelikle kenet sistemi seçilmeli ve kaplama plaklarının büyüklüğüne bağlı olartak kenet yerlerinin gösterildiği bir cephe detay resmi hazırlanmalıdır. Kaplama işlemi hazırlanan bu detay resmine göre yapılmalıdır. Lamalı kenetlerde kaplama yapılması halinde kenetlerin önceden hazırlanan detay resmine uygun olarak belirli aralıklarla duvara tespit edilmesi ve daha sonra kaplama plakalarının kenetlere takılması sağlanır. Bunun için lamalı kenetin şekline göre kaplama plağında uygun bir yuva açılarak kapkamanın kenete bağlantısı yapılır. Lamalı kenet duvara çimento harcıyla tespit edilir. Lamalı diğer kenet tipi ise duvara yerleştirilmiş kırlangıç kuyruğu biçimli düşey bir metal kanalın içine yukarı aşağı kaydırılabilen kırlangıç kuyruğu şekilli kenettir. Pimli kenetlerin uygulanması için pimlerin birlikte kullanıldığı plaka kaplamanın büyüklüğüne göre önceden duvara açılmış yuvaya çimento harcıyla tespit edilir. (Toydemir ve diğ, 2000).

Bir binaya ankrajlı bütün taş kaplama panellerin maruz kaldıkları; yerçekimi yükü (taş panelin ağırlığı) ve uygulanan yüküdür (rüzgar yükü, yapısal ve ısı hareket, sismik hareket). Tüm ankrajların konumu, şekli ve boyutu, taşı, maruz kalabilecekleri bütün gerilmelere (sıkışma, gerilme, eğilme, burulma) karşı güvenli bir şekilde destekleyecek şekilde tasarlanmalı ve hesaplanmalıdır. Taşın üzerinde aşırı gerilimler oluşmasına neden olmaktan kaçınılmalıdır. Düşey paneller ve dikeyden 60⁰'ye kadar eğimi olanlar için minimum 30 mm'lik bir kalınlık belirlenmiştir; daha küçük açılar için ise en az 40 mm olmalıdır. Yatay paneller ve yataydan 15⁰'ye kadar eğimli olanlar için sabit yüklere ve dinamik gerilmelere tolerans göstermek amacıyla bir değişken hesaba katılmalıdır (Hugues ve diğ, 2005).

3.3.5 Beton/Çimento Esaslı Cephe Kaplama Sistemlerinde Tespit Yöntemleri

Bu bölümde cephe kaplama sistemleride kullanılabilecek çimento esaslı malzemeler; cam elyaf takviyeli beton panel, lifli çimento levhaların tespit yöntemi alternatifleri Çizelge 3.6’da incelenmiştir.

Doğal lifli çimento esaslı levhalar, otaklavlı selüloz elyafli çimentolu levha olmaktadır ve piyasada 8 ile 30 mm arasında değişen kalınlıkta, 2500, 2800, 3000 mm boyutlarda üretilmektedirler. İyi ses ve ısı yalıtım performansına sahip olmaktadır ayrıca neme dayanıklıdır. İstenildiğinde ahşap ve taş dokusu verilerek üretilmektedirler.

Çizelge 3.6 : Çimento Esaslı Ürün Tiplerinin Tespit Yöntemleri (Herzog ve diğ, 2008; Toydemir ve diğ,2000; Brookes ve diğ, 2008).

KOD	MALZEME	KONSTRÜKSİYON						BİÇİM		
		DIŞ DUVAR YALITIMI ÜZERİNE		DUVAR GÖVDESİNE TESPİT EDİLMİŞ METAL ALT KONSTRÜKSİYON SİSTEMİ ÜZERİNE TESPİT				A. KARO/PLAK	B. LEVHA	C. PANEL
		1. HARÇ	2. ANKRAJ ELEMANLARI	3. YAPIŞTIRMA	4. VİDA	5. KLİPS	6. ASMA			
LÇ ^{3C}	AHŞAP LİFLİ ÇİMENTO									X
LÇ ^{6C}	AHŞAP LİFLİ ÇİMENTO									X
LÇ ^{4C}	AHŞAP LİFLİ ÇİMENTO									X
CTB ^{2C}	CAM ELYAF TAKVİYELİ BETON									X
CTB ^{5C}	CAM ELYAF TAKVİYELİ BETON									X

Ahşap liflerle takviye edilmiş çimento malzemeler yabancı literatürlerde ‘fibrecement’ olarak adlandırılmaktadırlar ve panel biçiminde cephe kaplama sistemlerinde kullanılmaktadırlar. Lifli çimento paneller standart olarak 8 mm, 10 mm, 12 mm kalınlığında, 3050x1250 mm, 3100x1250 mm, 3050x1192 mm, 2500x1220 mm, 2500x1250 mm, 2500x 1192 mm ebatlarında, gri, siyah, beyaz, kırmızı, sarı, yeşil ve mavi gibi çok çeşitli renk tonlarında üretilmektedirler. 8mm kalınlığındaki lifli çimento panellerin ağırlıkları 15.4 kg/m², 10 mm panel

kalınlığındaki panellerin ağırlıkları 16.8 kg/m^2 , 12 mm kalınlığına sahip lifli çimento paneller ise 22.8 kg/m^2 dir (Swiss pearl^R katalog, 2016; Equitone katalog 2013).

Lifli çimento panellerin üç tip tespit tekniği bulunmaktadır. Birincisi, duvar gövdesine sabitlenmiş mevcut bir taşıyıcı metal/ahşap çerçeve alt konstrüksiyon sistemi üzerine yapıştırma tekniğiyle tespittir (Şekil 3.34). Bu yöntemde cephede düz panel görünümü elde edilmektedir.

İkinci tespit yöntemi ise duvar gövdesine sabitlenmiş mevcut dikey taşıyıcı alt konstrüksiyon sistemi üzerine vida ile tespit edilen yatay askı profilleri üzerine lifli çimento panellerin asılması tekniğidir. Panellerin görünmeyen arka yüzeyinin tesbit noktalarından önceden delinmiş olması askı profiline cıvata ile gizli sabitleme yöntemi sağlamaktadırlar (Şekil 3.35). Bu yöntem birleşim noktaları gizlemektedir ve düz bir cephe yüzeyi görünümü kazandırmaktadır. Metal alt konstrüksiyon sistemi için kullanılacak profillerin kesiti 'omega' ya da 'Z' biçiminde olabilmektedir (Equitone katalog, 2013).



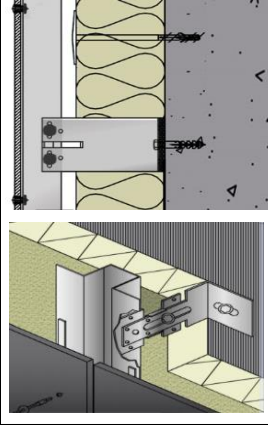
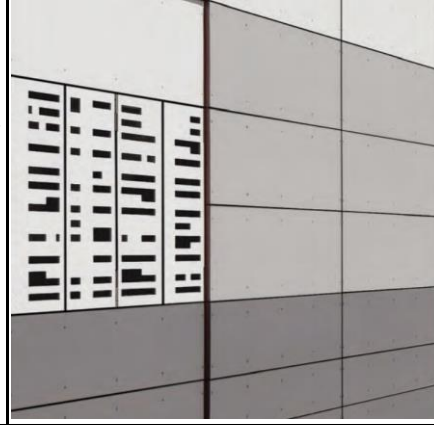
Şekil 3.34: LÇ^{3C} Cephe Kaplama Sistemi Detayı(Equitone katalog, 2013; Swiss pearl[®], 2016).

Lifli çimento panellerin cephe üzerine üçüncü uygulama yöntemi ise duvar gövdesine sabitlenmiş mevcut dikey taşıyıcı alt konstrüksiyon sistemi üzerine vida ile tespit edilen yatay askı profilleri üzerine lifli çimento panellerin vidalanması tekniğidir. Bu yöntemde panelin dış yüzeyindeki birleşim noktalarında bulunan vidalar cephe yüzeyinde görünmektedirler (Şekil 3.37).

CEPHE KAPLAMA SİSTEM KESİTİ		GÖRSEL
	<p>Dikey alt konstrüksiyon üzerindeki yatay askı profillerine lifli çimento panellerin arka yüzeyinden gizli vidalama ile tesbit edilmesi.</p>	
Batı Kampüsü Ulaşım Merkezi, ABD, Neuman Monson Mimarlık		

Şekil 3.35: LÇ^{6C} Cephe Kaplama Sistemi Detayı (Equitone katalog, 2013; Swiss pearl[®], 2016).

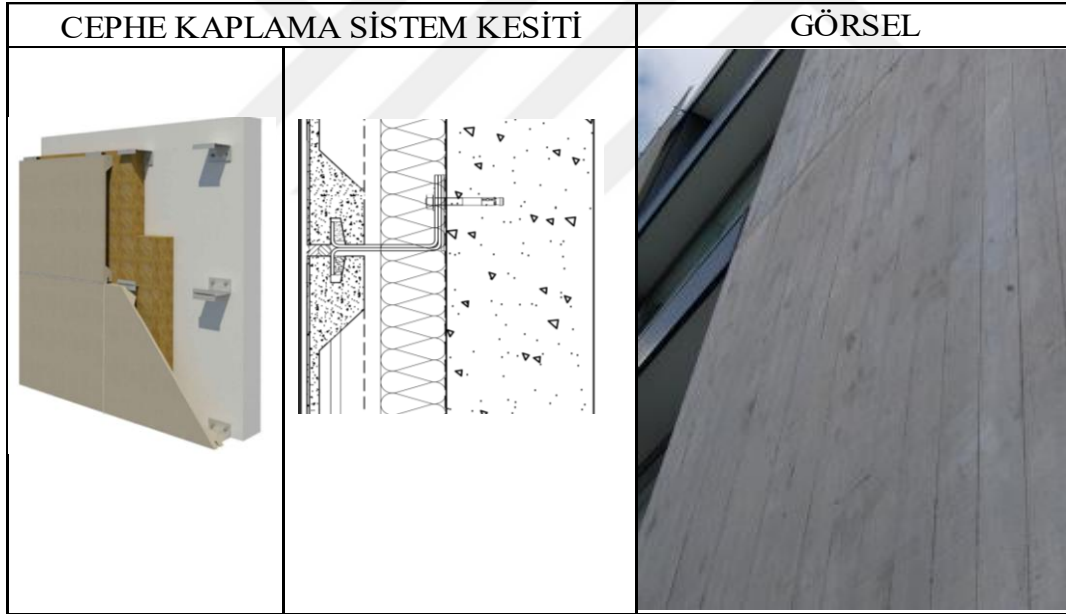
Yağış perdesi cephe kaplama sistemlerinde dış duvar katmanları detaylandırılırken lifli çimento panel kaplama malzemesinin arkasında 10 metre yüksekliğe sahip yapılarda minimum 20 mm, 10-20 metre arası yüksekliğe sahip yapılarda 25 mm, 20-50 metre yüksekliğe sahip yapılarda 30 mm boşluk bırakılmalıdır. İngiltere ve İskandinavya ülkelerindeki yerel yönetmeliklerde yağış perdesi cephe kaplama sistemlerinde hava tabakası minimum 20 mm olması gerektiği belirtilmiştir. Paneller arası derzler bu boşluk oranını etkilemektedir (Equitone katalog, 2013).

CEPHE KAPLAMA SİSTEM KESİTİ		GÖRSEL
	<p>Lifli çimento panellerin, duvar gövdesi üzerine ankraj elemanlarıyla tesbit edilen alt konstrüksiyon sistemi üzerine görünür vidalama ile tesbit edilmesi.</p>	
Astrid Bornheim Mimarlık		

Şekil 3.36: LÇ^{4C} Cephe Kaplama Sistemi Detayı (Equitone katalog, 2013)

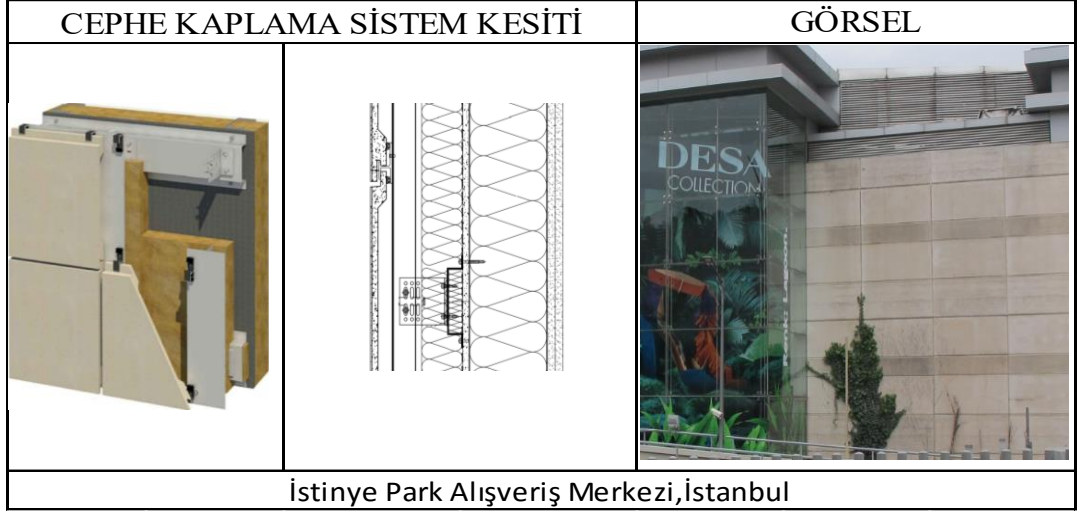
Geçtiğimiz on yıl içerisinde, tek katmanlı kaplama, profillendirilmiş levha, köpüklü poliüretanlı kompozit paneller, döküm veya kalıplaşmış ürünler de dahil olmak üzere cam elyaf takviyeli beton malzemesiyle kaplama sistemi geliştirilmiştir. Cam elyaf

takviyeli betonların cephe üzerinde uygulanmasında tespit yöntemi ile ilgili seçiminde, sağlanması gereken bir dizi koşul tarafından yönlendirilecektir, bunlar; yangın, ısı, akustik, ağırlık vb. kriterlerdir. CTB, tek katlı formda, ametal bir dikme çerçeve üzerine monte edilebilir. Bu çerçeveleme, düzlem dışı kuvvetlere karşı destek ve dayanıklılık sağlar ve CTB katmanlarının genişleme ve daralma imkanı tanır. Sandviç konstrüksiyonda, genellikle, yangına karşı ve ısı karakteristikleri sağlamak ve eğilmeyi de minimize edebilmek üzere, mukavemet hesaplamalarında belirtilenden daha büyük bir toplam kalınlık kullanılacaktır 10 mm kalınlığındaki 3050x1220 mm boyutlarındaki panelin ağırlığı 62.5 kg/panel ve 2500x1200 mm boyutlarındaki panelin ağırlığı ise 51.2 kg/panel'dir (Brookes ve diğ, 2008). Yaygın olarak 12 ve 15 cm arasında üretilen cam elyaf takviyeli panellerin iki tip tespit tekniği vardır. Birincisi metal alt konstrüksiyon olmadan ankraj elemanlarıyla duvar gövdesi üzerine tesbit edilmesidir. Bu yöntem maksimum 1000x1000 mm ebatlardaki panellerde uygulanmaktadır (Şekil 3.37).



Şekil 3.37: CTB^{2C} Cephe Kaplama Sistemi Detayı (Telling Architectural, 2016).

Cam elyaf takviyeli betonların cephede kaplama olarak uygulanmasında ikinci yöntem ise, duvar gövdesi üzerine ankraj elemanı ile tesbit edilen dikey profillere yatay olarak asılan klipslerle takılmasıdır. Ankraj elemanları orta akstan 60 cm aralıklarla yerleştirilmez (Şekil 3.38).



Şekil 3.38: CTB^{5C} Cephe Kaplama Sistemi Detayı (Telling Architectural, Fibrobeton).

3.3.6 Cam Esaslı Cephe Kaplama Sistemleri

Camın ana maddeleri kuvars kumu, kireç soda ile metal oksitlerdir. Cam diğer tüm seramikler arasındaki en önemli farkı, kristalli bir yapıya sahip değildir. Kristalleşme olmaksızın soğuması ona, saydamlık sağlamaktadır. Polikarbonat gibi bazı polimerlerden dışında hiçbir malzeme, cam kadar saydam olup ışığı geçiremez (Fernandez, 2006). Cam, camlaşmış silikattır. Cam, sıvılar gibi amorf bir maddedir. Üç boyutlu bir kafes yapısı vardır ve valans bağlıdır (Vlack, 1972). Sıvılardan çok daha rijittir ve viskozitesi yüksektir. Cam liflerinin çekme kuvveti $70,000 \text{ kg/cm}^3$ ye yaklaşabilir. Kuvvet yönünden metallerle olan yüksekliğine bir sebep cam lifinde kayma olmayışıdır (Vlack, 1972). Yapı malzemecileri, cam liflerini polimer esaslı malzemelerin ve yapay taşların içinde belirli bir oranda kullanılarak kompozit malzeme oluştururlar.

Cam tabakalı kompozit malzeme en basit biçimiyle iki cam tabakası arasına 1 PVB (Polvinilbütural) tabaka konularak tabakaların belirli sıcaklıkta ve basınç altında yapıştırılmalarıyla elde edilmektedir. PVB kırılmaksızın çok yüksek oranda şekil değişikliği gösterebilen esnek bir malzemedir. Üretimi öncesinde yarı saydam plastik bir film halinde olan PVB tabakası uygulama sırasında sıcaklığın etkisiyle saydamlaşmakta ve her iki yanındaki cam tabakalarının yüzeylerine yapışmaktadır. Böylelikle ortada PVB katmanı olan ve bu katmanla birbirine yapışmış her iki yüzeyi cam olan lamine cam malzeme elde edilmektedir. Yüzeyleri oluşturan cam tabakaların dış atmosfer koşullarına dayanımını ve saydamlık özelliğini koruyan bu

kompozit malzemenin darbe etkisiyle kırılması halindedey parçaları dağılmamakta ve dolayısıyla çevresi için hayatı bir tehlike oluşturmamaktadır. Güvenlik camları diye adlandırılan kırılması halinde kullanıcı açısından veya tehlike oluşturmeyen camlar grubuna giren bu malzemenin üretiminde cam ve PVB tabakalarının sayıları çoğaltılarak kompozitin dayanımında arttırılabilmektedir (Ersoy, 2001). Kullanılan tabakaların sayısı ve kalınlığına bağlı olarak bu camlar performansını etkilemektedir.

Bu tezin içeriği olarak, cephenin opak bileşenini oluşturan ve belirli kat yüksekliğinin üzerindeki yapılar için uygulanabilen çağdaş cephe kaplama sistemlerinde kullanılabilen malzemeler incelenmiştir. Bu tanım içerisinde cam ise giydirme cephe tiplerinde farklı olarak duvar gövdesine ankraj elemanlarıyla tesbit edilen metal alt konstrüksiyon sistemi üzerine yapıştırılarak, vidalama, özel bağlantı parçaları ile asma ve ankraj yöntemiyle tesbit edilebilmektedir.

Cephe kaplama sistemlerinde boyalı opak camlar tercih edilmektedir çünkü kaplama malzemesinin arkasında bulunan dış duvar arka katmanlarının gözükmesi estetik açıdan uygun olamamaktadır.

Çizelge 3.7 : Cam Esaslı Ürün Tiplerinin Tespit Yöntemleri (Herzog ve diğ, 2008; Toydemir ve diğ,2000; Brookes ve diğ, 2008).

KOD	MALZEME	KONSTRÜKSİYON						BİÇİM		
		DIŞ DUVAR ÜZERİNE T.		DUVAR GÖVDESİNE TESPİT EDİLMİŞ METAL ALT KONSTRÜKSİYON SİSTEMİ ÜZERİNE TESPİT				A. KARO/PLAK	B. LEVHA	C. PANEL
		1. HARÇ	2. ANKRAJ ELEMANLARI	3.YAPIŞTIRMA	4.VİDALAMA	5.KLİPS	6.ASMA			
C ^{2B}	LAMİNE CAM								X	
C ^{3B}	LAMİNE CAM								X	
C ^{5B}	LAMİNE CAM								X	
C ^{6B}	LAMİNE CAM								X	

Yapılarda, dış kabuğun oluşumunda lamine camlar da kullanılmaktadır. Yüksek yapılarda, giydirme cephe uygulamalarının yanısıra, bu tür camların çeşitli türleri güvenlik amacıyla banka, kuyumcu, gişe, hastanelerin bazı bölümleri, asayiş ve

güvenlikle ilgili birimler gibi, darbe etkisinin olabileceği, güvenliğin önem taşıdığı yerlerde kullanılmaktadır (Ersoy, 2001). Cephede kaplama sistemi malzemesi olarak kullanılabilen 5 mm kalınlığındaki opak ve renkli temperli lamine camlar 3210x250 mm ebatlarında üretilmektedirler (Madras® vitrealspeechi).

CEPHE KAPLAMA SİSTEM KESİTİ	GÖRSEL
15 mm kalınlığında temperli ve lamine cam uygulaması	
SIEMENS OFİS BİNASI, ENLARGEN, STAAB MİMARLIK	

Şekil 3.39: C^{5B} Cephe Kaplama Sistemi Detayı (Madras® vitrealspeechi).

3.3.7 Ahşap Esaslı Cephe Kaplama Sistemleri

Estetik beklentiler doğrultusunda cephe için tercih edilen modül boyutuna bağlı olarak, çita biçiminde ya da geniş ahşap paneller modüller olarak kullanılabilir.

Ahşap paneller 2440 mm x 1220 mm ebatlarında 6, 8, 10, 12, 16, 18, 20, 22 mm kalınlıklarında üretilmektedirler. Ahşap panellerin ağırlıkları ise kalınlıklara göre sırasıyla 8.10, 10.80, 13.50, 16.20, 18.90, 21.60, 24.30, 27, 29.70 kg/m² dir (Prodema, 2016; Parklex 2015). Cephe uygulamalarında ahşap paneller arasında 6 ile 8 mm arasında derz genişliği bırakılmalıdır. Ahşap paneller duvar gövdesine ankraj elemanlarıyla tesbit edilen yatay/dikey alt konstrüksiyon sistemi üzerine görünür vida ya da perçinlerle tesbit edilmektedir. Perçinlerle tesbit sadece metal alt konstrüksiyon sisteminde kullanılmaktadır, ahşap konstrüksiyon sisteminde uygulanamaz. Ahşap paneller duvar gövdesine ankraj elemanlarıyla tesbit edilen yatay/dikey alt konstrüksiyon sistemi üzerine görünür vida ya da perçinlerle tesbit edilmektedir.

Perçinlerle tesbit sadece metal alt konstrüksiyon sisteminde kullanılmaktadır, ahşap konstrüksiyon sisteminde uygulanamaz. Bu sistemde alt konstrüksiyonu oluşturan dikey profiller arası genişlik 6 mm kalınlığındaki paneller için en fazla 400 mm, 8 ya

da 10 mm kalınlığındaki paneller için en fazla 600 mm, 12 mm kalınlığındaki panelelr için en fazla 800 mm ve 14 mm kalınlığındaki paneller için en fazla 800 mm aralıkta yerleştirilmelidir. Vidalar ahşap panelin köşesinde 20 mm mesafe ile yerleştirilmelidir.

Diğer uygulama yöntemi ise, duvar gövdesine ankraj elemanlarıyla sabitlenen dikey alt konstrüksiyon sistemi üzerine yatay raylı profiller tesbit edilmektedir. Ahşap panellerin arkasına gizli vida ile tesbit edilen askı profilleri bu metal raylı profillere geçirilmektedir, ardından vida ile sabitlenmesiyle uygulama tamamlanmış olmaktadır. Cephe uygulaması tamamlandığında paneller arkasındaki askı profilleri sayesinde tesbit noktaları belli olmamakla birlikte düz bir yüzey elde edilmektedir. Bu kaplama tekniği 10, 12 ve 14 mm kalınlığındaki ahşap panellere uygulanmaktadır. Bu sistemde alt konstrüksiyonu oluşturan profiller arası genişlik 10 mm kalınlığındaki paneller için en fazla 600 mm, 12 mm kalınlığındaki paneller için en fazla 800 mm ve 14 mm kalınlığındaki paneller için en fazla 1000 mm aralıkta yerleştirilmelidir.

Çizelge 3.8 : Ahşap Esaslı Ürün Tiplerinin Tespit Yöntemleri (Herzog ve diğ, 2008; Toydemir ve diğ,2000; Brookes ve diğ, 2008).

KOD	MALZEME	KONSTRÜKSİYON						BİÇİM		
		DIŞ DUVAR YALITIMI ÜZERİNE TESPİT		DUVAR GÖVDESİ ÜZERİNE TESPİT EDİLMİŞ METAL ALT KONSTRÜKSİYON SİSTEMİ ÜZERİNE TESPİT				A. KARO/PLAK	B. LEVHA	C. PANEL
		1. HARÇ	2. ANKRAJ ELEMANLARI	3. YAPIŞTIRMA	4. VIDALAMA	5. KLİPS	6. ASMA			
KL ^{3C}	KOMPAKT LAMİNAT									X
KL ^{4C}	KOMPAKT LAMİNAT									X
KL ^{5C}	KOMPAKT LAMİNAT									X
KL ^{6C}	KOMPAKT LAMİNAT									X

Bu sistemde paneller arkasında destek için en az üç askı profili olmalıdır. ama panel genişliği 150 ile 400 mm arasında ise iki adet askı profili yeterli olmaktadır. Diğer

bir tesbit yöntemi ise ahşap paneller duvar gövdesine tesbit edilen dikey alt konstrüksiyon sistemi üzerindeki çift taraflı yapıştırıcı üzerine silikon ile panellerin yapıştırılmasıdır. Bu sistem 8, 10 ve 12 mm kalınlığındaki ahşap panellerle uygulanmaktadır ve alt konstrüksiyonu oluşturan profiller arası genişlik 8 mm kalınlığındaki paneller için en fazla 400 mm ve 10 ile 12 mm kalınlığındaki paneller için en fazla 600 mm aralıkta yerleştirilmelidir.



Şekil 3.40: KL^{4A} Cephe Kaplama Sistemi Detayı (Prodema).

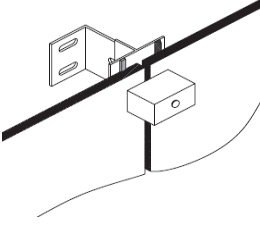



Şekil 3.41: KL^{5A} Cephe Kaplama Sistemi Detayı (Prodema).

Paneller arkasında destek için en az üç askı profili olmalıdır. ama panel genişliği 150 ile 400 mm arasında ise iki adet askı profili yeterli olmaktadır. Yapıştırma tekniğiyle metal alt konstrüksiyona uygulanan panellerin arkasında en az üç destek olmalıdır . Bu tesbit yöntemi 6 mm kalınlığındaki paneller için uygun değildir.(Prodema).

Ahşap panellerin (çita) bir başka tesbit tekniği ise panellerin klipslerle sabitlenmesidir. Bu yöntemde, duvar gövdesi üzerine ankraj elemanlarıyla dikey

taşıyıcı profiller tesbit edilmektedir ve paslanmaz çelik klips elemanları ise duvar gövdesine kurulan dikey metal taşıyıcı profillere vida ile tesbit edilmektedir.

CEPHE KAPLAMA SİSTEM KESİTİ		GÖRSEL
	<p>Ahşap paneller duvar gövdesine tesbit edilen dikey alt konstrüksiyon sistemi üzerindeki çift taraflı yapıştırıcı üzerine silikon ile yapıştırılmıştır.</p>	

Şekil 3.42: KL^{3A} Cephe Kaplama Sistemi Detayı (Prodema).

Paneller, panelin uzun kenarının üstünden ve altından açılan yivlerle bu kliplere tutturulmaktadır. Bu uygulamadaki paneller 8 mm kalınlığında, 2440 mm genişliğinde ve 200 mm ya da 300 mm eninde üretilmektedirler (Prodema). Ahşap paneller kliplere (çita) farklı düzenlerde uygulanarak cepheye desen kazandırılabilir. Bu sistemde 2440 mm genişliğindeki bir panel için 60 cm aralılarda taşıyıcı metal alt konstrüksiyon olmalıdır.

CEPHE KAPLAMA SİSTEM KESİTİ		GÖRSEL
	<p>Duvar gövdesi üzerine tespit edilen metal alt konstrüksiyon sistemi üzerine klips elemanları tesbit edilmiştir. Ahşap paneller bu kliplerle cephe üzerinde uygulanmıştır.</p>	

Harry Parker Yat Kulübü, Anmahian Winton Mimarlık

Şekil 3.43: KL^{5A} Cephe Kaplama Sistemi Detayı (Prodema).

3.4 Bölüm Sonucu

Bu bölümde cephede kaplama olarak kullanılabilecek malzeme cinsleri, biçim alternatifleri, ve biçimlerine göre tespit yöntemi alternatifleri ortaya konmuştur. Çizelge 3.9’da 33 adet farklı ürünlere ait kodlar ve bu ürünlerin tespit yöntemi alternatiflerine göre oluşan toplam 57 adet cephe kaplama sistemleri belirtilmiştir.

Kaplama malzemeleri; metal, polimer, kil, çimento, ahşap, taş ve cam esaslı malzemelerden oluşmaktadır. Kaplama malzemesi, malzemenin biçimsel olasılıklarına göre karo/plak (A), levha (B) ve panel (C) olarak sınıflandırılmıştır. Tespit yöntemleri ise duvar gövdesi üzerine tespitte kaplama malzemesi harç ile yapıştırma (1) veya duvar gövdesine ankraj elemanlarıyla alt konstrüksiyon olmadan tespit (2), duvar gövdesine genellikle ankraj elemanlarıyla civatalarla tespit edilen taşıyıcı nitelikteki metal alt konstrüksiyon sistemi üzerine tespitte; kaplama malzemesi metal alt konstrüksiyon üzerine, özel yapıştırıcılarla yapıştırma (3), vida (4), klipsle asma (5), ve özel bağlantı elemanlarıyla asma (6) ile tespit olarak sınıflandırılmıştır.

Çizelge 3.9 : Ürünler ve Cephe Kaplama Sistemleri

CEPHE KAPLAMA SİSTEMİ (m ^{kb})	ÜRÜN (MALZEME ve BİÇİM) (m ^b)	TESPİT YÖNTEMİ (m ^k)	
METAL	ST ^{4B}	PASLANMAZ ÇELİK LEVHA (m ^B)	• VİDA (m ⁴)
	STK ^{4B}	PASLANMAZ ÇELİK KOMPOZİT LEVHA	• VİDA
	AL ^{4B}	ALÜMİNYUM LEVHA	• VİDA
	AL _K ^{6C}	ALÜMİNYUM KOMPOZİT PANEL (m ^c)	• ASMA (m ⁵)
	AL _K ^{4C}		• VİDA
	AL _S ^{4C}	ALÜMİNYUM SANDVIÇ PANEL	• VİDA
	TI ^{6B}	TİTANYUM LEVHA	• ASMA
	TI ^{4B}		• VİDA
	TI _K ^{4B}	TİTANYUM KOMPOZİT LEVHA	• VİDA
	TI _{Zn} ^{6B}	TİTANYUM ÇİNKO LEVHA	• ASMA
	TI _{Zn} ^{4B}		• VİDA
	ZN ^{6B}	ÇİNKO LEVHA	• ASMA
	ZN ^{4B}		• VİDA
	ALZN _K ^{4B}	ALÜMİNYUM ÇİNKO LEVHA	• VİDA
	CU ^{6B}	BAKIR LEVHA	• ASMA
CU ^{4B}	• VİDA		

Çizelge: 3.9 (devam) : Ürünler ve Cephe Kaplama Sistemleri

CEPHE KAPLAMA SİSTEMİ (m ^{kb})	ÜRÜN (MALZEME ve BİÇİM) (m ^b)	TESPİT YÖNTEMİ (m ^k)		
PIŞMIŞ KİL	TU ^{1A}	TUĞLA	KARO/PLAK (m ^a)	• HARÇ (m ¹)
	KLİ ^{1A}	KLİNKER	KARO/PLAK	• HARÇ
	KLİ ^{4A}			• VİDA
	TER ^{5B}	TERRAKOTA	LEVHA	• KLİPS
	POR ^{1A}	PORSELEN	KARO/PLAK	• HARÇ
	POR ^{3A}			• YAPIŞTIRMA
	POR ^{5A}			• KLİPS
POLİMER	PVC ^{4C}	POLİVİNİLKORÜR	PANEL	• VİDA
	PVC _S ^{4C}	POLİVİNİLKORÜR SANDVIÇ	PANEL	• VİDA
	ACR ^{3B}	AKRİLİK	LEVHA	• YAPIŞTIRMA (m ³)
	ACR ^{5B}			• KLİPS (m ⁵)
	MAP ^{6C}	MİNERAL AKRİLİK	PANEL	• ASMA (m ⁶)
	MAP ^{3C}			• YAPIŞTIRMA
	PC ^{4B}	POLİKARBONAT	LEVHA	• VİDA
	PC ^{5C}	POLİKARBONAT	PANEL	• KLİPS
	CTP ^{4B}	CAM ELYAF TAKVİYELİPOLYESTER	LEVHA	• VİDA
	CTP ^{6C}	CAM ELYAF TAKVİYELİPOLYESTER	PANEL	• ASMA
TAŞ	GR ^{1B}	GRANİT	LEVHA	• HARÇ
	GR ^{2B}			• ANKRAJ (m ²)
	GR ^{6B}			• ASMA
	MER ^{1B}	MERMER	LEVHA	• HARÇ
	MER ^{6B}			• ASMA
	TRA ^{1B}	TRAVERTEN	LEVHA	• HARÇ
	TRA ^{6B}			• ASMA
	KUM ^{1B}	KUMTAŞI	LEVHA	• HARÇ
	KRÇ ^{6B}	KİREÇTAŞI	LEVHA	• ASMA
	KRÇ ^{6B}			• ASMA
KKT ^{6B}	KUVARS ESASLI KOMPOZİT TAŞ	LEVHA	• ASMA	
ÇİMENTO	LÇ ^{3C}	AHŞAP LİFLİ ÇİMENTO	LEVHA	• YAPIŞTIRMA
	LÇ ^{4C}			• VİDA
	LÇ ^{6C}			• ASMA
	CTB ^{2C}	CAM ELYAF TAKVİYELİ BETON	LEVHA	• ANKRAJ
	CTB ^{5C}			• KLİPS

Çizelge: 3.9 (devam) : Ürünler ve Cephe Kaplama Sistemleri

CEPHE KAPLAMA SİSTEMİ (m ^{kb})		ÜRÜN (MALZEME ve BİÇİM) (m ^b)		TESPİT YÖNTEMİ (m ^k)
CAM	C ^{2B}	LAMİNE CAM	LEVHA	<ul style="list-style-type: none">• ANKRAJ• YAPIŞTIRMA• KLİPS• ASMA
	C ^{3B}			
	C ^{5B}			
	C ^{6B}			
AĞŞAP	KL ^{3C}	KOMPAKT LAMİNAT	PANEL	<ul style="list-style-type: none">• YAPIŞTIRMA• VİDA• KLİPS• ASMA
	KL ^{4C}			
	KL ^{5C}			
	KL ^{6C}			
		33 ADET ÜRÜN		57 ADET CEPHE KAPLAMA SİSTEMİ



4. CEPHE KAPLAMA SİSTEMLERİNİN PERFORMANS GEREKSİNİMLERİ AÇISINDAN DEĞERLENDİRİLMESİ

Günümüzde gelişen teknoloji ve büyük bir çeşitlilik kazanan malzeme üretimi, değişik malzemeler kullanılarak çeşitli elemanların üretimine olanak verir bir nitelik kazanmış durumdadır (Tanaçan ve diğ. 1998). Böyle bir rekabet ortamında bulunan mimarlar tasarladıkları yapıların cephesi için kaplama ve tespit yöntemi seçimi sürecine girmektedir. Mevcut malzemelerin seçilmesinde dahi, standart bir sistemin seçilmesi süreci söz konusudur. Örneğin, ahşap karkas sistemi, hava tabakalı taş kaplama sistemi, ya da diğer bileşenler gibi. Şartname sürecini, sistemin genelleştiren yapısı yönlendirmektedir. Yani çağdaş bir mimar daha ziyade, standartlaşmış performans özelliklerine sahip fabrikada üretilmiş bileşenleri tedarik etmektedir. Tasarım eğer, sistem seçimi şeklinde gerçekleşiyorsa, o takdirde malzeme seçimi yöntemlerinin geliştirilmesine olan gereksinme düşük olmaktadır. Tasarımcı, çok iyi bilinen alternatifler arasından kolayca seçim yapmakta ve uygun bir çözüme ulaşmak için bir dizi kurallar üzerine çalışmaktadır (Fernandez, 2004)

Öte yandan, tasarımın her zaman, değişen gereksinimlere daha iyi çözümler bulma süreci olduğu dikkate alınacak olursa, binaların yapımının sistem seçimiyle sınıflandırılması, malzemenin cinsinden kaynaklanan temel özelliklerinin dikkate alınarak yeni tasarım olanaklarının keşfedilmesine engel olabilmektedir. Standartlaşmış sistemler yerine geniş bir malzeme seçeneği arasından seçim yapma, beklenmeyen potansiyel ile sonuçlanabilen tahmin edilemeyen çözümlerin elde edilmesi olanağını arttırabilmektedir.

Bu çalışmada cephe kaplama sisteminin performans gereksinimleri açısından değerlendirilmesinde sırasıyla;

- malzeme cinsi ve özellikleri,
- malzemenin biçimi (ürün) ve tespit yöntemleri ve
- kaplama sistemi

bir bütün olarak ele alınmış ve irdelenmiştir. Aşağıda yer alan bölümlerde sırasıyla değerlendirmede kullanılan yöntem, ve belirlenmiş olan bu yönteme göre ürün ve tespit yöntemi açısından yarar değer katsayılarının belirlenmesindeki aşamalar detaylı olarak açıklanmaktadır.

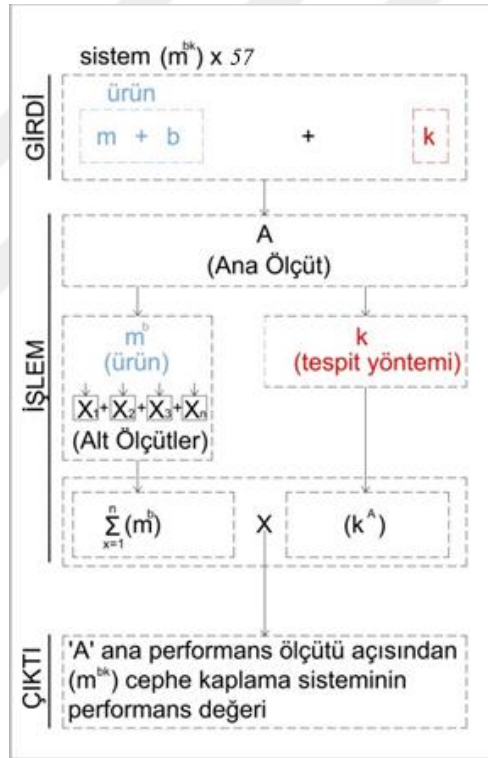
4.1 Cephe Kaplama Sisteminin Performans Gereksinimi Açısından Değerlendirilmesinde Kullanılan Yöntem

Hassas laboratuvar deneyleri sayesinde belirlenen malzeme özellikleri bilinmesine rağmen, malzemelerin farklı tespit elemanlarıyla birlikte cephede kullanılması, farklı ortam koşulları ve yapının tasarım sürecinde karşılaşılabilen belirsizlikler malzemelerin kullanım ömürlerinde daima farklılıklara neden olmaktadır. Cephe sisteminin tasarımı, yani sistemin bileşenlerinin farklı kısımları arasındaki ilişki de dikkate alınmalıdır. Dış cephe kaplamasının tespitinde, katmanların içten dışarıya doğru yapı fiziği gereklilikleri dikkate alınarak yerleştirilmesi, gerekli olan performans seviyesine ulaşmada daima ana strateji olmalıdır. Tercih edilen tespit yönteminin cephe performansına en az malzeme özeliği kadar etkisi bulunmaktadır. Bu sebeple, ürünün tercih edilen tespit yöntemiyle birlikte sergilediği davranışı incelemek üzere tespit yöntemi alternatifleri de değerlendirme yöntemine dahil edilmiştir.

Alternatiflerin sıralanmasıyla ilgili bir değerlendirme analizi, değer nesnesinin kullanıcıya sağladığı özne ile nesne arasında var olan kullanım değerini saptamayı amaçlıyorsa, ‘‘Yarar-Değer’’ analizinden söz edilebilir (Tapan,2004). Böylece bir analiz sonucunda elde edilen değerlerin büyüklüğü, değerlendirilen nesneye uygun ölçme işlemleri, değer içerikleri ve öznel bir sistemle saptanabilir. Faydaların en üst düzeye ulaşabilmesi ilkesi esas alınarak, Yarar-Değer’i, amaç sistemi ve karar vericinin (veya bir grubun) tercihleriyle ilgili bir değer sistemine bağlı olarak ortaya çıkmaktadır. Bu nedenle Yarar-Değer analizine bağlı değerlendirme yöntemleri sonucunda elde edilen değerler, (+) (-) simgeleriyle, puanlarla ve bu puanlara, simgelere dayanarak sözcüklerle de ifade edilebilirler. Örneğin, 100 çok iyi, 75 iyi, 60 orta gibi (Tapan, 2004). Yarar-Değer analizinin yapılabilmesi için en az iki alternatifin mevcut olması veya bir gerçek alternatifin hipotetik bir alternatifle karşılaştırılması gerekmektedir. Birden fazla alternatifi olmayan bir şeyin

değerlendirilmesi olanaksızdır (Anon, 1971). Bu tezde ise ürünler ve tespit yöntemi alternatiflerinin biraraya gelerek oluşturduğu sistemler değerlendirme yöntemindeki seçenekleri oluşturmaktadır. Şekil 4.1'de bir cephe kaplama sisteminin değerlendirilmesindeki aşamalar gösterilmektedir.

Cephede kaplama sistemi için ürün ve tespit yöntemi seçimi bir karar verme sürecinin sonunda olmaktadır. Karar verme sürecinin kurgusu, Girdi → İşlemler → Çıktı'dır (Balanlı, 1997). Ürün ve tespit yöntemi seçenekleri, değerlendirme yönteminin girdilerini oluşturmakta, işlemlerden sonraki adım çıktıyı oluşturmaktadır. Seçenekler içinde en uygun/yararlı olana karar verebilmek, ancak seçenek değerlerinin karşılaştırılması sonucunda olabilmektedir (Balanlı, 1997).



Şekil 4.1 : Değerlendirme Yöntemi Süreci Şeması; (m) malzeme cinsi; (m^b) ürün (biçimlenmiş malzeme); (m^{bk}) cephe kaplama sistemi.

Bu değerlendirme yöntemindeki girdileri bölüm üçte malzeme cinsi ve biçiminin bir araya gelerek oluşturduğu ürün seçeneklerinin ve daha sonra bu ürün seçeneklerinin sahip olduğu tespit yöntemleriyle bir araya gelerek oluşturduğu 57 adet cephe kaplama sistemi oluşturmaktadır (m^{kb}).

Yöntemin işlem sürecinde bir cephe kaplama sisteminin belirli bir ana ölçüt açısından aldığı puan değeri hesaplanmaktadır. Sözü edilen ana ölçütler (A) ve bu ana ölçütlere ilişkin malzeme özelliklerinin belirlediği alt ölçütler (X) Çizelge 4.2’de ayrıntılı olarak verilmektedir.

Bu işlem sürecinin ilk adımında, ürün seçeneklerinin herbirinin, alt ölçütler açısından 5’li ölçek üzerinden yarar değer katsayıları belirlenmektedir. O alt ölçüt açısından ‘5’ en iyi seçenek olduğunu ifade ederken, ‘1’ ise en zayıf seçenek olduğunu ifade etmektedir. Elde edilen toplam alt ölçüt yarar değer katsayıları toplanmaktadır.

Cephe kaplama sistemlerindeki ürün seçeneklerinin herbirinin Çizelge 4.2’de ayrıntılı olarak verilmiş ana ölçütler (A) ve bu ana ölçütlere ilişkin malzeme özelliklerinin belirlediği alt ölçütler (X) açısından performans değeri hesaplanmaktadır.

Aşağıdaki bağıntılarda (Şekil 5.2, Şekil 5.3, Şekil 5.4) değerlendirme yönteminin uygulama aşamaları gösterilmiştir. ‘A’ cephe kaplama sisteminin sağlaması gereken bir performans ölçütüdür. ‘X₁, X₂, X₃... X_n’ terimleri ise cephe kaplama sisteminin ‘A’ performans ölçütünü sağlaması için gerekli olan malzeme özellikleridir (alt ölçüt). Herbir ürünün farklı alt ölçütler açısından yarar değer katsayıları belirlenmiş, ardından bu yarar değer katsayıları toplanarak bir ürüne ait toplam yarar değer katsayısı bulunmuştur $\sum_{x=1}^n (m^b)$.

Bu değerlendirme yönteminde tespit yöntemlerinin (k) önem ağırlıklarına, yapı fiziği kuralları çerçevesinde tespit yönteminin cephe kaplama sistemi içerisindeki davranışlarına göre karar verilmektedir. Daha sonra bu tespit yöntemlerinin Churchman ve Ackoff yöntemine göre yarar değer katsayıları belirlenmektedir. ‘k^A’ terimi A performans ölçütü açısından tespit yöntemine ait yarar değer katsayısıdır.

Analiz yönteminde, her bir alt ölçüt (X₁, X₂, X₃...X_n) için malzemenin toplam yarar değer katsayısıyla tespit yönteminin yarar değer katsayısı çarpılmaktadır (m^{kb}). Ürünün toplam yarar değer katsayısı (m^b) ve tespit yönteminin yarar değer katsayısı (k^A) çarpıldığında bir cephe sistemin belirli bir ana ölçüt (X_n) için aldığı performans değeri elde edilmektedir.

Aşağıdaki bağıntılarda (Şekil:4.2, Şekil:4.3, Şekil:4.4) değerlendirme yönteminin uygulama aşamaları gösterilmektedir. Cephe kaplama sistemi m_1^{bk} 'nın 'A' performans ölçütü açısından analizi:

X_1	X_2	X_3	X_n	
↓	↓	↓	↓	
$m_1^{X_1}$	$m_1^{X_2}$	$m_1^{X_3}$	$m_1^{X_n}$	$= \Sigma m_1^{X_n}$
				$\Sigma m_1^{X_n} \cdot k^A$

Şekil 4.2 : Cephe Kaplama Sistemi m_1^{bk} için bağıntının kullanımı

Cephe kaplama sistemi m_1^{bk} , 'nın A performans ölçütü açısından aldığı değer $\Sigma m_1 \cdot k^A$ 'dır. Cephe kaplama sistemi m_2^{bk} 'nın 'A' performans ölçütü açısından analizi:

X_1	X_2	X_3	X_n	
↓	↓	↓	↓	
$m_2^{X_1}$	$m_2^{X_2}$	$m_2^{X_3}$	$m_2^{X_n}$	$= \Sigma m_2^{X_n}$
				$\Sigma m_2^{X_n} \cdot k^A$

Şekil 4.3 : Cephe Kaplama Sistemi m_2^{bk} için bağıntının kullanımı

Cephe kaplama sistemi II'nin A performans ölçütü açısından aldığı değer $\Sigma m_2 \cdot k^A$ 'dır.

ÜRÜN III'ün 'A' performans ölçütü açısından analizi:

X_1	X_2	X_3	X_n	
↓	↓	↓	↓	
$m_3^{X_1}$	$m_3^{X_2}$	$m_3^{X_3}$	$m_3^{X_n}$	$= \Sigma m_3^{X_n}$
				$\Sigma m_3^{X_n} \cdot k^A$

Şekil 4.4 : Cephe Kaplama Sistemi m_3^{bk} için bağıntının kullanımı

Bir cephe kaplama sistemi III'ün A performans ölçütü açısından aldığı değer $\Sigma m_3 \cdot t$ 'dir. Her ürün tipi için elde edilen toplam puanlar (Σmk) ile cephe kaplama sisteminin sağlaması gereken 'A' performans ölçütü karşılaştırması yapılabilmektedir. 'A' performans ölçütü açısından karşılaştırmada eğer elde edilen sonuç $\Sigma m^1 \cdot t > \Sigma m^2 \cdot t > \Sigma m^3 \cdot t >$ ise; Cephe Kaplama Sistemi I > Cephe Kaplama Sistemi II > Cephe Kaplama Sistemi III'tür. Cephe Kaplama Sistemi I'in en büyük olması 'A' ölçütü açısından en iyi performansı gösterdiği anlamına gelmektedir.

Üç kademeli işlem sonucunda elde edilen performans değeri ise değerlendirme yöntemindeki çıktıları oluşturmaktadır.

4.1.1 Performans Ölçütlerinin Belirlenmesi

Bir yapıyı meydana getiren çeşitli bileşenler kullanılma sırasında doğal ya da yapay olayların etkileri altında kalırlar. Bu parçalar, yapıları gereği taşıdıkları özelliklere bağlı olarak çeşitli etkilere karşı koyarlar. Parçaların kullanılışlarına ilişkin bu davranışlarına performans denir (Hasol, 2008).

Her cephe tasarımı; cam, metal, taş ya da farklı malzemelerin farklı kompozisyonlarda birleşimidir. Ancak, bina kabuğu kaç çeşit malzemedен ya da farklı tasarımdan oluşursa oluşsun mutlaka, tüm elemanların çevre koşullarına karşı bir bütün olarak hareket etmesi ve iç mekanda istenilen konfor düzeyine katkı sağlaması ve bu özelliğini bina ömrü süresince koruması gerekir. Bina kullanımı süresince, performansını iyi şekilde sürdürebilmesi için, öncelikle binanın tasarım aşamasında gerekli testlerden geçirilmesi, buna göre cephe için kullanılacak sistem ve malzeme kararının verilmesi gerekmektedir (Çelik Tekin, 2006).

Cephe kaplama sisteminde malzeme cinsi seçenekleri, biçim seçenekleri, tespit yönteminde ise; bağlantı elemanları ya da yapıştırma tekniği kararları alınırken yapı fiziği açısından yapı yüksekliği ve iç ve dış çevre koşullarına bağlı olarak bir tercih yapılmaktadır.

Bütün cephe bileşenlerinin (malzeme, alt konstrüksiyon, bağlantı parçaları...v.b.) biraraya gelerek oluşturduğu cephe sistemine etki eden etkenler basınç, çekme ve eğilme gibi mekanik yükler; radyasyon, ısı, su, don ve rüzgar gibi atmosfer etkileri; yangın, korozyon, mikro-organizma oluşumu, yüzeysel bozulma ve aşınma gibi kimyasal etkiler olarak sıralanabilmektedir. Bu etkenler karşısında cephenin bir sistem olarak davranışını belirlemek için, cephe kaplama sistemlerine gerek yerel gerek uluslararası standartların belirlemiş olduğu kriterler doğrultusunda, deneysel ortamda testler uygulanmaktadır.

Uygulananan testler sonucunda cephe sisteminde yer alan cephe elemanlarının performans verileri elde edilebilmektedir. Cephe modelinin üzerinden yapılan testler, uygulanmadan önce cephe ve cephe davranışı hakkında bilgiler ortaya koymaktadır. Bu testlerin yapılma sebepleri; yapı ve çervesindeki canlıların güvenliğinin

sağlanması açısından cephe sisteminin yapısal ve sismik yükler karşısındaki sağlamlığını belirlemek, uygulamanın öncesinde oluşabilecek tüm kusurların giderilmesine yardımcı olmak, maliyet ve zamandan tasarruf sağlamak ve nitelikli bir cephe sistemi ortaya koymak, cephe tasarımını değerlendirmek ve onaylamaktır. Bu testlerin uygulanma safhasında, oluşabilecek olası hatalar önceden tespit edilerek, uygulama gerçekleşmeden önce önlenabilmektedir ve bu durum olası cephe hasarına karşı önceden ekonomik çözümler sunmaktadır. Bu doğrultuda, özellikle günümüzde uygulanan yüksek yapılarda cephe testlerinin gerçekleştirilmesi daha çok önem kazanmaktadır. Giydirme cephelere uygulanan cephe testleri aşağıda yer almaktadır (Façade Testing Institute ve Metal Yapı).

- Statik testler: hava sızdırmazlığı (EN 12153, EN 1026 ve ASTM E 283), su sızdırmazlığı (EN 12155 ve EN 102), rüzgar yüküne dayanım testleri (EN 12179, EN 12211 ve ASTM E 330),
- Dinamik testler: dinamik hava basıncı ve su püskürtme etkisi altında laboratuvar deneyi (EN 13050, EN 12179 ve EN 1221), dinamik basınç altında su sızdırmazlık deneyi (AAMA 501-1),
- Deprem testleri: yatay yönde statik sismik test metodu (AAMA 501.4), dinamik sismik test metodu (AAMA 501.6) ve dikey yönde statik sismik test metodu (AAMA 501.7) ,
- Darbe dayanımı testi; dinamik darbe testi (EN 12600, EN 14019 ve EN 13049).

Bu çalışmada cephe, giydirme cephe sistemi olarak değil, cephe kaplama sistemi olarak ele alınmaktadır. Giydirme cephe sistemlerine uygulanan testlerin araştırılması ve Bölüm 2.2’de ortaya konan ölçütler sonucunda cephe kaplama sisteminin sağlaması gereken ana performans ölçütleri; tespit güvenliği, yangın performansı ve atmosfer koşullarına dayanım olarak belirlenebilir (Çizelge 4.2).

Özellikle yapı yüksekliği arttıkça, cephenin dış kuvvetlere karşı direnç göstereceği yüzey alanı, yer çekimi kuvveti ve atmosfer koşullarının şiddeti artmaktadır. Bu durumda yapı yüksekliğine bağlı olarak cephe kaplama sisteminden beklenen ana performans gerekliliklerinin önceliği değişmektedir ve tespit güvenliği öne çıkmaktadır.

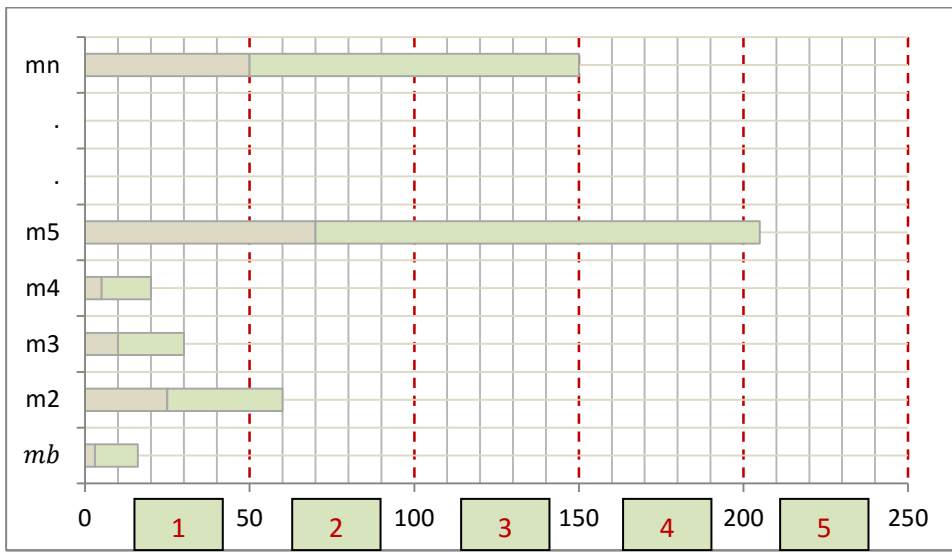
Ardından malzemenin yangın sırasında yapı kullanıcılarına yeterli tahliye süresi sunması ve zehirli gazlar açığa çıkarmaması beklenmektedir. Çünkü, bir cephe kaplama sisteminden beklenen birincil kural, yapı kullanıcısının ve çevredeki varlıkların can güvenliğidir.

Bu iki önemli ölçütten sonra cephenin bir bileşeni olan cephe kaplama sisteminin yapı kullanım süresi boyunca atmosfer koşulları karşısında yüzeyinin deformasyona uğramaması, iklimsel koşullar ve mekanik yükler karşısında boyutsal değişimler göstermemesi beklenmektedir (Herzog ve diğ.2008).

Bu tezde üçüncü bölümde oluşturulan 57 adet cephe kaplama sisteminin herbiri, Şekil 4.5'te belirtilen üç ana performans ölçütü ve bunlara bağlı malzeme özelliklerinin belirlediği alt performans ölçütleri açısından analiz edilmiştir.

4.1.2 Cephe Kaplama Ürünlerinin Yarar Değer Katsayılarının Belirlenmesi

Cephe kaplaması ürünlerinin belirli bir alt ölçüt için yarar değer katsayılarının belirlenmesinde, şartname ve kataloglarda belirtilmiş olan ürüne ait gerçek değerler yarar değer katsayılarına dönüştürülmüştür. Şekil 4.5'te ürünlerin (m^b) belirli bir alt ölçüt için sahip olduğu gerçek değerler belirtilmiştir. Daha sonra bu değerler beş üzerinden belirli bir oran ile paydaştırılmıştır. Örneğin, aşağıdaki şekile göre m^6 ürününün belirli bir alt ölçüt (malzeme özeliği) için 130 değerine sahip olduğu belirtilmiştir. 130 değeri 3'e denk geldiğinden m^6 ürününün yarar değer katsayısı 3'tür.



Şekil 4.5 : Alt Ölçüt Değerleri Tablosu

Bu değerler beş'e bölünerek, söz konusu ölçüt açısından en zayıf performansı gösteren değere '1', en iyi performansı gösteren değere ise '5' yarar değer katsayısı verilmektedir (Şekil 4.6).

MALZEMENİN X _n DEĞERİ	0	50	50	100	100	150	150	200	200	250
YARAR DEĞER KATSAYISI	1	2	2	3	3	4	4	5	5	5

Şekil 4.6 : Yarar Değer Katsayısı Tablosu

4.1.3 Cephe Kaplama Ürünlerinin Tespit Yönteminin Yarar Değer Katsayılarının Belirlenmesi

Cephe kaplama sistemindeki tespit yöntemlerinin yarar değer katsayıları belirlenirken Churchman ve Ackoff yöntemleri kullanılmaktadır. Bu yöntemde ilk olarak yapı fiziği kuralları çerçevesinde tespit yöntemlerinin ana performans ölçütü açısından önem ağırlıklarına saptanmaktadır. Churchman ve Ackoff'un geliştirdiği bu yöntemde kardinal skalaların kurulma esaslarına temel olan 'toplanabilirlik' özelliğini yansıtan aksiomların gerekliliğini zorunlu kılmaktadır (Tapan, 1980).

- Ağırlık kazanmaları söz konusu olan öğeler ağırlığı saptayacak kişi veya kişilerin tercihlerine göre sıralanır (Tapan, 1980).

$$(O_1) > (O_2) > (O_3) > (O_4)$$

- En büyük önem taşıyan ögeye (O_1) geçici olarak 1.00 ağırlık değeri verilir ve diğer öğelerin ağırlıkları yukarıdaki tercihe göre, rölatif biçimde ve yine geçici olmak şartıyla saptanır (Tapan, 1980).

$$(O_1) > (O_2) > (O_3) > (O_4)$$

$$V_1 > V_2 > V_3 > V_4$$

Örneğin bu değerler şöyle olabilir:

$$(V_1 = 100 > V_2 = 0.80 > V_3 = 0.50 > V_4 = 0.30)$$

- En önemli olarak kabul edilen öge (O_1) diğerlerinin toplam değerleriyle karşılaştırılarak, bu ögenin geçici olarak saptanan değeri yeniden saptanır. Bu karşılaştırma örneğin aşağıdaki ifadeyle gerçekleştirilebilir (Tapan, 1980):

$$V_1 = V_2 + V_3 + V_4$$

Bu ifadeye göre V_1 'in yeni değeri $V_1'=2.00$ olarak değiştirilebilir.

- Daha sonra O_2 ile O_3 ve O_4 karşılaştırılır ve yeniden V_2 ağırlık değeri saptanır. O_2 'nin ağırlık değeri olan V_2 'nin yeniden düzenlenmesi, örneğin $V_2 < V_3 + V_4$ ifadesine göre olabilir ve böylece geçici olarak saptanan $V_2=0.80$ değeri 0.70 'e dönüşebilir (Tapan, 1980). ($V_2=0.70$)

Geçici olarak saptanan V_3 ve V_4 değerleri de, örneğin $V_3 > V_4$ ifadesine dayanarak aynen kabul edilebilir ve böylece her değer birbirleriyle tutarlı hale gelmiş olur (Tapan, 1980).

- Bu durumda ağırlıkların saptanması tamamlanmaktadır. Fakat elde edilen değerler, $\sum V_j$ ile bölünerek normalize edilebilir. Örnekte $\sum V_j = 3.50$ dir. Standartlaştırılan yeni değerler de (V_1', V_2', V_3', V_4') şunlardır:

$$V_1' = 2.00/3.50=0,57$$

$$V_2' = 0.70/3.50=0,20$$

$$V_3' = 0.50/3.50=0,14$$

$$V_4' = 0.30/3.50=0,09$$

$$V_1' + V_2' + V_3' + V_4' = 1.00$$

$$\sum_{n=1}^4 V_j = V_1 + V_2 + V_3 + V_4$$

$$\sum_{n=1}^4 V_j = 2.00 + 0.70 + 0.50 + 0.30 = 3.50$$

Bu çalışmadaki değerlendirme yönteminde O_1, O_2, O_3, O_4, O_5 ve O_6 tespit yöntemlerini ifade etmektedir. Bu tespit yöntemlerinin ağırlıkları, herbir ana ölçütü için yapı fiziği kuralları dikkate alınarak verilmiş ve birbirleriyle nitel olarak kıyaslanmıştır. Bu kıyaslama sonucunda, herbir tespit yöntemine sıfır ile bir arasında ağırlık değerleri verilmiştir (V_1, V_2, V_3, V_4, V_5 ve V_6). Daha sonra herbir tespit

yönteminin ağırlık değeri, değerlerin toplamına bölünerek normalize edilmektedir (Çizelge 4.9).

Çizelge 4.1 : Tespit Yöntemleri (Metin,2010).

TESPİT YERİ	DUVAR GÖVDESİNE TESPİT		DUVAR GÖVDESİNE TESPİT EDİLMİŞ METAL ALT KONSTRÜKSİYON SİSTEMİ ÜZERİNE TESPİT			
	1	2	3	4	5	6
KOD						
TESPİT YÖNTEMİ	HARÇ İLE YAPIŞTIRMA (O1)	ANKRAJ (O2)	ÖZEL YAPIŞTIRICILARLA YAPIŞTIRMA (O3)	VIDALAMA (O4)	KLİPS (O5)	BAĞLANTI ELEMANLARI İLE ASMA (O6)

4.1.4 Cephe Kaplama Sisteminin Performans Değerinin Belirlenmesi

Bu bölümde ürünlerin ‘A’ performans ölçütü için elde edilen bütün alt ölçüt (X^1 , X^2 ... X^n) yarar değer katsayıları toplanmaktadır. Ardında elde edilen toplam alt ölçüt değeri tespit yöntemi ağırlık ölçütüyle çarpılarak toplam performans değeri elde edilmektedir.

A performans ölçütü için;

$$\Sigma \text{ürün yarar değer katsayısı} : mX^1 + mX^2 + mX^3 \dots mX^n = \Sigma mX^n$$

$$(\Sigma mX^n) \times \text{Tespit Yöntemi Yarar Değer Katsayısı} = A \text{ Performans Değeri}$$

4.2 Cephe Kaplama Sisteminin Performans Ölçütleri Açısından Değerlendirilmesi

Bu bölümde değerlendirme yapabilmek için cephe kaplama sistemini oluşturan ürünlerin alt ölçütler ve tespit yöntemlerinin ise ana ölçütler açısından yarar değer katsayıları belirlenmektedir.

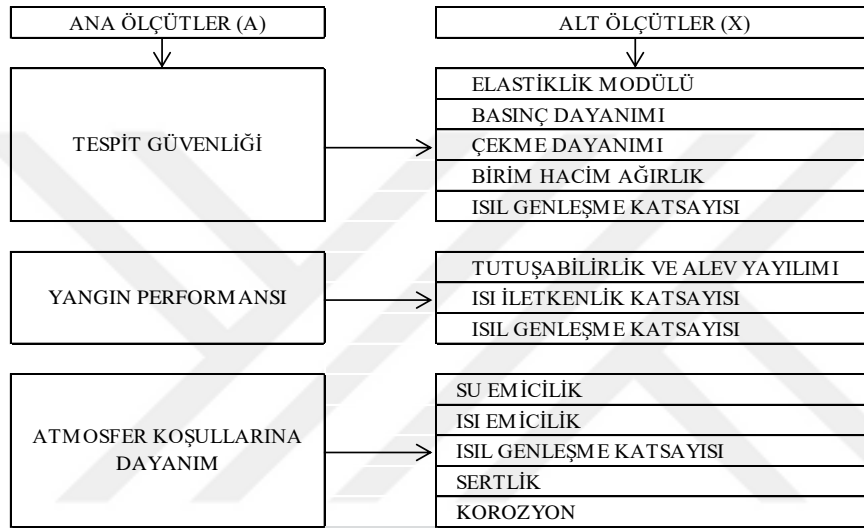
4.2.1 Cephe Kaplama Sisteminin Ürünlerinin Performans Ölçütleri Açısından Değerlendirilmesi

Cephe kaplama sistemindeki ürünlerin değerlendirilmesinde ele alınan tespit güvenliği, yangın performansı ve atmosfer koşullarına dayanım gibi üç ana performans ölçütü ve bunlara ait alt ölçütler Şekil 4.7’de verilmektedir. Bölüm 3’te

kodlanmış olan her bir ürün, ana ölçüte ait ve malzeme özeliğini ifade eden alt ölçütler açısından değerlendirilmiştir.

Bu amaçla aşağıdaki bölümlerde cephe kaplama ürünlerinin tespit güvenliği, yangın performansı ve atmosfer koşullarına dayanımı açısından performansı, ürünlerin sahip oldukları alt ölçüt değerleri üzerinden yarar değer katsayıları belirlenerek analiz edilmiştir.

Çizelge 4.2 : Cephe Kaplama Sisteminin Performans Gereksinimini Belirleyen Ölçütler.



4.2.1.1 Ürünlerin tespit güvenliği açısından değerlendirilmesi

Cephe kaplama sistemindeki ürünlerin tespit güvenliği, yapı çevresindeki canlıların güvenliği açısından en önemli ölçüttür. Bu nedenle, cephe kaplama sisteminden beklenen öncelikli görevler, cepheye etki eden kuvvetleri yapının taşıyıcı sistemine güvenli bir şekilde iletmesi; deprem, rüzgar gibi etkiler karşısında ve ısı farklılıklarının sebep olduğu mekanik deformasyonlar sonucu malzemenin konstrüksiyon sisteminden ayrılmaması ya da kırılıp düşmemesidir. Dış cephe sistemleri sadece iç mekan kullanıcı konforunu değil, dış mekan kullanıcısının güvenliğini de ilgilendiren oldukça önemli ve ihmal edilmemesi gereken bir konudur (Çelik Tekin, 2006).

Ürünlerin tespit güvenliği ölçütü açısından değerlendirilmesinde ele alınan alt ölçütler: Elastiklik modülü, basınç dayanımı, çekme dayanımı, ısı genleşme katsayısı ve ağırlık olarak çizelgelerde analiz edilmektedir. Aşağıda sırasıyla bu ölçütlerin ürünlerin tespit güvenliği açısından önemi açıklanmaktadır.

- **Elastiklik Modülü:**

Kaplama olarak seçilebilecek malzemelerde elastiklik modülü önem kazanmaktadır. Bu değerlere istinaden kaplamaların minimum kalınlıkları belirlenmektedir. Özellikle taşlar gibi kırılğan yapılı kaplama malzemelerinde kalınlığın artırılması, yataydan ve dik olarak gelen rüzgar yüküne daha fazla direnç sağlamaktadır (Pires ve diğerler, 2014).

Bir malzemenin mekanik dayanımlarının yüksekliği onun elastiklik modülünün büyüklüğüne bağlıdır. Bu değer, taşıyıcılık niteliğinin yüksek olması istenen hallerde ise büyük olması; esneklik, ani yüklere karşı darbe emici olması istenen hallerde ise küçük olması tercih edilir. Böylece malzeme, bu etkiler altında özelliğini kaybetmeden işlevini yerine getirir. Aksine, fazla deformasyon oluşması istenmeyen yapı elemanlarında malzemenin yüksek elastiklik modülüne sahip olması, az deformasyon yapacağı için tercih edilir (Toydemir ve diğ, 2000).

Elastiklik Modülü, cisimde oluşan gerilmenin boy değiştirme oranına oranıdır. Kuvvetin değeri arttırıldığı takdirde belli bir limitten sonra malzemenin molekül ve atomları arasında kaymalar meydana gelecek ve malzeme iç yapısında meydana gelen deformasyon nedeniyle parçalanacak ve kopacaktır. Gerilme ile deformasyon oranı belli bir artış içinde iseler meydana gelen deformasyon şekli elastik deformasyondur. Elastik deformasyon yapan malzemeler kauçuk ve termoplastiklerdir. İç yapıdaki atom ve molekül bağlarda süratle bir kayma meydana gelmiştir. Kolay şekillendirilen kil, bakır gibi malzemelerde genellikle bu tür deformasyonlar görülür (Eriç, 1982). Elastik şekil değiştirme geri dönüşlü bir deformasyondur. Yük kaldırıldığında kaybolur. Elastik şekil değiştirme, uygulanan gerilme ile lineer orantılıdır (Vlack, 1972). Termoplastikler, metaller ve ahşap malzemelerin kırılmaları nispeten uzun bir sürede ve belirli bir deformasyonun ardından olduğundan sünek malzemelerdir. Cam, beton gibi seramik malzemeler ise ani ve şekil değiştirmeksizin, kırılma süreleri kısa olduğundan gevrek malzemelerdir.

Cephe kaplama ürünleri taşıyıcılık görevi üstlenmemektedirler, yalnızca yapıya gelen yüklere karşı yeterli dayanım göstermesi beklenmektedir. Bir cephe kaplama malzemesi yapıya etki eden yük karşısında kalıcı şekil değiştirmemelidir ve deformasyona uğramamalıdır. Bu durumda yüksek elastiklik modülüne sahip olan malzemeler gevrek malzemelerdir ve sünek yapıya sahip malzemelerin elastiklik

modülü daha düşüktür. Rijit kaplama malzemeleri deformasyona karşı gösterdikleri direnç sebebiyle yüksek elastiklik modülüne sahiptirler ve bu bağlamda bu tip rijit kaplamaların tespit güvenliği açısından yarar değer katsayıları daha iyi kabul edilerek daha yüksek değerler verilmiştir. Çizelge 4.4'te ürünlerin sahip oldukları elastik modülü değerleri üzerinden yarar değer katsayıları saptanmıştır (Çizelge 4.3, Çizelge 4.4)

Çizelge 4.3 : Elastiklik Modülünün Yarar Değer Katsayılarının Saptanması.

Elastiklik Modülü Değeri	0-5	5-10	10-30	30-60	60-189
Yarar Değer Katsayısı	1	2	3	4	5

- **Basınç ve Çekme Dayanımı:**

Belirli bir eksen doğrultusunda etkiyen kuvvetlerin malzeme yapısında pozitif deformasyonlar oluşturduğu haller ise çekme gerilmeleri meydana getirir. Cephe kaplama malzemelerinde rüzgarın doğrudan etki ettiği cephe yüzeyinde basınç, arka ve yan yüzeylerde ise girdap biçiminde yüksek hızla esen hava akımı nedeni ile çekme gerilmeleri oluşabilir. Girdap ile oluşan çekme gerilmeleri, cephe malzemelerinde dışarı yönde fırlamaya neden olarak çevredekileri tehlikeye sokabilmektedir. Günümüzde yüksek dayanımlı ve daha hafif malzemelerin kullanımı, yanal yerdeğiştirmeleri negatif etkilemektedir. Yerdeğiştirmelerin azalması için yanal rijitliğin artırılması gereklidir, oysa malzeme açısından rijitlikte büyük değişiklikler söz konusu değildir (Taranath, 2010). Yapıya etkiyen yanal kuvvetlerin (rüzgar , deprem) karakteri birbirinden farklıdır. Depremin en etkin olduğu aralık az ve orta katlı yapılar iken rüzgarın etkin olduğu yapılar yüksek yapılardır. Bu kuvvetler malzeme seçimiyle birlikte tespit yöntemini de etkilemektedir.

Metaller gibi homojen kristal iç yapıya sahip malzemelerde basınç ve çekme değerleri farklıdır. Demirsiz metal gruplarından alüminyum, magnezyum ve titanyum yoğunluklarına göre yüksek mukavemet göstermektedirler. Bronz ise yumuşak olup basınç kuvvetleri karşısında şekil değiştirmeye elverişlidir (Fernandez, 2010). Karma içyapıya sahip taş, beton, pişmiş toprak gibi malzemelerde ise boşlukları nedeniyle çekme dayanımları basınç dayanımlarından daha küçük

değerdedir (Eriç, 2010). Homojen kristal bir iç yapıya sahip malzemelerde basınç ve çekme gerilmeleri birbirine eşittir. Ahşap malzemede bu gerilmeler, liflere dik ve paralel yönde değişmektedir. Karma iç yapıya sahip malzemelerde de basınç mukavemetleri çekme mukavemetine göre daha büyük değerdedir (Özmeral, 2006).

Çizelge 4.4 : Ürünlerin Elastiklik Modüllerinin Yarar Değer Katsayıları

Kod	Ürünler	Elastiklik Modülü GPa (kN/mm ²)	Yarar Değer Katsayısı
ST ^B	Paslanmaz Çelik Levha	189-197	5
ST _s ^B	Paslanmaz Çelik Kompozit Panel	189-197	5
AL ^B	Alüminyum Levha	*	3
AL _K ^B	Alüminyum Kompozit Panel	17-20	3
AL _A ^C	Alüminyum Kompozit Sandviç Panel	17-20	3
TI ^B	Titanyum Levha	110-120	5
TI _K ^B	Titanyum Kompozit Panel	49	4
TIZN ^B	Titanyum Çinko Levha	*	4
ZN ^B	Çinko Levha	90-107	5
ZN _K ^C	Çinko Kompozit Panel	90-107	5
ALZN _K ^C	Alüminyum Çinko Kompozit Panel	33-40	4
CU ^B	Bakır Levha	112-148	5
PVC ^C	Polivinilklorür Panel	2.14-4.14	1
PVC _s ^C	Polivinilklorür Kompozit Sandviç Panel	2.14-4.14	1
ACR ^B	Akrilik Levha	2.24-3,8	1
MAP ^C	Mineral ve Akrilik Polimer Levha	9	2
PC ^B	Polikarbonat Levha	2	1
CTP ^B	Cam Lifi Takviyeli Polyester Levha	2.07-4.41	1
CTP ^C	Cam Lifi Takviyeli Polyester Panel	2.07-4.41	1
TU ^A	Tuğla	4-8	2
KL _i ^A	Klinker Karo	4-8	2
TER ^A	Terrakota Levha	4-8	2
POR ^A	Porselen Karo	4-8	2
LÇ ^C	Ahşap Lifli Çimento Panel	40.2-41.6	4
CTB ^C	Cam Lifi Takviyeli Beton Panel	10-20	3
GR ^B	Granit	40-60	4
MER ^B	Mermer	45-80	5
TRA ^B	Traverten	20-50	4
KUM ^B	Kumtaşı	14-40	4
KRÇ ^B	Kireçtaşı	20-50	4
KKT ^B	Kuars Esaslı Kompozit Taş	*	4
C ^B	Lamine Cam	66-68	5
KL ^C	Kompakt Laminat Panel	13.2-13.9	3

Basınç kuvvetlerinde malzemenin iç yapısındaki atom bağları arasındaki mesafe kısalırken, çekme kuvvetlerinde ise bu mesafe artmaktadır. Belirli bir eksen

doğrultusunda etkiyen kuvvetlerin malzeme yapısında negatif deformasyonlar oluşturduğu haller basınç gerilmeleri meydana getirir.

Basınç ve çekme dayanımlarının her ikisi de bir cephe kaplama malzemesi için önemli bir ölçüttür. Cephe kaplama ürünlerinin tespit güvenliği açısından, gerek basınç gerek çekme dayanımı yüksek olan ürünlerin yarar değer katsayısı bu çalışmada en iyi olarak kabul edilmiş ve 5'li yarar değer ölçeğinde daha yüksek değerler verilmiştir. Çizelge 4.5 ve Çizelge 4.6'da ürünlerin sahip oldukları sırasıyla basınç ve çekme dayanımı değerleri üzerinden belirlenilen yarar değer katsayıları verilmektedir. Çizelge 4.7 ve Çizelge 4.8'de ise herbir ürünün sahip olduğu gerçek basınç ve çekme dayanımı değerlerine karşılık gelen yarar değer katsayıları sırasıyla gösterilmektedir.

- **Isıl Genleşme Katsayısı:**

İklimsel koşullardan kaynaklanan sıcaklık farklılıklarının zaman içinde malzeme boyutunu etkilemesiyle birlikte, gerek yapıştırma gerekse mekanik tespit tekniğinde tespit noktalarında oluşacak gerilmeler sonucunda, malzeme deformasyona uğrayabilmektedir. Bu durumda ısıl özelliklerden, ısıl genleşme katsayısının mekanik etkileri doğrultusunda tespit güvenliğini doğrudan etkilediği gözlemlenmiştir.

Sıcaklık değişimleri, cephe malzemesi üzerinde hacimsel ve boyutsal uzama ve kısalmalara neden olabilmektedir. Yapıları çevreleyen atmosferdeki enerjinin doğal kaynağı güneştir. Mevsim ve gece gündüz değişimlerinde bu enerji düzeyi farklılık gösterir. Bu enerji düzeyi binanın güneşe karşı açılma konumuna, binanın yönüne ve bulunduğu coğrafi enleme bağlıdır.

Isıl deformasyon olayının malzemenin mekanik deformasyonları ile yakın ilişkisi vardır. Genleşme ve büzölmeler malzemede iç gerilmeler meydana getirerek mekanik dayanımını etkileyecek ve bu nedenle malzeme deformasyona ve parçalanmaya uğrayabilecektir (Eriç, 2010). Kaplamanın güneşin radyasyon etkisiyle ısınması sonucu genleşmesi kaplamanın renk ve dokusuna bağlıdır. Koyu renkli ve pürüzlülük oranı yüksek olan kaplamalar daha çok ısınmakta ve genleşmekte; tersine, açık renkli ve düzgün yüzeyli kaplamalar ise daha az ısınacağından daha az genleşmektedir. Her malzemenin genleşmesi farklı olacağından genleşme sorunu o malzemelere uygun bir detayla çözümlenmelidir (Toydemir ve diğ, 2000).

Çizelge 4.5 : Basınç Dayanımı Yarar Değer Katsayılarının Saptanması.

Basınç Dayanımı Değeri	0-28	28-70	70-166	166-310	310-515
Yarar Değer Katsayısı	1	2	3	4	5

Çizelge 4.6 : Ürünlerin Basınç Dayanımı Yarar Değer Katsayılarının Saptanması.

Ürünler	Basınç Dayanımı MPa (N/mm ²)	Yarar Değer Katsayısı	
ST ^B	Paslanmaz Çelik Levha	310-515	5
ST _s ^B	Paslanmaz Çelik Kompozit Panel	310-515	5
AL ^B	Alüminyum Levha	30-40	2
AL _K ^B	Alüminyum Kompozit Panel	30-40	2
AL _A ^C	Alüminyum Kompozit Sandviç Panel	30-40	2
TI ^B	Titanyum Levha	110-120	3
TI _K ^B	Titanyum Kompozit Panel	110-120	3
TIZN ^B	Titanyum Çinko Levha	28,45	2
ZN ^B	Çinko Levha	75-166	3
ZN _K ^C	Çinko Kompozit Panel	75-166	3
ALZN _K ^C	Alüminyum Çinko Kompozit Panel	*	3
CU ^B	Bakır Levha	30-350	5
PVC ^C	Polivinilklorür Panel	42.48-89.6	3
ACR ^B	Akrilik Levha	72,4-131	3
MAP ^C	Mineral ve Akrilik Polimer Levha	119	3
PC ^B	Polikarbonat Levha	79.3	3
CTP ^B	Cam Lifi Takviyeli Polyester Levha	91-246	4
CTP ^C	Cam Lifi Takviyeli Polyester Panel	91-246	4
TU ^A	Tuğla	20-50	2
KL _I ^A	Klinker Karo	20-50	2
TER ^A	Terrakota Levha	25-28	3
POR ^A	Porselen Karo	20-50	2
LÇ ^C	Ahşap Lifli Çimento Panel	18-24	1
CTB ^C	Cam Lifi Takviyeli Beton Panel	50-80	3
GR ^B	Granit	160-240	4
MER ^B	Mermer	55-105	3
TRA ^B	Traverten	25-70	2
KUM ^B	Kumtaşı	70-90	3
KRÇ ^B	Kireçtaşı	28-50	2
KKT ^B	Kuvars Esaslı Kompozit Taş	150-264	4
C ^B	Lamine Cam	370-410	5
KL ^C	Kompakt Laminat Panel	49-70	2

Çizelge 4.7 : Çekme Dayanımı Yarar Değer Katsayılarının Saptanması.

Çekme Dayanımı Değeri	0-6	6-10	10-40	40-140	140-585
Yarar Değer Katsayısı	1	2	3	4	5

Çizelge 4.8 : Ürünlerin Çekme Dayanımı Yarar Değer Katsayıları.

Ürünler		Çekme Dayanımı MPa (N/mm ²)	Yarar Değer Katsayısı
ST ^B	Paslanmaz Çelik Levha	585-860	5
ST _s ^B	Paslanmaz Çelik Kompozit Panel	585-860	5
AL ^B	Alüminyum Levha	70-90	4
AL _K ^B	Alüminyum Kompozit Panel	70-90	4
AL _A ^C	Alüminyum Kompozit Sandviç Panel	70-90	4
TI ^B	Titanyum Levha	800-1450	5
TI _K ^B	Titanyum Kompozit Panel	69	4
TIZN ^B	Titanyum Çinko Levha	150	5
ZN ^B	Çinko Levha	90-200	5
ZN _K ^C	Çinko Kompozit Panel	90-200	5
ALZN _K ^C	Alüminyum Çinko Kompozit Panel	30-40	3
CU ^B	Bakır Levha	100-400	5
PVC ^C	Polivinilklorür Panel	40.7-65.13	4
PVC _S ^C	Polivinilklorür Kompozit Sandviç Panel	40.7-65.13	4
ACR ^B	Akrilik Levha	48.3-79.6	4
MAP ^C	Mineral ve Akrilik Polimer Levha	47	4
PC ^B	Polikarbonat Levha	60-72.4	4
CTP ^B	Cam Lifi Takviyeli Polyester Levha	41.4-89.6	4
CTP ^C	Cam Lifi Takviyeli Polyester Panel	41.4-89.6	4
TU ^A	Tuğla	3-6	1
KLİ ^A	Klinker Karo	3-6	1
TER ^A	Terrakota Levha	8-12	2
POR ^A	Porselen Karo	3-6	1
LÇ ^C	Ahşap Lifli Çimento Panel	1.9-2.1	1
CTB ^C	Cam Lifi Takviyeli Beton Panel	8-12	2
GR ^B	Granit	9-18	3
MER ^B	Mermer	6-10	2
TRA ^B	Traverten	4-10	2
KUM ^B	Kumtaşı	4-15	3
KRÇ ^B	Kireçtaşı	3-10	1
KKT ^B	Kuvars Esaslı Kompozit Taş	17.8	3
C ^B	Lamine Cam	33-38	3
KL ^C	Kompakt Laminat Panel	110-140	4

Genleşmeye imkan verecek olan derzlerin harçla sıkıca doldurulması bu hareket imkanını büyük ölçüde kısıtlamaktadır. Yapıdaki harç uygulamalarında, kireç esaslı harçlar yumuşak olduklarından, çimento esaslı harçlara kıyasla daha çok hareket

olanağı verirler. Levha halindeki malzemeler büyük boyutlarda kullanıldıklarından daha fazla genişler. Bununla beraber, hareketli elemanlarla veya elastik yapıştırıcılarla yapılan tespit işlemiyle sorun çözülebilir. Levhalar birbirlerine kaynak ve perçin gibi elemanlarla bağlanmamalı ve sabit çerçeve sistemlerine gidilmemelidir. Yapay taş ve beton gibi yapı malzemelerinin uygulanmasında detaylandırma ve işçiliğin titizlikle yapılması, ayrıca cam, fayans gibi gevrek kırılğan malzemelerde özellikle önlem alınması gerekir (Eriç,2010). Genleşme noktalarının detaylandırılmasında iklim koşullarından en az etkilenmeye ve suyun akıtılmasına dikkat edilmelidir. Bu durum göz önünde bulundurularak, özellikle farklı malzemelerin cephede bir araya geldiği durumlarda, cepheye uygulanırken yeterli derz aralıkları bırakılmalıdır. Aksi takdirde malzemedeki kırılma, çatlama ve şekil bozukluğu görülebilir.

Bu bağlamda, cephe kaplama ürünlerinin tespit güvenliği açısından, ısıl genleşme katsayısı yüksek olan ürünlerin daha zayıf performans gösterdiği kabul edilerek düşük yarar değer katsayısı verilmiştir. Çizelge 4.9'da ürünlerin sahip oldukları ısıl genleşme katsayısı değerleri üzerinden belirlenen yarar değer katsayıları verilmektedir. Çizelge 4.10'da ise her bir ürünün sahip olduğu gerçek ısıl genleşme katsayısı değerlerine karşılık gelen yarar değer katsayıları sırasıyla gösterilmektedir.

- **Birim Hacim Ağırlık:**

Cismin içinde boşlukların bulunmadığı haldeki birim hacim kütesine o cismin özgül kütesi denir. Bir malzemenin özgül kütesi ile birim-hacim kütesi birbirine eşitse bu malzemenin boşluksuz olduğu anlaşılmaktadır. Genellikle, metallerde ve sıvalarda boşluk bulunmadığı için bunların özgül kütleleri birim-hacim kütlelerine eşittir. Buna karşılık, taş, kiremit, tuğla, beton gibi taş yapılı malzemelerde özgül kütle ile birim-hacim kütesi arasında daima bir fark vardır. Bu farkın miktarı malzemedeki boşluk ve doluluk oranlarının belirlenmesine yarar (Toydemir ve diğ., 2000). Malzemenin yoğunluğunun artması, ürünün ağırlığını arttırmakta ve tespit yöntemini etkilemektedir; daha güvenli tespit elemanları gerektirmektedir. Bu çalışmada daha ağır cephe kaplama ürünlerinin tespit güvenliği açısından performansının daha zayıf olduğu kabul edilmiş ve düşük yarar değer katsayısı verilmiştir. Çizelge 4.11'de ürünlerin sahip oldukları ağırlık değerleri üzerinden belirlenen yarar değer katsayıları verilmektedir. Çizelge 4.12'da ise her bir ürünün sahip olduğu gerçek ağırlık değerlerine karşılık gelen yarar değer katsayıları sırasıyla gösterilmektedir.

Çizelge 4.9 : Isıl Genleşme Katsayısı Yarar Değer Katsayılarının Saptanması.

Isıl Genleşme Katsayısı Değeri	0-6	6-10	10-40	40-140	140-585
Yarar Değer Katsayısı	1	2	3	4	5

Çizelge 4.10 : Ürünlerin Isıl Genleşme Katsayısı Yarar Değer Katsayılarının Saptanması.

Ürünler	Isıl Genleşme Katsayısı mm/mm/C° x10 ⁻⁶	Yarar Değer Katsayısı	
ST ^B	Paslanmaz Çelik Levha	12	2
ST _s ^B	Paslanmaz Çelik Kompozit Panel	12	2
AL ^B	Alüminyum Levha	24	2
AL _k ^B	Alüminyum Kompozit Panel	24	2
AL _A ^C	Alüminyum Kompozit Sandviç Panel	24	2
TI ^B	Titanyum Levha	*	2
TI _k ^B	Titanyum Kompozit Panel	10,4	2
TIZN ^B	Titanyum Çinko Levha	*	2
ZN ^B	Çinko Levha	33	2
ZN _k ^C	Titanyum Çinko Levha	33	2
ALZN _k ^C	Çinko Kompozit Panel	33	2
CU ^B	Alüminyum Çinko Kompozit Panel	22-25	2
PVC ^C	Bakır Levha	16-24	2
PVC _s ^C	Polivinilklorür Panel	70	1
ACR ^B	Polivinilklorür Kompozit Sandviç Panel	70	1
MAP ^C	Akrilik Levha	*	1
PC ^B	Mineral ve Akrilik Polimer Levha	30,5	1
CTP ^B	Polikarbonat Levha	0,065	1
CTP ^C	Cam Lifi Takviyeli Polyester Levha	*	1
CTP ^C	Cam Lifi Takviyeli Polyester Panel	*	1
TU ^A	Tuğla	*	5
KLİ ^A	Klinker Karo	*	5
TER ^A	Terrakota Levha	*	5
POR ^A	Porselen Karo	9	5
LÇ ^C	Ahşap Lifli Çimento Panel	0,1	5
CTB ^C	Cam Lifi Takviyeli Beton Panel	4,3	4
GR ^B	Granit	0,008	5
MER ^B	Mermer	0,003	5
TRA ^B	Traverten	0,0068	5
KRÇ ^B	Kumtaşı	0,012	5
KKT ^B	Kireçtaşı	0,075	5
KKT ^B	Kuvars Esaslı Kompozit Taş	*	5
C ^B	Lamine Cam	8,4-9	3
KL ^C	Kompakt Laminat Panel	4-90	4

Çizelge 4.11 : Ağırlık Yarar Değer Katsayılarının Saptanması.

Birim Hacim Ağırlık Değeri	0-2	2-10	10-14	14-22	22-26
Yarar Değer Katsayısı	1	2	3	4	5

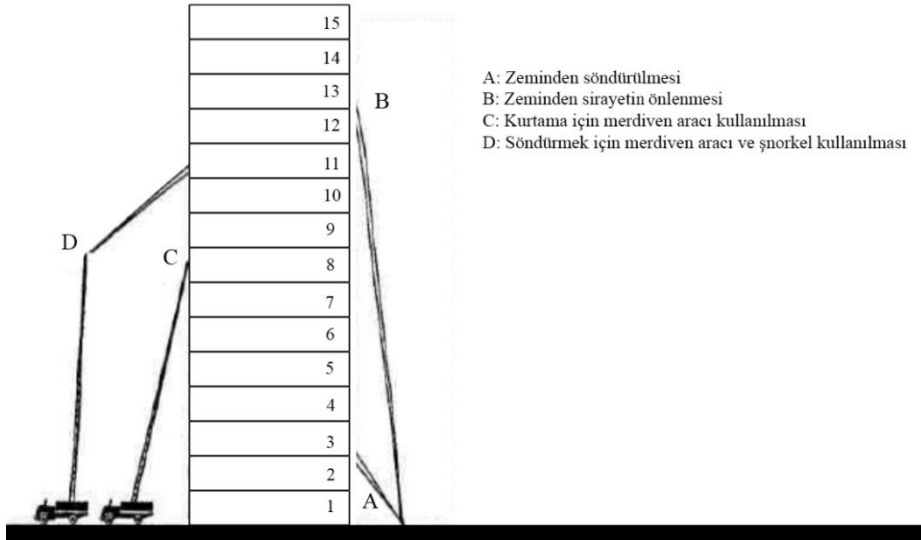
Çizelge 4.12 : Ürünlerin Ağırlık Yarar Değer Katsayılarının Saptanması.

Ürünler	Birim Hacim Ağırlık kg/m ²	Yarar Değer Katsayısı	
ST ^B	Paslanmaz Çelik Levha	*	4
ST _s ^B	Paslanmaz Çelik Kompozit Panel	10,2 kg/m ²	2
AL ^B	Alüminyum Levha	3-5,2	4
AL _K ^B	Alüminyum Kompozit Panel	5,9-8,9	3
AL _A ^C	Alüminyum Kompozit Sandviç Panel	*	3
TI ^B	Titanyum Levha	*	5
TI _K ^B	Titanyum Kompozit Panel	9,3kg/m ²	3
TI _{ZN} ^B	Titanyum Çinko Levha	4,67	4
ZN ^B	Çinko Levha	1,6	5
ZN _K ^C	Çinko Kompozit Panel	7,6-10	3
AL _{ZN} ^C	Alüminyum Çinko Kompozit Panel	1,6	5
CU ^B	Bakır Levha	1,8	5
PVC ^C	Polivinilklorür Panel	5,5	4
PVC _S ^C	Polivinilklorür Kompozit Sandviç Panel	5,5	4
ACR ^B	Akrilik Levha	5,5	4
MAP ^C	Mineral ve Akrilik Polimer Levha	21,5	2
PC ^B	Polikarbonat Levha	0,8	5
CTP ^B	Cam Lifi Takviyeli Polyester Levha	1,4 gr	5
CTP ^C	Cam Lifi Takviyeli Polyester Panel	1,4 gr	5
TU ^A	Tuğla	0,44	4
KL ^A	Klinker Karo	*	4
TER ^A	Terrakota Levha	*	4
POR ^A	Porselen Karo	7	2
LÇ ^C	Ahşap Lifli Çimento Panel	14,9	2
CTB ^C	Cam Lifi Takviyeli Beton Panel	*	2
GR ^B	Granit	26	1
MER ^B	Mermer	26	1
TRA ^B	Traverten	24	1
KUM ^B	Kumtaşı	24	1
KRÇ ^B	Kireçtaşı	24	1
KKT ^B	Kuvars Esaslı Kompozit Taş	11-19	2
C ^B	Lamine Cam	9,36	3
KL ^C	Kompakt Laminat Panel	12	3

4.2.1.2 Ürünlerin yangın performansı açısından değerlendirilmesi

Cephe kaplama sistemindeki ürünlerin yangın direnci önemli bir özelliktir. Malzemenin yangının büyümesine olan katkısı ve malzemenin yangına karşı gösterdiği dirence yangın performansı denilmektedir. Dış yüzeyde kullanılan malzemenin çeşitli ülke standartlarında verilen yangına dayanıklı sınıfa girmesi gerekmektedir. Yangın, malzeme üzerinde fiziko-kimyasal değişime neden olmaktadır. Yanma, malzemenin hidrojenden kurtulması ve oksijenin absorpsiyonunu oluşturan sıcaklık ve akkor hale gelme olayıdır. Isı etkisi ile malzeme erimekte veya kimyasal ayrışmaya uğramaktadır. Bunun için gerekli ısı miktarı malzemenin cinsine göre değişir (Eriç 1982).

Cephe kaplama malzemesinin yanıcılığı ve alev yayılımı itfaiyeciler, kullanıcı ve bina çevresindekilerin güvenliği için tehlike oluşturmaktadır. Malzeme yangın yayılım özelliğine göre, cepheye sıçrayan yangının diğer katlara yayılmasına neden olabilmektedir.



Şekil 4.7 : Yüksek Yapılarda Yangın Müdahale Teknikleri (Clark, 1991).

Bu tehlike yüksek binalar için daha fazladır. Yüksek yapılarda belirli bir kat yüksekliğine kadar dışarıdan müdahale edilebilmektedir. Özellikle bir cephe yangını, bütün yapı kabuğuna ulaşabilir ve yapı yüzeyi boyunca genişleyebilmektedir. Bu sebeple hem yapının dış çevresindeki canlıların hem de kullanıcısının can güvenliği açısından cephe kaplama malzemesinin yangın dayanım performansı malzeme seçiminde önde gelen unsurlardandır. Cephe kaplama malzemesinin yangın

direncinin öneminin özellikle yapı yüksekliğine bağlı olarak artması birçok ülke standartlarında dikkat çekmektedir.

Ürünlerin yangın güvenliği ölçütü açısından değerlendirilmesinde ele alınan alt ölçütler: Tutuşabilirlik ve alev yayılım hızı, ısı iletkenlik katsayısı ve ısıl genleşme katsayısı olarak çizelgelerde analiz edilmektedir. Aşağıda sırasıyla bu ölçütlerin ürünlerin yangın güvenliği açısından önemi açıklanmaktadır.

- **Tutuşabilirlik ve Alev Yayılım Hızı:**

Yapılardaki yangınlarda 1200⁰C'ye kadar yükselen sıcaklıklara ulaşıldığı ölçülmüştür. Yapı malzemeleri bu sıcaklığa kadar ısıtıldığında, ahşabın yandığı, çeliğin yumuşayıp mukavemetini kaybettiği, beton veya taşların ise parçalanıp döküldüğü görülmektedir. O halde bu yapı malzemelerinin hiçbiri uzun süre yüksek sıcaklığa dayanamadığı görülmektedir. Ancak bu malzemeler arasında taşlar ve betonlar, diğerlerine kıyasla biraz daha dayanıklıdır ve diğerlerine kıyasla biraz daha uzun süre sonunda parçalanırlar (Kocataşkın, 1975).

Yapı malzemelerinin yüksek sıcaklıklardaki durumları, laboratuvarlarda özel fırınlar içinde incelenmiş ve incelemede taşların sıcaklık derecesi ile artan genleşmeler yaptıkları, çimento hamurunun ise kristal suyunu kaybederek büzüldüğü, görülmüştür. Harçlarda ve betonlarda ise agrega taneleri genişlemektedir (Kocataşkın, 1975). Yangına karşı mümkün olduğunca dayanıklı cephe kaplama malzemesi seçebilmek için, sıcaklık arttıkça malzeme mukavemetini yavaş yavaş azalmasını sağlamak, yani yavaş artan hacim değişimleri gösteren malzeme seçmektir. Yangın çıktığında, alevin yayılması ya da hızı yangından yangına farklılık göstermektedir ve pekçok faktöre bağlıdır. Ancak bunda en etkili olan, malzeme yüzeyinin alev alma kapasitesidir. Alev yayılma hızı, bir yangının ne kadar çabuk yayıldığını ve geliştiğinin göstergesi olduğu için, düşük alev yayılım indeksine (FSI) sahip olan malzemelerin seçilmesi inandırıcı gözükmemektedir.

Alev yayılımı deneyi (EN ISO 11925-2), bir yapı malzemesi mamülünün küçük bir aleve maruz kalma şartlarında yanabilirliğinin değerlendirilmesi amacıyla uygulanmaktadır. Cephe kaplama malzemeleri belirli bir süreyle aleve maruz kaldığı sürede düşey olarak alevin yayıldığı yüksekliğe göre sınıflandırılmaktadırlar. Çizelge 4.14'te malzemelerin yangın sınıfları belirtilmiştir. Bu durumda A1 sınıfı yanmaz malzemeler için '5', A2 sınıfı zor yanan malzemeler için '4', B1 sınıfı malzemeler

için '3', B2 sınıfı malzemeler için '2' ve C sınıfı malzemeler için ise '1' yarar değer katsayısını almaktadırlar. DIN 4102-1 ve DIN 13502 yapı malzemeleri testine göre A sınıfı yanmaz malzeme, B1 sınıfı kolay yanıcı olmayan, B2 sınıfı yanıcı malzeme ve B3 sınıfı kolay yanabilen malzeme grubunu ifade etmektedir.

Çizelge 4.13 : Ürünlerin Yangın Sınıfı Yarar Değer Katsayılarının Saptanması.

Yangın Sınıfı	A1	A2	B1	B2	C
Yarar Değer Katsayısı	1	2	3	4	5

Çizelge 4.14 : Ürünlerin Yangın Sınıfları ve Yarar Değer Katsayıları.

	Ürünler	Yangın Sınıfı	Yarar Değer Katsayısı
ST ^B	Paslanmaz Çelik Levha	A1	5
ST _s ^B	Paslanmaz Çelik Kompozit Panel	B1	3
AL ^B	Alüminyum Levha	A1	5
AL _K ^B	Alüminyum Kompozit Panel	A2	4
AL _A ^C	Alüminyum Kompozit Sandviç Panel	B1	3
TI ^B	Titanyum Levha	A1	5
TI _K ^B	Titanyum Kompozit Panel	B1	3
TI _{ZN} ^B	Titanyum Çinko Levha	A1	5
ZN ^B	Çinko Levha	A1	5
ZN _K ^C	Çinko Kompozit Panel	A1	5
ALZN _K ^C	Alüminyum Çinko Kompozit Panel	A1	5
CU ^B	Bakır Levha	A1	5
PVC ^C	Polivinilklorür Panel	B2	2
PVC _S ^C	Polivinilklorür Kompozit Sandviç Panel	B2	2
ACR ^B	Akrilik Levha	B2	2
MAP ^C	Mineral ve Akrilik Polimer Levha	C	1
PC ^B	Polikarbonat Levha	B1	3
CTP ^B	Cam Lifi Takviyeli Polyester Levha	C	1
CTP ^C	Cam Lifi Takviyeli Polyester Panel	C	1
TU ^A	Tuğla	A1	5
KL _i ^A	Klinker Karo	A1	5
TER ^A	Terrakota Levha	A1	5
POR ^A	Porselen Karo	B1	3
LÇ ^C	Ahşap Lifli Çimento Panel	A1	5
CTB ^C	Cam Lifi Takviyeli Beton Panel	A1	5
GR ^B	Granit	A1	5
MER ^B	Mermer	A1	5
TRA ^B	Traverten	A1	5
KUM ^B	Kumtaşı	A1	5
KRÇ ^B	Kireçtaşı	A1	5
KKT ^B	Kuvars Esaslı Kompozit Taş	A2	4
C ^B	Lamine Cam	A1	5
KL ^C	Kompakt Laminat Panel	B1	3

- **Isı İletkenlik Katsayısı:**

Dış kaplamanın duvarın toplam ısı direncine bir miktar katkısı olduğundan sözedilebilse de, bu etki sınırlıdır (Toydemir ve diğ. 2000). Isı yalıtım performansı, cephede en dış katmanda yer alan kaplama malzemesinin birincil görevi olmasa bile, malzeme yapısıyla ve rengiyle, yapının bulunduğu iklim ve coğrafi şartlara göre doğru tercih edildiği takdirde bu durumu avantaj haline getirebilmektedir. Fakat ısı iletkenlik katsayısının bu bölümdeki önemi, yangında bir kıvılcım veya yanmış bir parça tutuşma derecesine gelinceye kadar ısı iletkenlik katsayısı ile malzemenin sıcaklığını yükseltir ve sonrasında yüzeyinde bir ateş parlaması meydana gelir. Yanmanın bir malzemedan diğerine geçişi ısı iletkenlik, yüzeyde meydana gelen sıcak gaz akımının teması, uçan ve yanar haldeki parçalar ile olmaktadır (Eriç, 2010). Beton, taş, metal cam gibi malzemelerin ısı iletkenlikleri nisbeten yüksek olsa da ve uzun süre yüksek sıcaklıktan özellikleri açılarından etkilenseler de alev almamakta, önemli bir risk oluşturmamaktadırlar. Ancak havada yanmazlık dışında, panellerin dış yüzeyinin dağılması, kırılmaması ve yangın süresince biçimini koruması husus da son derece önemlidir (Tanaçan ve diğ.1998).

Katı malzemelerin ısı iletkenliği, gözeneklilik derecesine, gözeneklerin büyüklüğü ile dağılım durumuna ve barındırdığı nem miktarına bağlıdır. Isı, çok az sayıda fakat geniş hava boşluklarını içeren düşük birim ağırlıktaki malzemelerde, bir yüzeyden diğer bir yüzeye daha kolayca geçebilmektedir. Gözenekler hava ile dolu olursa geçirgenlikleri azalır, ancak gözenekler su ile dolu olursa, ısı geçirgenliği artmaktadır. Malzemede ısı geçirimsizlik istenildiği hallerde ise boşluk oranı arttırılmaya çalışılır. Örneğin, plastik köpük, cam yünü, yapay ahşap, boşluklu tuğla gibi malzemeler, bu amaçla kullanılır (Eriç, 1982). Gözenekler içindeki durgun havanın ısı iletkenliği azdır (Eriç, 2010). Doğal taşlar, yüksek ısı depolama kapasitesine sahiptirler, bu yüzden yavaş ısınır ve yavaş soğurlar.

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. Özellikle homojen olmayan birkaç malzemenin biraraya geldiği yapı elemanlarında ortaya

çıkan bu sorun, ısı tutucu malzemenin de yer alması ile daha büyük zararlara yol açabilmektedir. (Eriç, 1982).

Cephe Kaplama ürünlerinin sahip oldukları ısı iletkenlik katsayıları değerleri üzerinden yarar değer katsayıları saptanmıştır. Metal malzeme grubunun ısı iletkenlik katsayıları diğer malzemelere göre oldukça yüksektir. Yangın performansı açısından bakıldığında yüksek ısı iletkenlik katsayısına sahip olan malzemelere en düşük yarar değer katsayısı verilmiştir. Bu durumda bütün metal grubu ürünler '1' yarar değer katsayısını almaktadırlar. Sadece paslanmaz çelik levha '4' yarar değer katsayısını almaktadır (Çizelge 4.15, Çizelge 4.16).

- **Isıl Genleşme Katsayısı:**

Yangın faktörü gibi yüksek sıcaklık karşısında cephe kaplama malzemesinin ısıl genleşme katsayısı öne çıkmaktadır. Malzeme ısı etkisiyle genişerek tespit noktalarından ayrışıp yapı çevresindeki insanlar için tehdit oluşturmaktadır.

(Bknz. Bölüm 4.2.1.1)

4.2.1.3 Ürünlerin atmosfer koşullarına dayanım açısından değerlendirilmesi

Cephe kaplama sistemindeki ürünlerin atmosfer koşullarına dayanım performansı. Belirli iklim ve çevre koşulları çerçevesindeki ısıl değişiklikler sonucunda, malzemenin ısı emmesi boyutsal, tespit noktalarına doğru oluşturduğu gerilmeler sonucunda malzemede kırılma, çatlama ya da çerçevesinden ayrılmasına sebep olabilmektedir. Bu bölümde rüzgar etkisiyle malzeme bünyesinde giren suyun, değişen çevre koşulları doğrultusunda zamanla cephe kaplama malzemesine getirebileceği zararlar incelenmiştir. Yapı yüksekliğinin arttığı durumlarda, rüzgarın etkisinin artmasıyla suyun oluşturabileceği hasar daha da etkili olabilmektedir. Malzemenin, su emicilik oranı bir cephe kaplama sisteminin atmosfer koşullarına karşı dayanım performansını ortaya koymaktadır. Ayrıca kimyasal etkilerden korozyon etkisi malzemenin yüzeysel deformasyonunu etkilemektedir.

Ürünlerin atmosfer koşullarına dayanım performans ölçütü açısından değerlendirilmesinde ele alınan alt ölçütler: su emicilik, ısı emicilik, ısı yansıtıcılık korozyon ve sertlik olarak her bir ürün tipi için çizelgelerde analiz edilmektedir. Aşağıda sırasıyla bu ölçütlerin ürünlerin atmosfer koşullarına dayanımı açısından önemi açıklanmaktadır.

Çizelge 4.15 : Isı İletkenlik Yarar Değer Katsayılarının Saptanması.

Isı İletkenlik Katsayısı Değeri	0-2	2-4	4-6	6-10	10-400
Yarar Değer Katsayısı	5	4	3	2	1

Çizelge 4.16 : Ürünlerin Isı İletkenlik Yarar Değer Katsayıları.

Ürünler	Isı İletkenlik Katsayısı W/mK	Yarar Değer Katsayısı	
ST ^B	Paslanmaz Çelik Levha	16	2
ST _s ^B	Paslanmaz Çelik Kompozit Panel	16	2
AL ^B	Alüminyum Levha	235	1
AL _K ^B	Alüminyum Kompozit Panel	14	1
AL _A ^C	Alüminyum Kompozit Sandviç Panel	14	1
TI ^B	Titanyum Levha	237	1
TI _K ^B	Titanyum Kompozit Panel	237	1
TIZN ^B	Titanyum Çinko Levha	110	1
ZN ^B	Çinko Levha	116	1
ZN _K ^C	Çinko Kompozit Panel	116	1
ALZN _K ^C	Alüminyum Çinko Kompozit Panel	136	1
CU ^B	Bakır Levha	231-401	1
PVC ^C	Polivinilklorür Panel	0.16-0.18	5
PVC _S ^C	Polivinilklorür Kompozit Sandviç Panel	0.16-0.18	5
ACR ^B	Akrilik Levha	0.17-0.25	5
MAP ^C	Mineral ve Akrilik Polimer Levha	0.769	5
PC ^B	Polikarbonat Levha	3.2-4.1	2
CTP ^B	Cam Elyaf Takviyeli Polyester Levha	0.128	5
CTP ^C	Cam Elyaf Takviyeli Polyester Panel	0.178	5
TU ^A	Tuğla	1.2	5
KLİ ^A	Klinker Karo	0,0,5	5
TER ^A	Terrakota Levha	0,8-1,2	5
POR ^A	Porselen Karo	0,2-1,5	5
LÇ ^C	Ahşap Lifli Çimento Panel	0,5	5
CTB ^C	Cam Lifi Takviyeli Beton Panel	0,8	5
GR ^B	Granit	1,7-4	5
MER ^B	Mermer	2,07-3,5	4
TRA ^B	Traverten	2,3	4
KUM ^B	Kumtaşı	1,2	5
KRÇ ^B	Kireçtaşı	2	4
KKT ^B	Kuvars Esaslı Kompozit Taş	1,3	5
C ^B	Lamine Cam	0,05	5
KL ^C	Kompakt Laminat Panel	0,281	5

- **Su Emicilik:**

Cepheyi oluşturan malzeme seçiminde önemli bir hususu malzemenin su emicilik özeliği oluşturmaktadır. Su emicilik özeliği, malzemenin yüzey yapısına, gözenek oranına ve özellikle gözenek yapısı ve dağılımına bağlı olarak farklılıklar göstermektedir (Tanaçan, 2008).

Atmosferdeki suyun yeryüzüne geçişi havanın herhangi bir durumda taşıdığı nem miktarından, yağmur ve kardan kaynaklanır. Burada sıcaklık derecesinin değişmesi sonucu, nem miktarı değişmekte ayrıca suyun biçimi de sıvı halden katı hale dönüşerek çığlenme ve donma olaylarına yol açmaktadır. Suyun malzeme üzerindeki etkisi sözkonusu olduğu zaman ya malzeme suyun içindedir ya da su malzemeye yüzeysel olarak etkimektedir. Ayrıca buhar basıncından ortaya çıkan kondansasyon (yoğuşma) malzeme iç yapısında veya yüzeysel olarak malzemeye etkili olmaktadır. Su içinde bulunan malzemeye etken olan faktörler malzemenin boşluğu ve suyun basıncıdır.

Beton, hafif beton, tuğla gibi malzemeler su ile temas halinde yapısal özelliklerine göre farklı oranda suyu bünyelerine almaktadırlar. Bu türden dış cephe elemanlarının genelde su açısından etkili olacak bir cephe koruma işlemine tabi tutulması gerekmektedir. Ancak örneğin, geçirimsiz özelikte brüt beton gibi özel üretimler buna gereksinim göstermezler. Ayrıca, dış pano malzemesi olabilecek cam metal, sırlı seramik, gre gibi diğer alternatif malzemelerin çoğu da böyle bir işleme gereksinim göstermemektedirler (Tanaçan, 2008). Bu kaplama malzemelerinde kılcallık dışında basınç ile içeri itilen suyun etkisi genelde sınırlı olmaktadır. Bu olay ancak panoların derzlerinde, birleşme çizgisi boyunca, özellikle hatalı detaylandırma ya da uygulama olması halinde önemli hasarlara neden olabilmektedir (Tanaçan ve diğ., 2008).

Su katı (buz), sıvı (su) ve gaz (su buharı) halindedir ve pekçok bina sistemi içine girdiği için malzeme hasarları oluşturur. Buna çeşitli örnekler verilebilir; dış duvarı beton, tuğla ya da taş duvar olan bir yapı elemanına su girdiği zaman ve ardından bu giren su donarak buz haline geldiği zaman, suyun buz haline dönerek genişmesi nedeniyle malzeme çatlar. Eğer suyun girişi doğru bir detaylandırma ile kontrol edilirse, cephe daha uzun ömürlü ve dayanıklı olur. Dolayısıyla bakım ve onarımı da azalır. Tasarım kararları alırken, yapı malzemelerini seçerken aşağıda yer alan

faktörler göz önünde bulundurulmalıdır: Suyun zararlı etkilerinden bazıları; korozyon, çiçeklenme (efflorasans), çürüme, kabarma, boyutsal değişimdir (Tanaçan, 2008).

Bu bağlamda, cephe kaplama ürünlerinin atmosfer koşullarına dayanımı açısından, su emme oranı yüksek olan ürünlerin daha zayıf performans gösterdiği kabul edilerek düşük yarar değer katsayısı verilmiştir. Çizelge 4.17’de ürünlerin sahip oldukları su emme oranları üzerinden belirlenen yarar değer katsayıları verilmektedir. Çizelge 4.18’de ise herbir ürünün sahip olduğu gerçek su emme oranı değerlerine karşılık gelen yarar değer katsayıları sırasıyla gösterilmektedir.

- **Isı emicilik ve Isı Yansıtıcılık:**

Güneş radyasyonu etki ettiği ısı radyasyonu 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) yüzde (%) olarak belirlenmesi gerekir. Radyasyonun şiddetli ve yapı konforunu zedeleyici olduğu bölgelerde renk seçimi konusunda bazı önlemler getirmek mümkündür. Isı yansıtıcılığı % 9 gibi düşük düzeyde olan koyu renkli cephe kaplama malzemeleri yüksek sıcaklıktan olumsuz bir biçimde etkilenebilirler. Yüksek ısı emiciliğin arzu edildiği bazı durumlarda, örneğin malzeme güneş kolektörü olarak kullanılacaksa, koyu renkli yüzeyler ısı emiciliklerinin ve ısı yayınımlarının yüksek olması nedeniyle tercih edilebilir. Örneğin, bazı camlar, alüminyum folyo gibi düşük yayınıma sahip malzemeler ısı kaybını kontrol etmek için de kullanılabilir. Özellikle yaz aylarında, ısı emen cephe kaplama malzemesi, emdiği ısıyı cephenin diğer katmanlarına yaymaktadır. Bu durumda ısı emiciliği yüksek olan malzemelerin ısı yayınımları da yüksek olduğundan bu tip cephe kaplama ürünlerinin yarar değer katsayısı en düşük değeri almaktadır.

Güneş radyasyonu uzun süreli etkisiyle, cephe kaplama malzemesinin atom yapısını bozmaktadır ve rengini soldurmaktadır. Örneğin, PVC’de sararma, polietilende kırılabilirlik ve fenoliklerde önemli değişimler, ahşap malzemedeki oksidasyon sonucu yanma ve kararma, mineral pigmentli boya ve alüminyum eloksallerde ise renk değişimleri meydana gelmektedir. Malzeme seçiminde bu hususların gözönüne alınması gerekir (Eriç, 2010).

Malzemenin ısı yansıtıcılık değeri (SRI) yüzey rengi ve dokusuna göre değişmektedir. Bu sebeple değerlendirmenin dışında bırakılmıştır.

Çizelge 4.17 : Su Emicilik Yarar Değer Katsayılarının Saptanması

Su Emicilik Katsayısı Değeri	0	0 - 1,5	1,5 - 2	2 - 7	7 - 15
Yarar Değer Katsayısı	5	4	3	2	1

Çizelge 4.18 : Ürünlerin Su Emicilik Yarar Değer Katsayıları

Ürünler	Su Emicilik (% Ağırlıkça)	Yarar Değer Katsayısı
ST ^B Paslanmaz Çelik Levha	0	5
ST _s ^B Paslanmaz Çelik Kompozit Panel	0	5
AL ^B Alüminyum Levha	0	5
AL _K ^B Alüminyum Kompozit Panel	0	5
AL _A ^C Alüminyum Kompozit Sandviç Panel	0	5
TI ^B Titanyum Levha	0	5
TI _K ^B Titanyum Kompozit Panel	0	5
TIZN ^B Titanyum Çinko Levha	0	5
ZN ^B Çinko Levha	0	5
ZN _K ^C Çinko Kompozit Panel	0	5
ALZN _K ^C Alüminyum Çinko Kompozit Panel	0	5
CU ^B Bakır Levha	0	5
PVC ^C Polivinilklorür Panel	0,0012	5
PVC _S ^C Polivinilklorür Kompozit Sandviç Panel	0,0012	5
ACR ^B Akrilik Levha	0,2-0,4	4
MAP ^C Mineral ve Akrilik Polimer Levha	0,10-0,6	4
PC ^B Polikarbonat Levha	0,25	4
CTP ^B Cam Elyaf Takviyeli Polyester Levha	0,4	4
CTP ^C Cam Elyaf Takviyeli Polyester Panel	0,4	4
TU ^A Tuğla	4-7	1
KL _i ^A Klinker Karo	1	3
TER ^A Terrakota Levha	1	3
POR ^A Porselen Karo	0,1-0,2	4
LÇ ^C Ahşap Lifli Çimento Panel	0,05	4
CTB ^C Cam Lifi Takviyeli Beton Panel	3-15	1
GR ^B Granit	0,1-0,9	3
MER ^B Mermer	0,1-0,3	4
TRA ^B Traverten	2-5	2
KUM ^B Kumtaşı	0,2-10	1
KRÇ ^B Kireçtaşı	0,1-3	2
KKT ^B Kuvars Esaslı Kompozit Taş	0,1	4
C ^B Lamine Cam	0	5
KL ^C Kompakt Laminat Panel	0,2	4

Bu çalışmada daha atmosfer koşullarına dayanım açısından ısı emicilik performansı yüksek olan ürünlerin yarar değer katsayısı düşük olarak verilmiştir. Çizelge 4.26'da ürünlerin sahip oldukları ısı emicilik değerleri üzerinden belirlenen yarar değer katsayıları verilmektedir. Çizelge 4.27'de ise her bir ürünün sahip olduğu gerçek ısı emicilik değerlerine karşılık gelen yarar değer katsayıları sırasıyla gösterilmektedir.

- **Isıl genleşme katsayısı:**

(Bknz. Bölüm 4.2.1.1)

- **Korozyon:**

Korozyon direnci, iyi bir dış cephe malzemesinden beklenen temel özelliklerdendir. Korozyon kuru korozyon (oksidasyon) ve sulu korozyon olmak üzere ikiye ayrılmaktadır. Kuru korozyonda havanın oksijeni ile malzeme yüzeyi arasındaki reaksiyon sonucu yüzeyde bir oksit tabakası meydana gelmektedir. Genellikle metallerde ve polimerlerde karşılaşılan, seramiklerde ise görülmeyen bu olayı



denklemleri ile genel bir şekilde göstermek mümkündür. Birinci denkleme göre meydana gelen metal oksidi normal şartlarda katı haldedir. Bu oksit kabuğu Al, Cr, Ni, v.b. gibi bazı metallerde olduğu gibi ana metale daha kıyasla daha yoğun ise, metalin hava ile temasını keser. Oksidasyon ancak metal iyonlarının dışarıya difüzyonu ile devam edebilir. Kabuğun kalınlaşma hızı yavaştır ve kalınlık ile ters orantılıdır (Kocataşkın,1975).

Polimerlerdeki oksidasyonda ise farklı iki tür olayla karşılaşılabilmektedir. Ya oksijen, zincirlerdeki reaktif elemanlarla birleşerek polimeri bozar ve gaz halinde mikromoleküllerin malzemedan ayrılmasına ve malzemenin yumuşayıp bozulmasına sebep olur, ya da oksijen polimer zincirleri arasında yanıl bağlar kurarak, bitümlü malzemedede, boyalarda ve lastikte görüldüğü gibi sertleşmeye yol açar. Bunları önlemek için oksidasyon önleyici katkıları kullanılmaktadır.

Sulu Korozyonda (korozyon) ise metallerin 'elektrolit' adı verilen eriyikler etkisi ile bozulmalarına yol açan ve elektron transferi gerektiren olaylara 'korozyon'adı verilir.

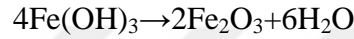
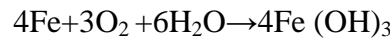
Çizelge 4.19 : Isı Emicilik Yarar Değer Katsayılarının Saptanması

Isı Emicilik Katsayısı Değeri	0	0 – 0,6	0,6 - 2	2 - 5	5 - 10
Yarar Değer Katsayısı	5	4	3	2	1

Çizelge 4.20 : Ürünlerin Isı Emicilik Yarar Değer Katsayıları.

Ürünler	Isı Emicilik	Yarar Değer Katsayısı	
ST ^B	Paslanmaz Çelik Levha	0.49	3
ST _s ^B	Paslanmaz Çelik Kompozit Panel	0.49	3
AL ^B	Alüminyum Levha	0.11-0.5	3
AL _k ^B	Alüminyum Kompozit Panel	0.11-0.5	3
ALK _s ^C	Alüminyum Kompozit Sandviç Panel	0.11-0.5	4
TI ^B	Titanyum Levha	0.2	4
TI _k ^B	Titanyum Kompozit Panel	0.2	4
TIZN ^B	Titanyum Çinko Levha	0.2	4
ZN ^B	Çinko Levha	0.13	5
ZN _k ^C	Çinko Kompozit Panel	0.13	5
ALZN _k ^C	Alüminyum Çinko Kompozit Panel	0.3-0.5	3
PVC ^C	Bakır Levha	0.08-0,93	1
PVC ^C	Polivinilklorür Panel	0.35	4
PVC _s ^C	Polivinilklorür Kompozit Sandviç Panel	0.35	4
ACR ^B	Akrilik Levha	0.35	4
MAP ^C	Mineral ve Akrilik Polimer Levha	0.35	4
PC ^B	Polikarbonat Levha	0.35	4
CTP ^B	Cam Elyaf Takviyeli Polyester Levha	0.35	4
CTP ^C	Cam Elyaf Takviyeli Polyester Panel	0.35	4
TU ^A	Tuğla	0.5-0.7	2
KLİ ^A	Klinker Karo	0.5-0.7	2
TER ^A	Terrakota Levha	0.5-0.7	2
POR ^A	Porselen Karo	0.5-0.7	2
LÇ ^C	Ahşap Lifli Çimento Panel	0.6	2
CTB ^C	Cam Lifi Takviyeli Beton Panel	0.6	2
GR ^B	Granit	0.65-0.8	1
MER ^B	Mermer	0.65-0.8	1
TRA ^B	Traverten	0.65-0.8	1
KUM ^B	Kumtaşı	0.65-0.8	1
KRÇ ^B	Kireçtaşı	0.65-0.8	1
KKT ^B	Kuars Esaslı Kompozit Taş	0.65-0.8	1
LC ^B	Lamine Cam	0,67-0,97	1
KL ^C	Kompakt Laminat Panel	0,78	2

Metal malzemenin atmosfer şartlarında bozulması sırasında oksidasyon olayı genellikle korozyon ile birlikte yer alır. Korozyonun olayının gerçekleşmesi metalin yüzeyinde rutubet bulunmasına bağlıdır. Metalin yüzeyinde oluşan oksit filmi havadaki rutubeti emerek sulu korozyon olayına ortam hazırlamaktadır. Paslanmaz çelik, alüminyum gibi bazı metaller kendilerini çok iyi koruyan filmlerle kapladıkları için atmosferde korozyona uğramazlar. Bakır ve kurşun gibi metaller ise oksitten başka ikinci sülfat veya karbonat tabakası ile kaplanarak korunmuş bulunurlar. Demirde ise, yüzeyde doğan hidroksit tabakası sonradan okside dönüşerek, yüzeye pas oluşumuna yol açmaktadır. Pas oluşumu,



Cephe kaplama malzemelerindeki önemli etkisi, ankraj elemanları, detay elemanları dışında metal dış yüzey tabakalarında görülebilir. Alüminyum bakır gibi metallerin bilinen dirençlerine karşın demir, sac, malzeme genelde daha dikkatli kullanılmayı ve korunmayı gerektirmektedir. Aslında çıplak sac kullanılmaması, antikorozyif boyalarla boyanması, galvanize sac kullanılması ile sorun bir noktaya kadar çözülmüş olmaktadır. Ancak, bu tür korumaların, özellikle boyama gibi yöntemlerin zaman içinde sürekli bakım gerektirdiği unutulmamalıdır. Öte yandan, metal malzemenin detaylandırılmasında farklı metallerin birbirine teması, uygun koşullarda korozyona neden olmaktadır. Bu şekilde, normalde atmosferik etkilerine dayanıklı metaller de tahrip olmaktadır. Demir, alüminyum, bakır, çinko gibi çözelme gerilimleri farklı metallerin, nemli ve korozyona uygun bir ortamda teması, bilinen elektro-kimyasal olaylar sonucunda beklenmeyen sonuçlar ortaya çıkartabilmektedir (Tanaçan ve diğ., 1998). Alçı nötr, kireç ise baz karakterdedir. Çimento da açığa çıkardığı $\text{Ca}(\text{OH})_2$ nedeniyle kuvvetli bir bazdır ve tüm asitlerden zarar görür. Korozyon genellikle metallerin yüzeyini tahrip eden elektrokimyasal bir olaydır. Kimyasal reaksiyon sonucu malzemenin kaybolması, faz değiştirmesi veya özelliğini kaybetmesine korozyon denir. Kimyasal ve elektronik değişikliklerin her ikisi de korozyonu etkiler ve her yerde vardırırlar. Korozyon etkilerini kontrol edebilmek için mimarın korozyon mekanizmasını anlaması gerekir. Bu şekilde mimar, korozyon ortamlarından uzaklaşır ve korozyon önleyici tedbirler alır. Korozif ortamda kullanılan parçalardaki iç gerilmeler korozyon hızını yükseltir (Vlack, 1972).

Diğer malzemelerle uyumluluk ise, özellikle alüminyum kullanılıyorsa, yine önemli bir husustur. Alüminyum, özellikle farklı malzemelerle elektrolitik korozyona karşı hassastır. Saf alüminyum ve bazı alüminyum alaşımları korozyona karşı çok dirençli olmalarına karşın, yüksek mukavemetli alüminyum alaşımları korozyon yönünden çok hassastırlar. Bu malzemeleri korozyona karşı koruyabilmek için, malzeme korozyona dirençli bir alüminyum alaşımı veya saf alüminyum ile kaplamakta, böylelikle korozyona dayanıklı ve yüksek mukavemetli bir alüminyum malzeme elde edilmektedir (Ersoy, 2001). Su bünyesinde içerdiği ve çözerek bünyesine aldığı maddelerin etkisiyle asit, baz ve nötr şekillerde bulunabilir. Su atmosferdeki CO₂'i çözerek asit özelliği kazanmaya başlar. Alüminyum levha, orijinal kaplama olsun veya olmasın, pek çok bina malzemesinin etkisine maruz kalır. İyi detaylandırma ile suyla doğrudan temas önlenmelidir, bu şekilde etkin drenaj aşınmayı önleyecektir. Seramik malzemeler metallere göre daha dayanıklıdırlar. Seramik malzemelerde yüksek sıcaklık altında malzemedeki hasar meydana gelebilir. Bu hasar sürecine de korozyon çeşitidir. Polimerlerde ise bu durum seramik ve metal grubundan farklıdır. Polimerler sıvı çözeltiyi emerek şişebilirler, radyasyonun da etkisiyle moleküler yapılarında değişim gerçekleşebilmektedir.

Paslanmaz çelik, bakır ve çinko gibi metal ürünlerin yarar değer katsayıları 5'tir. Polimer esaslı ürünler yüksek sıcaklık altında korozyon sürecine girdiğinden yarar değer katsayıları 4'tür. Polikarbonat diğer polimerlere yüksek sıcaklık altında daha iyi performans gösterdiğinden yarar değer katsayıları 5'tir. Akriliğin korozyon yarar değer katsayısı 3'tür. Alüminyum ve Titanyum esaslı ürünler korozyona uğramadığından yarar değer katsayıları 5'tir. Çimento, taş, ahşap ve cam esaslı ürünlerin yarar değer katsayıları 5'tir (Çizelge 4.21).

- **Sertlik:**

Sertlik, malzeme yüzeyinin kalıcı şekil değiştirme yapmaya karşı mukavemetini belirten özelliktir (Kocataşkın 1975). Bir fiziksel özellik olmasına rağmen, mekanik özelliklere etkisi, özellikle de aşınma olayındaki etkinliği nedeniyle, sertlik mekanik özellikler altında incelemelidir (Eriç, 2010). Elastiklik modülü büyük olan malzemeler genellikle sert ve aşınma dayanımı yüksek olmaktadır. Eğer malzemenin sertliği hakkında bir veri bulunmadığı takdirde gerilme deformasyon önerisi aşınma dayanımının bir ölçüsü olabilmektedir (Wilson, 2013).

Çizelge 4.21 : Korozyon Yarar Değer Katsayıları.

	Ürünler	Korozyon	Yarar Değer Katsayısı
ST ^B	Paslanmaz Çelik Levha	*****	5
ST _s ^B	Paslanmaz Çelik Kompozit Panel	*****	5
AL ^B	Alüminyum Levha	*****	5
AL _K ^B	Alüminyum Kompozit Panel	*****	5
AL _{Ks} ^C	Alüminyum Kompozit Sandviç Panel	*****	5
TI ^B	Titanyum Levha	*****	5
TI _K ^B	Titanyum Kompozit Panel	*****	5
TI _{ZN} ^B	Titanyum Çinko Levha	*****	5
ZN ^B	Çinko Levha	*****	5
ZN _K ^C	Çinko Kompozit Panel	*****	5
AL _{ZN_K} ^C	Alüminyum Çinko Kompozit Panel	*****	5
CU ^B	Bakır Levha	*****	5
PVC ^C	Polivinilklorür Panel	****	4
PVC _s ^C	Polivinilklorür Kompozit Sandviç Panel	****	4
ACR ^B	Akrilik Levha	****	4
MAP ^C	Mineral ve Akrilik Polimer Levha	****	4
PC ^B	Polikarbonat Levha	****	4
CTP ^B	Cam Elyaf Takviyeli Polyester Levha	*****	5
CTP ^C	Cam Elyaf Takviyeli Polyester Panel	*****	5
TU ^A	Tuğla	*****	5
KLI ^A	Klinker Karo	*****	5
TER ^A	Terrakota Levha	*****	5
POR ^A	Porselen Karo	*****	5
LÇ ^C	Ahşap Lifli Çimento Panel	*****	5
CTB ^C	Cam Lifi Takviyeli Beton Panel	*****	5
GR ^B	Granit	*****	5
MER ^B	Mermer	*****	5
TRA ^B	Traverten	*****	5
KUM ^B	Kumtaşı	*****	5
KRÇ ^B	Kireçtaşı	*****	5
KKT ^B	Kuvars Esaslı Kompozit Taş	*****	5
LC ^C	Lamine Cam	*****	5
KL ^C	Kompakt Laminat Panel	*****	5

Sertlik, cisimlerin çizilmeye ve aşınmaya karşı gösterdikleri dayanım olup, malzeme türüne ve uygulanan deney yöntemine bağlı olarak değişik şekillerde ifade edilir. Sertliğe bağlı olarak belirlenen diğer bir teknolojik özellik aşınma dayanımı'dır (Toydemir ve diğ, 2000). Jeoloji bilminde sertlik, taşların birbirini çizmesi yolu ile araştırılmaktadır ve Mohs sertlik skalası adı verilen 10 sertlik derecesine ayrılmaktadır. Hangi taş diğerini çiziyorsa o serttir. Hangi taş diğerini çizemiyorsa,

fakat üzerine kurşun kalem veya tebeşir gibi yazı bırakıyorsa o yumuşaktır. (Kocataşkın 1975).

Metaller için sertlik Brinell, Vickers, Rockwell deney metodlarıyla belirlenir. Bütün bunlarda elmas veya yüksek karbonlu çelikten bir parça bastırılır ve yüzey üzerinde açtığı izin çapının büyüklüğüne göre o cismin sertliği belirlenir. Plastik ve kauçuk bünyeli cisimlerde sertlik Shore sertlik cihazı ile ölçülür. Bunun için cismin üzerine yay ile verilen bir kuvvet uygulanır iğnenin cisme girme miktarı ile sertliği belirlenir (Toydemir ve diğerleri, 1998).

Bir malzemenin aşınması çeşitli kuvvetler karşısında malzemenin sertliğine bağlı olarak yüzeyinde meydana gelen kopma ve parçalanmalardır. Bu olay her iki malzemenin birbirine etkimesi sonucu görülebilir. Sertlik yanında malzemenin aşınmasını etkileyen faktörler malzemeye uygulanan basınç ve aşındırma süresidir. Malzeme yüzeyinde meydana gelen aşınma beraberinde yüzeysel şekil değişimlerine, ısınmalara ve korozyona yol açacaktır.

Cephe kaplama malzemesinde mekanik olarak aşınma etkisi meydana getiren kuvvetler rüzgar, su, hareket halinde bulunan makina ve insan gibi faktörlerin sonucudur (Eriç, 2010). Cephe kaplama malzemesi olarak, düşük sertlikte bir malzeme seçildiği takdirde, zamanla aşınan ya da zarar gören parçayı yenisiyle değiştirmek yapı yüksekliğine veya tespit yöntemi açısından zor olabilir.

Mohs değeri arttıkça malzemelerin sertliği artmaktadır. En yüksek mohs değerine sahip olan ürün 5 değer katsayısını almaktadır (Çizelge 4.22, Çizelge 4.23) .

Çizelge 4.22 : Sertlik Yarar Değer Katsayılarının Saptanması.

Vickers Sertlik Değeri (VHS)	1 - 15	15 – 44	44 - 49.4	49.4 -170	170-270
Yarar Değer Katsayısı	1	2	3	4	5

Çizelge 4.23 : Ürünlerin Sertlik Yarar Değer Katsayıları.

Ürünler	Sertlik	Yarar Değer Katsayısı	
T ^B	Paslanmaz Çelik Levha	170-270 VHN	5
ST _s ^B	Paslanmaz Çelik Kompozit Panel	170-270 VHN	5
AL ^B	Alüminyum Levha	49.4-54.6 VHN	3
AL _K ^B	Alüminyum Kompozit Panel	49.4-54.6 VHN	3
ALK _S ^C	Alüminyum Kompozit Sandviç Panel	49.4-54.6 VHN	3
TI ^B	Titanyum Levha	-	2
TI _K ^B	Titanyum Kompozit Panel	-	2
TIZN ^B	Titanyum Çinko Levha	-	2
ZN ^B	Çinko Levha	20-50 VHN	2
ZN _K ^C	Çinko Kompozit Panel	20-50 VHN	2
ALZN _K ^C	Alüminyum Çinko Kompozit Panel	20-50 VHN	2
CU ^B	Bakır Levha	44 VHN	2
PVC ^C	Polivinilklorür Panel	10.6-15.6 VHN	1
PVC ^C	Polivinilklorür Kompozit Sandviç Panel	10.6-15.6 VHN	1
ACR ^B	Akrilik Levha	16.1-21.9 VHN	2
MAP ^C	Mineral ve Akrilik Polimer Levha	*2-3 Mohs	2
PC ^B	Polikarbonat Levha	17.7-21.7 VHN	2
CTP ^B	Cam Elyaf Takviyeli Polyester Levha	21.5 VHN	2
CTP ^C	Cam Elyaf Takviyeli Polyester Panel	21.5 VHN	2
TU ^A	Tuğla	8-30 VHN	2
KLİ ^A	Klinker Karo	*3 Mohs	2
TER ^A	Terrakota Levha	*3 Mohs	2
POR ^A	Porselen Karo	*3 Mohs 8-30VHN	2
LÇ ^C	Ahşap Lifli Çimento Panel	5.6-6.2 VHN	1
CTB ^C	Cam Elyaf Takviyeli Beton Panel	-	1
GR ^B	Granit	*5-8 Mohs	3
MER ^B	Mermer	*15 Mohs	4
TRA ^B	Traverten	*20 Mohs	4
KUM ^B	Kumtaşı	*35 Mohs	5
KRÇ ^B	Kireçtaşı	- 3-18 VHN	4
KKT ^B	Kuvars Esaslı Kompozit Taş	7 Mohs	3
LC ^B	Lamine Cam	5,5-7 Mohs 438-483 VHN	5
KL ^C	Kompakt Laminat Panel	10-15 VHN	1

* Mohs Sertlik Değeri

4.2.2 Cephe Kaplama Sisteminin Tespit Yönteminin Performans Ölçütleri Açısından Değerlendirilmesi

Bu bölümde cephe kaplama sistemindeki tespit yöntemlerinin Churchman ve Ackoff yöntemine göre sırasıyla tespit güvenliği, yangın performansı ve atmosfer koşullarına dayanım performans ölçütleri açısından yarar değer katsayıları belirlenmektedir. Cephe kaplama sistemlerinin farklı tespit yöntemleri bölüm 3'te açıklanmıştır. Aşağıdaki bölümde, konumuz bağlamında sözü edilen tespit yöntemleri harçla tespit, ankrajla tespit, konstrüksiyona yapıştırılarak, konstrüksiyona vidalayarak, konstrüksiyona kliplerle tespit, , konstrüksiyona özel konstrüksiyona vidalayarak, konstrüksiyona kliplerle tespit, , konstrüksiyona özel bağlantı elemanlarıyla asarak tespit olarak altı başlık altında incelenmiştir.

4.2.2.1 Tespit yöntemlerinin tespit güvenliği açısından değerlendirilmesi

Tespit yöntemleri sırasıyla V_1 duvar gövdesi üzerine harç ile yapıştırma, V_2 metal alt konstrüksiyon sistemi üzerine özel yapıştırıcılarla yapıştırma, V_3 metal alt konstrüksiyon sistemi üzerine vidalama, V_4 metal alt konstrüksiyon sistemi üzerine kliplerle tespit, V_5 metal alt konstrüksiyon sistemi üzerine özel bağlantı elemanlarıyla asmadır. Bu tespit türlerinin kaplama türünün performans değerlendirilmesindeki yarar-değer katsayılarının belirlenmesine esas olacak ilkeleri ortaya konmuştur.

Harç ile tespit (V_1):

Bir cephe kaplamasının, organik ya da inorganik esaslı bir harç yardımıyla dayanıklı bir şekilde duvar malzemesine tespit edilebilmesi başlıca iki etmene bağlıdır: Yapıştırıcı harç ile uygulandığı yüzey arasındaki aderans ve yapıştırıcı harcın kürlendikten sonra sahip olduğu dayanım. Adezyon, nispeten sıvı kıvamdaki harcın iki katı maddeyi aynı anda birbirine yapıştırma kabiliyetidir. Harç ile uygulandığı yüzeyin mekanik olarak birbirine tutunması için harcın uygulandığı yüzey alanının, yüzeyin geometrik alanına göre artırılması gerekir. Böylece daha büyük yüzeyin harç ile temas etmesi sağlanmış olur. Ayrıca, yapıştırma yüzeyinin temiz olması, yağlı ve pis olmaması aderansı artıran önemli bir etkidir.

Seramik plaklar ve ince taş kaplamalar nispeten kalınca bir Portland çimento tabakası altlığı üzerine ince bir yapıştırıcıyla tespit edilebilir. Çok ince kaplama kalınlığı, tespit ile ilgili problemler nedeniyle her zaman ekonomik olmayabilmektedir. Kaplamaların insan gücüyle taşınabilmesi için maksimum 0.28-0.37 m² yüzey alanına sahip olması ve en çok 55-68 kg olması uygundur.

Ankraj Yöntemi (V₂):

Kaplama malzemelerinin duvar yüzüyle aralarında hava yastığı bırakacak şekilde duvara bir bağlantı elemanı aracılığıyla tespit edilmesinde harç kullanılmaz. Başlıca iki ayrı uygulama şekli içeren bu sistemde kaplama malzemesi duvara ya bir “kenet” sistemiyle ya da bir “ızgara” sistemi yardımıyla tespit edilir. Kullanılan kaplama malzemeleri birbirleriyle geçmeli olarak birleştirilmekte, böylece yağmur suyunun içeriye geçmesi engellenmektedir. Bazı kaplama türlerinde kaplama elemanlarının arasına özel plastik macun ya da fitiller konmak suretiyle bu sorun binisiz olarak da çözülebilmektedir.

Cephe kaplamasının tek tek metal ankraj elemanlarıyla arkadaki taşıyıcı duvara tespitinde, kaplama yükünün duvara taşınması ve kaplama yüzeyinin düzgünlüğünün sağlanması gibi başlıca iki amaç vardır. Ankraj sistemiyle tespit edilen cephe kaplamalarında, kaplamanın cinsi kaplama konstrüksiyonunu etkileyen bir etmendir. Bünye yapıları işlenmeye daha elverişli olan doğal ya da özellikle yapay kaplamalar, dökümü sırasında nispeten büyük yuva ve deliklerin açılmasına ve bırakılmasına olanak vermesi nedeniyle, lama ve kenetlerle tespit edilebilir. Bu gruptaki örneğin bazı taşlar 38-50 mm kadar inceliğe kadar kullanılabilmeyle birlikte köşelerde oluşabilecek kırılmalardan ötürü 75 ve hatta 100 mm kalınlığa kadar kullanılmaları tavsiye edilmektedir. Bu da yapıya gelen yükü arttırmaktadır. Diğer yandan sert bünye yapıları ve işlenme zorlukları olan cephe kaplamaları daha küçük oyuk ve profil açmaya elverişlidir. Bu nedenle bu tür nispeten daha sert kaplamalar daha çok tel kenet ve kancalarla tespit edilir. Bu tür taşlar mukavemetleri de daha yüksek olduğundan ince kesitler (13-50 mm) halinde ve hafif kenet ve tellerle köşelerinden kırılma riski olmaksızın tespit edilebilir.

Ankraj olarak kullanılan bağlantı elemanları galvanize çelik, paslanmaz çelik, bakır ve bronz gibi demirsiz metallerden yapılmış olmalıdır. Bu tespit elemanlarının

boyutları kaplamanın ölü yükünü, rüzgar yükünü ve bakım ekipmanını taşıyacak şekilde boyutlanmalıdır.

Metal Alt-Konstrüksiyon Sistemine Özel Yapıştırıcılarla Yapıştırma (V_3):

Yapışan iki yüzeyin camda olduğu gibi tamamıyla boşluksuz ve parlak olması ve birbirine tamamıyla temas etmesi, “özgün adezyon” denilen iki farklı madde arasında moleküler düzeyde oluşan bir kenetlenme olayına olanak verir. Bu kuvvetler aynı madde molekülleri arasında gelişen kohezyon kuvvetlerine benzer bir davranışı sergiler. Tüm tutkal türleri için yapıştırıcı kalınlığı çimento harçlarının aksine, mümkün olduğu kadar ince olmalıdır. Uygun bir şekilde yapıştırılmış derzin, gerek kayma gerek çekme kuvvetleri altındaki mukavemeti yapıştırıcının mukavemetinden kaçınılmaz olarak daha yüksek olmalıdır. Tüm yapıştırıcılar yapıştırdıkları yüzeylerin ikisini de ıslatmalıdır. Bunu sağlayabilmek ve tutkalın mekanik ve kimyasal olarak etkilenmemesi için yüzeylerin, özellikle metal yüzeylerin, yapıştırıcı uygulanmadan evvel temizlenmesi, yağlardan arındırılması ve genellikle kuru olması gerekir. Yapıştırıcı olarak kullanılacak tutkallar yükler altında sünmeye dirençleri daha fazla olan ve yapışma sürecinin bir noktasına kadar sıvı durumunu koruyarak uygulandığı yüzeyi ıslatarak yapışma özelliği artan termosetlerdir. Epoksi, fenol reçineleri, vinil esaslı polimerler, siyanoakrilatlar, daha yüksek sıcaklığa da dayanıklılık sağlayan poliamitlerdir. Camın alüminyum doğramalara yapıştırılmasına olanak sağlayan strüktürel silikon hem yapıştırma hem de sızdırmazlık görevini üstlenmektedir. Bu tutkal ya da profilin, camdan aldığı rüzgar yükünü taşıyıcı çerçeveye aktarması gerekir. Bu durumda, bir yandan negatif rüzgar yüküne karşı direnç sağlamalıdır.

Metal alt konstrüksiyon sistemi (V_4 , V_5 , V_6):

Bir metal alt konstrüksiyon sistemi yardımıyla tespit edilen kaplamalarda, kaplama ve taşıyıcı duvar arasında 20 mm den daha az mesafe bırakılmamalıdır. Bu hava tabakası kaplamanın tespit edildiği taşıyıcı sistem ve kaplamanın farklı ısı genleşmelerden doğabilecek hareketine de olanak verir. Eğer tedbir alınmamışsa, çok yüksek betonarme iskelet sistemlerde, çeşitli faktörlerin hepsinin birlikteki etkisi sonucunda oluşan “sünme”ye bağlı olarak cephe kaplama plakları metal kenetlerden

ayrılabilir. Buna karşı, alınabilecek tedbir, her katta ya da en fazla 6 metrede bir yatay basınç derzleri oluşturmaktır.

Yukarıdaki değerlendirmelerden aşağıdaki sonuçlar çıkarılabilir:

- İnorganik harçlarla duvara tespit edilen kaplamaların nispeten boşluklu yapıda olması gerekliliği nedeniyle, bu tür kaplamaların özellikle çeşitli etkiler altındaki dayanımını arttırmak için kalınlığının artırılması gerekebilmektedir. Bu durumda hem kaplamanın ağırlığı artmakta hem de yapıya getirdiği yük artmaktadır. Plaklar ancak belirli bir büyüklükte ve nispeten az katlı binalar için uygun olabilir. Isı yalıtım tabakasının duvarın dış tarafından uygulanması bu tür tespit sisteminde olanaklı değildir. Kaplamanın tek tek arkadaki taşıyıcı zemine ankre edilmesi taşın yükünün emniyetli bir şekilde aktarılmasını sağlamasına rağmen, özellikle yüksek yapılarda uygulama zorluğu taşımaktadır. Isı yalıtım tabakasının duvarın dış tarafından uygulanması bu tür tespit sisteminde de olanaklı değildir.
- Bir ızgara sistemiyle kaplamanın tespit edilmesiyle kaplamaya gelen düşey, yatay mekanik ve fiziksel yükler güvenle zemine aktarılmaktadır. Farklı malzemelerin bir araya gelmesiyle oluşabilecek genleşme, korozyon gibi faktörleri dikkate alan bir cephe tasarımı gereklidir. Isı yalıtım tabakası duvarın dış tarafından uygulanabilir.

Metal ızgara sistemine yapıştırılarak tespit edilen kaplamalar özellikle firmaların özel yapıştırıcılarıyla kaplanmasına rağmen, organik maddelerin işlevini sürdürebilmesi için aşırı güneş etkisinden, sıcaktan ve soğuktan korunması gerekliliği, bu tür yapıştırıcıların yük taşıma kapasitelerini nispeten olumsuz yönde etkileyebilir.

Tespit yöntemlerinin tespit güvenliği açısından değerlendirilmesinde önem katsayılarının hesaplanması:

- İlk olarak yukarıdaki açıklamalara göre tespit güvenliği açısından tespit yöntemlerinin önem ağırlıkları saptanmıştır. $(O_6)=(O_5)=(O_4)=(O_2)>(O_1)>(O_3)$ ise, $V_6=V_5=V_4=V_2>V_1>V_3$ dir.

- En büyük önem taşıyan öğelere (O_6, O_5, O_4, O_2) geçici olarak 1,00 ağırlık değeri verilmiştir. Diğer öğelerin ağırlıkları yukarıdaki tercihe göre, rölatif biçimde geçici olarak saptanmıştır. ($V_6=V_5=V_4=V_2=1, V_3=0.30, V_1=0.60$)
- En önemli olarak kabul edilen öğeler (O_6, O_5, O_4, O_3) diğerlerinin toplam değerleriyle karşılaştırılır. Bu karşılaştırma $V_6=V_5=V_4=V_2 > V_3+V_1$ ifadesini sağlamaktadır.
- Elde edilen değerler ΣV_j ile bölünerek normalize edilmiştir. $\Sigma V_j=1.90$ 'dır. Yeni değerler (V_j) şunlardır:

$$V_1' = 0.60/1.90 = 0.31$$

$$V_3' = 0.30/1.90 = 0.16$$

$$V_6' \text{ ve } V_5' \text{ ve } V_4' \text{ ve } V_2' = 1.00/1.90 = 0.53$$

$$V_1' + V_3' + (V_{2/4/5/6}) = 1.00' \text{ dir.}$$

Bu hesaplamalar sonucunda tespit güvenliği açısından en olumlu olan ankraj veya kanca ve özel bağlantı elemanlarıyla asma yöntemlerinin önem ağırlık katsayıları 0.51 iken, klips ve vidalama yöntemleri 0.26, özel yapıştırıcılara asma yöntemi 0.18 ve duvar gövdesi üzerine harçla yapıştırma yöntemi ise 0.05 olarak kabul edilmiştir (Çizelge 4.24).

Çizelge 4.24 : Tespit Yöntemlerinin Tespit Güvenliği Açısından Yarar Değer Katsayıları.

TESPİT YERİ	DUVAR GÖVDESİNE TESPİT		DUVAR GÖVDESİNE TESPİT EDİLMİŞ METAL ALT KONSTRÜKSİYON SİSTEMİ ÜZERİNE TESPİT				
	KOD	1	2	3	4	5	6
TESBİT YÖNTEMİ	HARÇ İLE YAPIŞTIRMA	ANKRAJ	ÖZEL YAPIŞTIRICILARLA YAPIŞTIRMA	VİDALAMA	KLİPS	BAĞLANTI ELEMANLARI İLE ASMA	
ÖNEM AĞIRLIK KATSAYILARI	0.31	0.53	0.16	0.53	0.53	0.53	

4.2.2.2 Tespit yöntemlerinin yangın performansı açısından değerlendirilmesi

Yangının cepheye yayılması yapı kullanıcısının can güvenliği açısından çok ciddi problem taşımaktadır. Yangın anında kaplama malzemesinin yapıştırıldığı sistemlerden harçla dış duvar gövdesi üzerine tespit yöntemi, metal alt konstrüksiyon sistemine özel yapıştırıcılarla yapıştırma yöntemine göre daha iyi performans göstermektedir. Çünkü genellikle polimer esaslı olan özel yapıştırıcılar yangın anında inorganik esaslı harçlara göre daha kolay ayrışmaktadır. Özel yapıştırıcılarla yapıştırma yönteminde, alt tabakada bulunan yapışkan yangından korunmalıdır. Yangın anında, özel yapıştırıcının gevşemesi veya alevin sıcaklığı nedeniyle parçalanması kaplamanın ve yapıştırıcının ayrılmasına neden olabilmektedir (Petrie, 2007). Duvar gövdesi üzerine ankraj ve metal alt konstrüksiyon sistemi üzerine vida, klips, özel bağlantı elemanlarıyla asma yöntemleri harç ve özel yapıştırıcılara göre daha düşük performans göstermektedir. Bu tip özel bağlantı elemanları genellikle çelikten yapılmaktadır. Yapılardaki yangınlarda sıcaklığın 1200 °C'ye kadar ulaşabildiği bilinmektedir. Çeliğin maksimum servis sıcaklığı 500 ile 600 °C arasında değişmektedir, alüminyumun maksimum servis sıcaklığı 150 ile 250 °C arasında değişmektedir. Epoksi esaslı yapıştırıcıların mukavemeti ise 177 °C de bozulmaktadır. Hava tabakalı cephe sistemlerinde katmanlar arasında bulunan boşluk yangın anında baca etkisi yaparak alevin yayılmasına sebep olmaktadır.

Tespit yöntemi ve malzeme detayı çözümleri yangının yayılmasını kesin olarak engelleyemez fakat geciktirerek tahliye için gerekli süre kazanılmasını sağlamaktadır.

Önem katsayılarının hesaplanması:

- İlk olarak yukarıdaki açıklamalara göre yangın performansı açısından tespit yöntemlerinin önem ağırlıkları saptanmıştır. $(O_1) > (O_2) = (O_4) = (O_5) = (O_6) > (O_3)$ ise, $V_1 > V_2 = V_4 = V_5 = V_6 > V_3$ tür.
- En büyük önem taşıyan öğelere (O_1) geçici olarak 1,00 ağırlık değeri verilmiştir. Diğer öğelerin ağırlıkları yukarıdaki tercihe göre, rölatif biçimde geçici olarak saptanmıştır. $(V_1=1, V_6=V_5=V_4=V_2=0.60, V_3=0.30)$

- En önemli olarak kabul edilen öge (O₁) diğerlerinin toplam değerleriyle karşılaştırılır. Bu karşılaştırma $V_1 > (V_6=V_5=V_4=V_2)+V_3$ ifadesini sağlamaktadır.
- Elde edilen değerler ΣV_j ile bölünerek normalize edilmiştir. $\Sigma V_j=1.90$ 'dır. Yeni değerler (V_j) şunlardır:

$$V_1' = 1.00/1.90 = 0.53$$

$$V_3' = 0.30/1.90 = 0.16$$

$$V_2' \text{ ve } V_4' \text{ ve } V_5' \text{ ve } V_6' = 0.60/1.90 = 0.31$$

$$V_1' + V_3' + (V_{2/4/5/6}) = 1.00' \text{ dir.}$$

Bu hesaplamalar sonucunda yangın performansı açısından metal alt konstrüksiyon sistemine özel bağlantı elemanlarıyla asma, klipsle tespit ve vidayla tespit yöntemi 0.31, özel yapıştırıcılara yapıştırma yöntemi 0.16, duvar gövdesi üzerine ankrajla tespit yöntemi 0.31 ve duvar gövdesine harçla yapıştırma yöntemi ise 0.53 olarak kabul edilmiştir (Çizelge 4.25).

Çizelge 4.25 : Tespit Yöntemlerinin Yangın Performansı Açısından Yarar Değer Katsayıları.

TESPİT YERİ	DUVAR GÖVDESİNE TESPİT		DUVAR GÖVDESİNE TESPİT EDİLMİŞ METAL ALT KONSTRÜKSİYON SİSTEMİ ÜZERİNE TESPİT			
	KOD	1	2	3	4	5
TESPİT YÖNTEMİ	HARÇ İLE YAPIŞTIRMA	ANKRAJ	ÖZEL YAPIŞTIRICILARLA YAPIŞTIRMA	VİDALAMA	KLİPS	BAĞLANTI ELEMANLARI İLE ASMA
ÖNEM AĞIRLIK KATSAYILARI	0.53	0.31	0.16	0.31	0.31	0.31

4.2.2.3 Tespit yöntemlerinin atmosfer koşullarına dayanım açısından değerlendirilmesi

Harç ile yapıştırılan iki malzeme, birbirlerine nazaran aşırı hareket ettiği zaman yapıştırıcının işlevini bozabilir. çeşitli hareketler nem veya sıcaklıktaki değişimler, tuz etkisiyle meydana gelen fiziksel ve kimyasal etkileşimler gibi faktörlere bağlı olarak meydana gelir. Bu nedenle, birbirine bağlanan parçaların aşırı hareket etmesi

engellenmelidir. Bir metal alt konstrüksiyon sistemi yardımıyla tespit edilen kaplamalarda, kaplama ve taşıyıcı duvar arasında 20 mm den daha az mesafe bırakılmamalıdır. Bu hava yastığı duvardan gelebilecek tuzlara karşı bir bariyer teşkil ederek kuruma evresinde kaplama malzemesinde oluşabilecek lekelenmeleri engellemektedir. Hava tabakasına herhangi bir şekilde girmiş rutubetin havalandırılması için hava yastığının üst ve alt kısmında boşluk bırakılmalıdır. Bu durum özellikle duvar dış yüzeyinde ısı yalıtımı varsa önemlidir.

Özel yapıştırma yönteminde ise yapıştırıcı metal alt çerçevelerde meydana gelen ısıl genleşme hareketlerini sönmüleyebilecek esneklikte olmalıdır. -35° ve -40°C lere kadar soğukta elastik özelliklerini kaybederek rijitleşmemesi, ya da 80-85°C sıcakta (özellikle koyu renkli cam ve doğramalarda oluşabilmektedir) yumuşayarak adezyon özeliğini yitirmemesi bu tutkalın güvenle kullanılmasını sağlamaktadır. Bilindiği gibi, güneş ışınları, özellikle organik maddelerin molekül zincirlerini bozarak eskimesine neden olmaktadır. Bu nedenle bazı silikonlar, doğrudan ya da dolaylı olarak güneş ışınlarına maruz kaldığında işlevini sürdürebilmektedir.

Birbirine yapıştırılan iki malzeme, birbirlerine nazaran aşırı hareket ettiği zaman yapıştırıcının işlevini bozabilir. Bu hareketler nem veya sıcaklıktaki değişimler, tuz etkisiyle meydana gelen fiziksel ve kimyasal tepkiler, yük altındaki eğilmeler gibi faktörlere bağlı olarak meydana gelir. Bu nedenle, birbirine bağlanan parçaların aşırı hareket etmesi engellenmelidir.

Cephe kaplaması olarak seçilen “boşluklu” bir kaplamanın harçla temas eden yüzey alanı nispeten büyüktür. Taşın boşluklu yapıda olması, harçla mekanik kenetlenme olanağını artırır ancak bu defa da kaplamanın su emiciliği yüksekse taş-harç arasındaki aderans ters yönde etkilenir. Örneğin, çimento bir harç, kuru ve boşluklu bir yüzeye uygulandığında, boşluklu olan yüzey harcın suyunu emer ve harç yeterince suyla kürlenemediğinden zayıf ve dayanıksız olur. Bu durumda kaplama yüzeye tutunamaz.

Daha yumuşak, su emiciliği daha yüksek, nispeten gözenekli ve daha dayanıksız olan kaplamalar (örneğin taşlarda traverten, bazı volkanik tüfler, kum taşları kavkılı tortul taşları gibi) doğrudan harç yardımıyla tespit edilebilirken, harcın suyunu nispeten az emen kaplamaların harca aderansı her zaman iyi olmayabilir.

Bir ızgara sistemiyle tespit edilen kaplamalarda konstrüksiyon malzemesi olarak alüminyum kullanılmaktadır. Alüminyum doğal olarak korozyona dayanıklı bir metaldir. Oksijen ile temas ettiğinde yüzeyinde, doğal bir korozyon direnci oluşur. Oksijen saydam bir oksit filmi oluşturarak metali korur. Korozyonun şiddeti, atmosfer nemi içinde SO₂, CO₂ veya özellikle denize maruz yerlerde tuz varsa artar.

Alüminyum, demirli metallere temas ettiğinde iki metal arasında çok düşük düzeyde galvanik etki meydana gelir. Ancak, çinko esaslı metaller elektrolit tepkime verir. Bu nedenle, galvanize sac da dahil olmak üzere alüminyumun çinko ile temasından kaçınılmalıdır. Bu durumda çinko korozyona uğrayacaktır. Alüminyum, ıslak ve nemli çimento esaslı kompozitlerle de korozyona uğrayabilir. Birbirleriyle uyumlu olmayan malzemeleri özellikle nemli ortama yan yana getirirken araya mutlak bitümlü keçe gibi bir yalıtım malzemesi konulmalıdır.

Önem katsayılarının hesaplanması:

- İlk olarak yukarıdaki açıklamalara atmosfer koşullarına dayanım açısından tespit yöntemlerinin önem ağırlıkları saptanmıştır. $(O_6)=(O_5)=(O_4)=(O_2)>(O_1)>(O_3)$ ise, $V_6=V_5=V_4=V_2>V_1>V_3$ dir.
- En büyük önem taşıyan öğelere (O_6, O_5, O_4, O_2) geçici olarak 1,00 ağırlık değeri verilmiştir. Diğer öğelerin ağırlıkları yukarıdaki tercihe göre, rölatif biçimde geçici olarak saptanmıştır. $(V_6=V_5=V_4=V_2=1, V_3=0.30, V_1=0.60)$
- En önemli olarak kabul edilen öğeler (O_6, O_5, O_4, O_3) diğerlerinin toplam değerleriyle karşılaştırılır. Bu karşılaştırma $V_6=V_5=V_4=V_2>V_3+V_1$ ifadesini sağlamaktadır.
- Elde edilen değerler ΣV_j ile bölünerek normalize edilmiştir. $\Sigma V_j=1.90$ 'dır. Yeni değerler (V_j) şunlardır:

$$V_1' = 0.60/1.90 = 0.31 \quad V_3' = 0.30/1.90 = 0.16$$

$$V_6' \text{ ve } V_5' \text{ ve } V_4' \text{ ve } V_2' = 1.00/1.90 = 0.53 \quad V_1' + V_3' + (V_{2/4/5/6}) = 1.00' \text{ dir.}$$

Bu hesaplamalar sonucunda atmosfer koşullarına dayanım açısından metal alt konstrüksiyon sistemine özel bağlantı elemanlarıyla asma, klipsle tespit ve vidayla

tespit yöntemi 0.53, özel yapıştırıcılara yapıştırma yöntemi 0.16, duvar gövdesi üzerine ankrajla tespit yöntemi 0.53 ve duvar gövdesine harçla yapıştırma yöntemi ise 0.31 olarak kabul edilmiştir (Çizelge 4.26).

Çizelge 4.26 : Tespit Yöntemlerinin Atmosfer Koşullarına Dayanım Açısından Yarar Değer Katsayıları.

TESPİT YERİ	DUVAR GÖVDESİNE TESPİT		DUVAR GÖVDESİNE TESPİT EDİLMİŞ METAL ALT KONSTRÜKSİYON SİSTEMİ ÜZERİNE TESPİT			
KOD	1	2	3	4	5	6
TESPİT YÖNTEMİ	HARÇ İLE YAPIŞTIRMA	ANKRAJ	ÖZEL YAPIŞTIRICILARLA YAPIŞTIRMA	VIDALAMA	KLİPS	BAĞLANTI ELEMANLARI İLE ASMA
YARAR DEĞER KATSAYILARI	0.31	0.53	0.16	0.53	0.53	0.53



5. CEPHE KAPLAMA SİSTEMLERİNİN PERFORMANS ÖLÇÜTLERİ AÇISINDAN İRDELENMESİ

Bölüm 3'te belirlenen '57' adet cephe kaplama sistemleri, bölüm 4'teki performans değerlendirme yöntemiyle analiz edilmiştir. Değerlendirme yöntemindeki performans ölçütleri; tespit güvenliği, yangın performansı ve atmosfer koşullarına dayanımdır. Aşağıda '57' adet cephe kaplama sisteminin herbiri bu üç performans ölçütü açısından irdelenmiştir.

5.1 Tespit Güvenliği Açısından Cephe Kaplama Sistemlerinin İrdelenmesi

Bölüm 4.2.1.1'de ürünlerin tespit güvenliğine ilişkin alt ölçütler açısından elde ettiği yarar değer katsayılarının toplamı (ΣX_n) ile bölüm 4.2.1.1'de elde edilen tespit güvenliği açısından tespit yöntemlerinin yarar değer ağırlık katsayıları çarpılmıştır. Bu işlem sonucunda elde edilen değer ($\Sigma X_n \cdot k$) bir cephe kaplama sisteminin tespit güvenliği açısından performans değerini ifade etmektedir (Çizelge 5.1).

Tespit güvenliği performans yüzdesinde görüldüğü gibi (Çizelge 5.4) cephe kaplama malzemelerinin tespit güvenliği analizinde metal esaslı malzeme gruplarından paslanmaz çelik ve bakır kaplamalı cephe sistemlerinin 11.13 performans puanı ile en iyi performansı gösterdiği görülmektedir. Paslanmaz çelik ve bakır kaplamalar, ısıl genleşme açısından olumsuz olsalar dahi mekanik kuvvetler karşısında diğer malzemelere göre daha dayanıklıdır. Nitekim, bu sebeplerden dolayı özellikle günümüzde gökdelen projelerinde kaplama malzemesi olarak camdan sonra en çok tercih edilen opak malzeme paslanmaz çeliktir (Helzel ve diğ., 2013). Bu cephe kaplama sistemlerinin tespit yöntemi açısından en yüksek yarar değer katsayılarına sahip oldukları görülmektedir.

Polimer malzeme grubundan mineral akrilik (MAP^{3C}) ve ahşap malzeme grubundan kompakt laminat (KL^{3A}) cephe kaplama sistemlerinin 1.76 performans değeriyle en düşük oldukları gözlemlenmiştir.

Çizelge 5.1 : Cephe Kaplama Sistemlerinde Tespit Güvenliğinin Değerlendirilmesi.

<i>CEPHE KAPLAMA SİSTEMİ</i>	<i>ELASTİKLİK MODÜLÜ YARAR DEĞER KATSAYISI</i>	<i>BASINÇ DAYANIMI YARAR DEĞER KATSAYISI</i>	<i>ÇEKME DAYANIMI YARAR DEĞER KATSAYISI</i>	<i>AĞIRLIK YARAR DEĞER KATSAYISI</i>	<i>ISIL GENLEŞME YARAR DEĞER KATSAYISI</i>	$\sum_{x=1}^n (m^b)$	<i>TESPİT YÖNTEMİ YARAR DEĞER KATSAYISI (k)</i>	<i>PERFORMANS DEĞERİ</i>	<i>TOPLAM %</i>
ST ^{4B}	5	5	5	4	2	21	0.53	11.13	2,77
STK ^{4B}	5	5	5	2	2	21	0.53	11.13	2,77
AL ^{4B}	3	2	4	4	2	15	0.53	7.95	1,98
ALK ^{6C}	3	2	4	3	2	14	0.53	7.42	1,85
ALK ^{4C}	3	2	4	3	2	14	0.53	7.42	1,85
AL _S ^{4C}	3	2	4	3	2	14	0.53	7.42	1,85
TI ^{6B}	5	3	5	5	2	20	0.53	10.6	2,64
TI ^{4B}	5	3	5	5	2	20	0.53	10.6	2,64
TI _K ^{4C}	4	3	5	3	2	17	0.53	9.01	2,24
TI _{Zn} ^{6B}	4	2	5	4	2	17	0.53	9.01	2,24
TI _{Zn} ^{4B}	4	2	5	4	2	17	0.53	9.01	2,24
ZN ^{6B}	5	3	5	5	2	20	0.53	10.6	2,64
ZN ^{4B}	5	3	5	5	2	20	0.53	10.6	2,64
ALZN _K ^{4B}	4	3	3	3	2	15	0.53	7.95	1,98

Çizelge 5.1 : (devam) : Cephe Kaplama Sistemlerinde Tespit Güvenliğinin Değerlendirilmesi.

<i>CEPHE KAPLAMA SİSTEMİ</i>	<i>ELASTİKLİK MODÜLÜ YARAR DEĞER KATSAYISI</i>	<i>BASINÇ DAYANIMI YARAR DEĞER KATSAYISI</i>	<i>ÇEKME DAYANIMI YARAR DEĞER KATSAYISI</i>	<i>AĞIRLIK YARAR DEĞER KATSAYISI</i>	<i>ISIL GENLEŞME YARAR DEĞER KATSAYISI</i>	$\sum_{x=1}^n (m^b)$	<i>TESPİT YÖNTEMİ YARAR DEĞER KATSAYISI (k)</i>	<i>PERFORMANS DEĞERİ</i>	<i>TOPLAM %</i>
CU ^{6B}	5	5	5	4	2	21	0.53	11.13	2,77
CU ^{4B}	5	5	5	4	2	21	0.53	11.13	2,77
PVC ^{4C}	1	3	4	5	1	14	0.53	7.42	1,85
PVC _s ^{4C}	1	3	4	5	1	14	0.53	7.42	1,85
ACR ^{3B}	1	3	4	5	1	14	0.16	2.24	0,56
ACR ^{5B}	1	3	4	5	1	14	0.53	7.42	1,85
MAP ^{6C}	2	3	4	1	1	11	0.53	5.83	1,45
MAP ^{3C}	2	3	4	1	1	11	0.16	1.76	0,44
PC ^{4B}	1	3	4	5	1	14	0.53	7.42	1,85
PC ^{5C}	1	3	4	5	1	14	0.53	7.42	1,85
CTP ^{4B}	1	4	4	5	1	15	0.53	7.95	1,98
CTP ^{6C}	1	4	4	5	1	15	0.53	7.95	1,98
TU ^{1A}	2	2	1	4	5	14	0.31	3.72	0,93
KLI ^{1A}	2	2	1	4	5	14	0.31	3.72	0,93
KLI ^{4A}	2	2	1	4	5	14	0.53	6.36	1,58

Çizelge 5.1 : (devam) : Cephe Kaplama Sistemlerinde Tespit Güvenliğinin Değerlendirilmesi.

<i>CEPHE KAPLAMA SİSTEMİ</i>	<i>ELASTİKLİK MODÜLÜ YARAR DEĞER KATSAYISI</i>	<i>BASINÇ DAYANIMI YARAR DEĞER KATSAYISI</i>	<i>ÇEKME DAYANIMI YARAR DEĞER KATSAYISI</i>	<i>AĞIRLIK YARAR DEĞER KATSAYISI</i>	<i>ISIL GENLEŞME YARAR DEĞER KATSAYISI</i>	$\sum_{x=1}^n (m^b)$	<i>TESPİT YÖNTEMİ YARAR DEĞER KATSAYISI (k)</i>	<i>PERFORMANS DEĞERİ</i>	<i>TOPLAM %</i>
TER ^{5B}	2	3	2	4	5	16	0.53	8.48	2,11
POR ^{1A}	2	2	1	2	5	12	0.31	3.72	0,93
POR ^{3A}	2	2	1	2	5	12	0.16	1.92	0,48
POR ^{5A}	2	2	1	2	5	12	0.53	6.36	1,58
GR ^{1B}	4	4	3	1	5	17	0.31	5.27	1,31
GR ^{2B}	4	4	3	1	5	17	0.53	9.01	1,31
GR ^{6B}	4	4	3	1	5	17	0.53	9.01	2,24
MER ^{1B}	5	3	2	1	5	16	0.31	4.96	1,23
MER ^{6B}	5	3	2	1	5	16	0.53	8.48	2,11
TRA ^{1B}	4	2	2	1	5	14	0.31	4.34	1,08
TRA ^{6B}	4	2	2	1	5	14	0.53	7.42	1,85
KUM ^{1B}	4	3	3	1	5	16	0.31	3.36	0,84
KRÇ ^{1B}	4	2	1	1	5	13	0.31	4.03	1,71
KRÇ ^{6B}	4	2	1	1	5	13	0.53	6.89	1,71
KKT ^{6B}	4	4	3	2	5	18	0.53	9.54	2,37

Çizelge 5.1 : (devam) : Cephe Kaplama Sistemlerinde Tespit Güvenliğinin Değerlendirilmesi.

CEPHE KAPLAMA SİSTEMİ	ELASTİKLİK MODÜLÜ YARAR DEĞER KATSAYISI	BASINÇ DAYANIMI YARAR DEĞER KATSAYISI	ÇEKME DAYANIMI YARAR DEĞER KATSAYISI	AĞIRLIK YARAR DEĞER KATSAYISI	ISIL GENLEŞME YARAR DEĞER KATSAYISI	$\sum_{x=1}^n (m^b)$	TESPİT YÖNTEMİ YARAR DEĞER KATSAYISI (k)	PERFORMANS DEĞERİ	TOPLAM %
LÇ ^{3C}	4	1	1	2	5	13	0.16	2.08	0,52
LÇ ^{4C}	4	1	1	2	5	13	0.53	6.89	1,71
LÇ ^{6C}	4	1	1	2	5	13	0.53	6.89	1,71
CTB ^{2C}	3	3	2	2	4	14	0.53	7.42	1,85
CTB ^{5C}	3	3	2	2	4	14	0.53	7.42	1,85
C ^{2B}	5	5	3	2	3	18	0.53	9.54	2,37
C ^{3B}	5	5	3	2	3	18	0.16	2.88	0,72
C ^{5B}	5	5	3	2	3	18	0.53	9.54	2,37
C ^{6B}	5	5	3	2	3	18	0.53	9.54	2,37
KL ^{3C}	3	2	4	2	4	11	0.16	1.76	0,44
KL ^{4C}	3	2	4	2	4	11	0.53	5.83	1,45
KL ^{5C}	3	2	4	2	4	11	0.53	5.83	1,45
KL ^{6C}	3	2	4	2	4	11	0.53	5.83	1,45
Σ 100									

Bu sistemlerdeki malzeme cinslerinden mineral akriliğin ağırlık ve ısıl genleşme katsayısı yarar değer katsayılarının düşük olması; kompakt laminatın ise basınç dayanımı ve ağırlık yarar katsayılarının düşük olması buna sebep olarak gösterilebilir. Ayrıca bu cephe kaplama sistemlerinin tespit yöntemi açısından yarar değer katsayılarının da en düşük değer olan 0.16 oldukları görülmektedir.

Metal malzeme grubundan aynı biçim (levha) ve aynı tespit yöntemine (vida) sahip olan alüminyum (AL^{4B}) ve titanyum (TI^{4B}) cephe sistemlerinden, alüminyumun performans değeri 7.95, titanyumun ise 10.6 olarak bulunmuştur. Titanyum esaslı ürünün elastiklik modülü, basınç ve çekme dayanımının yüksek olmasına karşın alüminyuma göre daha hafif malzeme olması buna neden olarak gösterilebilir.

Taş malzeme grubundan aynı biçim (levha) ve aynı tespit yöntemine (harç ile tespit) sahip olan granit (GR^{1B}), mermer (MER^{1B}), traverten (TRA^{1B}), kumtaşı (KUM^{1B}) cephe sistemlerinden, granitin performans değeri 7.95, mermerin 10.6, travertenin 4.34, kumtaşının ise 3.36 olarak bulunmuştur. Aynı biçim ve tespit yöntemiyle tespit edilen bu cephe kaplama sistemlerinde, granitin ve kumtaşının elastiklik modülünün mermerden düşük olması, granitin basınç dayanımının mermer ve kumtaşından yüksek olması buna neden olarak gösterilebilir.

Ahşap malzeme grubundan, aynı biçim (levha) ve farklı tespit yöntemine sahip olan cephe sistemlerinden kompakt laminatın (KL^{3A}), duvar gövdesine tespit edilmiş metal alt konstrüksiyon sistemi üzerine özel yapıştırıcıyla tespit edilmesiyle elde edilen performans değeri 1.76 olup, duvar gövdesine tespit edilmiş metal alt konstrüksiyon sistemi üzerine vida (KL^{4A}), klips (KL^{5A}) ve asma (KL^{6A}) ile tespit edilmesiyle elde edilen 5.83 performans değerinden daha düşük olarak bulunmuştur. Malzeme özellikleri değişmemesine rağmen sadece tespit yönteminin farklılaşmasıyla elde edilen bu sonuç, özel yapıştırıcıyla tespit mekanik sistemle tespite göre daha az güvenilir olduğunu göstermektedir.

Metal malzeme grubundan aynı tespit yöntemine (vida) ve farklı biçime (levha) sahip olan titanyum levha (TI^{4B}) ve titanyum kompozit panel (TIs^{4C}) cephe sistemlerinden, titanyum levhanın performans değeri 10.6, titanyum kompozit panelin ise 9.01 olarak bulunmuştur. Titanyum levhanın, titanyum kompozit panele göre elastiklik

modülünün daha yüksek olması ve ağırlık açısından daha hafif olması buna neden olarak gösterilebilir (Çizelge 5.2).

5.2 Yangın Güvenliği Açısından Cephe Kaplama Sistemlerinin İrdelenmesi

Ürünlerin yangın güvenliği açısından değerlendirildiği bölüm 4.2.1.2’de, tutuşabilirlik, ısı iletkenlik, ısı genleşme yarar değer katsayıları (x_n) belirlenmiştir. Bu yarar değer katsayılarının toplamı (ΣX_n) ile bölüm 4.2.2.2’de elde edilen yangın performansı açısından tespit yöntemlerinin önem ağırlık katsayıları (k) çarpılmıştır. Bu işlem sonucunda elde edilen değer ($\Sigma X_n \cdot k$) bir cephe kaplama sisteminin yangın güvenliği açısından değerini ifade etmektedir. Değerlendirmeye ait sonuçlar Çizelge 5.5’te görülmektedir.

Cephe kaplama sistemlerinin yangın güvenliği performans analizine göre seramik esaslı malzemelerden pişmiş kil ve taş ürünlerin diğer ürünlere göre daha iyi performans gösterdiği belirlenmiştir. Özellikle, granit (GR^{1B}), kumtaşı (KUM^{1B}) klinker (KLI^{1A}) ve tuğla (TU^{1A}) malzemelerinden oluşan cephe kaplama sistemlerinin yangın güvenliği açısından en yüksek değeri aldığı saptanmıştır. Buna rağmen kuvarslı taşlar 600 °C de, kalkerler 900 °C de tuğlalar 1000 °C de önemli hacim değişimleri gösterdikleri için ancak bu sıcaklıkların altında kullanılmaları mümkündür. Bu kullanım koşulunda dahi oluşacak sıcaklık derecesi ile orantılı bir mukavemet azalması olacağını göz önünde tutmak gerekir (Tanaçan,1998).

Cephe kaplama sistemlerinden Klinler (KLI^{1A}) ve tuğla (TU^{1A}) bilindiği gibi toprak esaslı malzemelerdir. Granit (GR^{1B}) ve kumtaşı (KUM^{1B}) bol mineralli doğal taş malzeme olmaları sebebiyle yangına karşı diğer malzemelere göre yangın performans değerleri daha yüksek elde edilmiştir. Bu sistemlerdeki tespit malzemesi olan harcın inorganik esaslı bir malzeme olması bu sonucu desteklemektedir.

Polimer ve metal esaslı ürünler yangın güvenliği performans değerlendirme analizinde 0.8 olan ortalamanın gerisinde kalmışlardır. Cephe kaplama sistemlerinden mineral akriliğin (MAP^{3C}) en düşük performans değeri olan 0.64 olduğu görülmektedir. Mineral ve akrilik malzemeler sahip oldukları iç yapıları sebebiyle yangın karşısında dayanıklı değildirler.

Çizelge 5.2 : Cephe Kaplama Sistemlerinde Yangın Güvenliğinin Değerlendirilmesi.

CEPHE KAPLAMA SİSTEMİ	TUTUŞABİLİRLİK VE ALEV YAYILIM HIZI YARAR DEĞER KATSAYISI	ISI İLETKENLİK YARAR DEĞER KATSAYISI	ISIL GENLEŞME YARAR DEĞER KATSAYISI	$\sum_{x=1}^n (m_b)$	TESPİT YÖNTEMİ YARAR DEĞER KATSAYISI (k)	PERFORMANS DEĞERİ	TOPLAM %
ST ^{4B}	5	2	2	9	0.31	2.79	0,69
STK ^{4B}	3	2	2	7	0.31	2.17	0,54
AL ^{4B}	5	1	2	8	0.31	2.48	0,61
ALK ^{6C}	4	1	2	7	0.31	1.15	0,28
ALK ^{4C}	4	1	2	7	0.31	1.15	0,28
AL _S ^{4C}	3	1	2	6	0.31	0.98	0,24
TI ^{6B}	5	1	2	8	0.31	2.48	0,61
TI ^{4B}	5	1	2	8	0.31	2.48	0,61
TI _k ^{4C}	3	1	2	6	0.31	0.98	0,24
TIZ _n ^{6B}	3	1	2	6	0.31	0.98	0,24
TIZ _n ^{4B}	3	1	2	6	0.31	0.98	0,24
ZN ^{6B}	5	1	2	8	0.31	2.48	0,61
ZN ^{4B}	5	1	2	8	0.31	2.48	0,61
ALZN _k ^{4B}	5	1	2	8	0.31	2.48	0,61
CU ^{6B}	5	1	2	8	0.31	2.48	0,61
CU ^{4B}	5	1	2	8	0.31	2.48	0,61

Çizelge 5.2 : (devam) : Cephe Kaplama Sistemlerinde Yangın Güvenliğinin Değerlendirilmesi.

<i>CEPHE KAPLAMA SİSTEMİ</i>	<i>TUTUŞABİLİRLİK VE ALEV YAYILIM HIZI YARAR DEĞER KATSAYISI</i>	<i>ISI İLETKENLİK YARAR DEĞER KATSAYISI</i>	<i>ISIL GENLEŞME YARAR DEĞER KATSAYISI</i>	$\sum_{x=1}^n (m^b)$	<i>TESPİT YÖNTEMİ YARAR DEĞER KATSAYISI (k)</i>	<i>PERFORMANS DEĞERİ</i>	<i>TOPLAM %</i>
PVC ^{4C}	2	5	1	8	0.31	2.48	0.61
PVC _S ^{4C}	2	5	1	8	0.31	2.48	0.61
ACR ^{3B}	2	5	1	8	0.16	1.28	0.32
ACR ^{5B}	2	5	1	8	0.31	2.48	0.61
MAP ^{6C}	1	5	1	7	0.31	1.15	0.28
MAP ^{3C}	1	5	1	7	0.16	1.12	0.16
PC ^{4B}	3	2	1	6	0.31	0.98	0.24
PC ^{5C}	3	2	1	6	0.31	1.15	0.28
CTP ^{4B}	1	5	1	7	0.31	1.15	0.28
CTP ^{6C}	1	5	1	7	0.31	1.15	0.28
TU ^{1A}	5	5	5	15	0.53	7.95	1.96
KLI ^{1A}	5	5	5	15	0.53	7.95	1.96
KLI ^{4A}	5	5	5	15	0.31	4.65	1.15
TER ^{5B}	5	5	5	15	0.53	4.65	1.15
POR ^{1A}	3	5	5	13	0.53	6.89	1.70

Çizelge 5.2 : (devam) : Cephe Kaplama Sistemlerinde Yangın Güvenliğinin Değerlendirilmesi.

<i>CEPHE KAPLAMA SİSTEMİ</i>	<i>TUTUŞABİLİRLİK VE ALEV YAYILIM HIZI YARAR DEĞER KATSAYISI</i>	<i>ISI İLETKENLİK YARAR DEĞER KATSAYISI</i>	<i>ISIL GENLEŞME YARAR DEĞER KATSAYISI</i>	$\sum_{x=1}^n (m^b)$	<i>TESPİT YÖNTEMİ YARAR DEĞER KATSAYISI (k)</i>	<i>PERFORMANS DEĞERİ</i>	<i>TOPLAM %</i>
POR ^{3A}	3	5	5	13	0.16	2.08	0.51
POR ^{5A}	3	5	5	13	0.53	6.89	0.53
GR ^{1B}	5	5	5	15	0.53	7.95	1.96
GR ^{2B}	5	5	5	15	0.31	4.65	1.15
GR ^{6B}	5	5	5	15	0.31	4.65	1.15
MER ^{1B}	5	4	5	14	0.53	7.42	1.83
MER ^{6B}	5	4	5	14	0.31	4.34	1.07
TRA ^{1B}	5	4	5	14	0.53	7.42	1.83
TRA ^{6B}	5	4	5	14	0.31	4.34	1.07
KUM ^{1B}	5	5	5	15	0.53	7.95	1.96
KRÇ ^{1B}	5	4	5	14	0.53	7.42	1.83
KRÇ ^{6B}	5	5	5	15	0.31	4.65	1.15
KKT ^{6B}	4	5	5	14	0.31	4.34	1.07
LÇ ^{3C}	5	5	5	15	0.16	2.4	0.59
LÇ ^{4C}	5	5	5	15	0.31	4.65	1.15
LÇ ^{6C}	5	5	5	15	0.31	4.65	1.15

Çizelge 5.2 : (devam) : Cephe Kaplama Sistemlerinde Yangın Güvenliğinin Değerlendirilmesi.

CEPHE KAPLAMA SİSTEMİ	TUTUŞABİLİRLİK VE ALEV YAYILIM HIZI YARAR DEĞER KATSAYISI	ISI İLETKENLİK YARAR DEĞER KATSAYISI	ISIL GENLEŞME YARAR DEĞER KATSAYISI	$\sum_{x=1}^n (m^b)$	TESPİT YÖNTEMİ YARAR DEĞER KATSAYISI (k)	PERFORMANS DEĞERİ	TOPLAM %
CTB^{2C}	5	5	4	14	0.31	4.34	1.07
CTB^{5C}	5	5	4	14	0.31	4.34	1.07
C^{2B}	5	5	3	13	0.31	2.13	0.53
C^{3B}	5	5	3	13	0.16	2.08	0.51
C^{5B}	5	5	3	13	0.31	2.13	0.53
C^{6B}	5	5	3	13	0.31	2.13	0.53
KL^{3C}	3	5	4	12	0.13	1.92	0.47
KL^{4C}	3	5	4	12	0.31	3.72	0.92
KL^{5C}	3	5	4	12	0.31	3.72	0.92
KL^{6C}	3	5	4	12	0.31	3.72	0.92
							Σ 100

Ayrıca bu malzemenin cephede duvar gövdesi üzerine tespit edilmiş metal alt konstrüksiyon sistemi üzerine polimer esaslı yapıştırıcılarla yapıştırılmasıyla elde edilen tespit yarar değer katsayısının 0.16 gibi en düşük değerde olması yangın güvenliği açısından sistemin performans değerini tehlikeli hale getirmektedir. Bu sebeple, bazı ülkelerde mineral ve akrilik malzemelerin kullanımı çeşitli kısıtlamalar getirilmiştir. Bazı ülkelerde mineral ve akrilik malzemeler duvar gövdesi üzerine tespit edilmiş metal alt konstrüksiyon sistemi üzerine özel yapıştırıcılarla yapıştırılacaksa eğer, belirli kat yüksekliğine kadar bu yöntemle tespit edilmesi tavsiye edilmektedir. Ülkemizde de mineral akriliğin duvar gövdesi üzerine tespit edilmiş metal alt konstrüksiyon sistemi üzerine polimer esaslı yapıştırıcılarla yapıştırılarak (MAP^{3C}) tespit edilmesiyle ilgili standartlar geliştirilmelidir.

Kil esaslı malzeme grubundan aynı biçim (karo) ve aynı tespit yöntemiyle tespit edilen (harç ile yapıştırma) tuğla (TU^{1A}) ve porselen (POR^{1A}) cephe sistemlerinden, tuğlanın performans değeri 7.95, porselenin ise 6.89 olarak bulunmuştur. Tuğlaların yaklaşık 1000 °C, porselenlerin ise 1200 °C'de önemli hacim değişimleri gösterdikleri bilinmektedir. Ancak bu çalışmada değerlendirmeye alınan porselen malzeme piyasada bulunan ve arka yüzeyinin cam elyaf destekli özel epoksi reçine yada poliüretan ile lamine edilmiş olan cephe kaplama seramiğidir ve bu sonuca neden olarak gösterilebilir.

Aynı şekilde taş esaslı malzeme grubundan aynı biçim (levha) ve aynı tespit yöntemiyle tespit edilen (asma) granit (GR^{6B}) ve kuvars esaslı kompozit taş (KKT^{6B}) cephe kaplama sistemlerinden, granitin (GR^{6B}) performans değeri 4.64, kuvars esaslı kompozit taşın (KKT^{6B}) ise 4.34 olarak bulunmuştur. Kuvars esaslı kompozit taş, gözeneksiz, kompakt ve sert bir malzeme elde edebilmek için kuvars yataklarından çıkarılan, farklı boyutlardaki kuvars tanecikleri reçine ve pigmentlerle karıştırılıp vibrasyon, vakum ve sıkıştırma uygulanması sonucu elde edilir. Kuvarşlı taşların 600 °C de hacim değişimi göstermelerine rağmen, kuvars esaslı kompozit taşın akrilik bileşeninden kaynaklanan yangın dayanımının granite göre daha düşük olması buna neden olarak gösterilebilir.

Taş malzeme grubundan, aynı biçim (levha) ve farklı tespit yöntemine sahip olan cephe kaplama sistemlerinden granitin (GR^{1B}), duvar gövdesine harç ile yapıştırılarak tespit edilmesiyle elde edilen performans değeri 7.95 olup, duvar gövdesine ankraj (GR^{2B}) ve duvar gövdesine tespit edilmiş metal alt konstrüksiyon

sistemi üzerine asma (GR^{6B}) yöntemleriyle tespit edilmesiyle performans değeri 4.65 bulunmuştur. Malzeme özellikleri değişmemesine rağmen sadece tespit yönteminin farklılaşmasıyla elde edilen bu sonuç, tespit malzemelerinin (harç, özel yapıştırıcı, çelik ve alüminyum bağlantı elemanları... v.b.) yangın davranışlarının farklılaşması ve metal cephe konstrüksiyonlarındaki hava tabakasının yangın anında baca görevi sergilemesi olarak gösterilebilir.

Aynı şekilde cam malzeme grubundan, aynı biçim (levha) ve farklı tespit yöntemine sahip olan cephe kaplama sistemlerinden lamine camın duvar gövdesine tespit edilmiş metal alt konstrüksiyon sistemine özel yapıştırıcılarla yapıştırılarak tespit edilmesiyle (C^{3B}), elde edilen performans değeri 2.08 olup, sırasıyla duvar gövdesine ankraj, duvar gövdesine tespit edilmiş metal alt konstrüksiyon sistemine klips ve asma (C^{2B}, C^{5B}, C^{6B}) yöntemleriyle tespit edilmesiyle performans değeri 2.13 olarak bulunmuştur. Bu da yine, malzeme özellikleri değişmemesine rağmen sadece tespit yönteminin farklılaşmasıyla, daha iyi sonuçların elde edilebileceğini göstermektedir.

Aynı bulgunun diğer malzeme grubu için verilebilecek örneği, ahşap malzeme grubundan, aynı biçim ve farklı tespit yöntemine sahip olan cephe kaplama sistemlerinden kompakt laminatın duvar gövdesine tespit edilmiş metal alt konstrüksiyon sistemine özel yapıştırıcılarla yapıştırılarak tespit edilmesiyle (KL^{3A}), elde edilen performans değerinin (1.92), duvar gövdesine tespit edilmiş metal alt konstrüksiyon sistemine sırasıyla vida, klips ve asma (KL^{4A}, KL^{5A}, KL^{6A}) yöntemleriyle tespit edilmesiyle elde edilen performans değerinden (3.72) daha küçük olarak bulunmasıdır.

Aynı malzeme olup, aynı tespit yöntemiyle tespit edilen (vida) ve farklı biçime sahip olan paslanmaz çelik levha (ST^{4B}) ve paslanmaz çelik kompozit panel (ST_K^{3B}) cephe kaplama sistemlerinden, paslanmaz çelik levhanın performans değeri 2.79, paslanmaz çelik kompozit panel ise 2.17 olarak bulunmuştur. Paslanmaz çelik panelin, paslanmaz levhaya göre daha düşük yangın performansına sahip olmasına neden olarak, panelin içerisinde bulunan polimer esaslı tabaka gösterilebilir (Çizelge 5.4).

5.3 Atmosfer Koşullarına Dayanım Açısından Cephe Kaplama Sistemlerinin İrdelenmesi

Bölüm 4.2.1.3'te elde edilen malzeme özellikleri yarar değer katsayılarının toplamı (ΣX_n) ile bölüm 4.2.2.3'te elde edilen atmosfer koşullarına dayanım açısından tespit yöntemlerinin yarar değer katsayıları çarpılmıştır. Bu işlem sonucunda elde edilen değer ($\Sigma X_n.k$) bir cephe kaplama sisteminin atmosfer koşullarına dayanım açısından performans değerini ifade etmektedir (Çizelge 5.5).

Bu analize göre metal esaslı malzemelerden, paslanmaz çelik (ST^{4B} , ST_K^{4B}), titanyum çinko ($TIZN^{4B}$, $TIZN^{6B}$) çinko (ZN^{4B} , ZN^{6B}), alüminyum çinko kompozit ($ALZN_K^{4B}$) ve kil esaslı klinker (KLI^{4A}), terrakota (TER^{5B}) malzemelerinden oluşan cephe kaplama sistemlerinin atmosfer koşullarına dayanım açısından en yüksek değeri aldığı saptanmıştır. Kromca zengin alaşım ve oksijen ile sürekli yeniden meydana gelen sürekli bir oksit tabakası tarafından korunduğundan, paslanmaz çeliklerde kaplama uygulamalarına ihtiyaç duyulmamaktadır. İlgili uygulamaya yönelik doğru kalitenin seçilmesi ile elde ettiği korozyon direnci paslanmaz çeliği son derece uzun ömürlü, kolayca bakım yapılan ve az bakım isteyen bir malzeme haline getirmektedir. Bu özellikler, kullanım ömrü maliyetini de etkilemektedir (Herzel, 2007).

Cephe kaplama sistemlerinden akrilik ACR^{3B} (2.40) ve mineral akriliğin MAP^{3C} (2.24) en düşük performans değerine sahip olduğu görülmektedir. Akrilik ve mineral akrilik polimer malzemeler sahip oldukları iç yapıları sebebiyle güneş ışınları karşısında diğer kaplama ürünleri kadar dayanıklı değildir. Atmosfer koşullarına dayanım açısından değerlendirmede metal esaslı malzeme grubundan aynı biçim (levha) ve aynı tespit yöntemiyle tespit edilen (vida), paslanmaz çelik (ST^{4B}), alüminyum (AL^{4B}), titanyum (TI^{4B}), çinko (ZN^{4B}) cephe kaplama sistemlerinden, paslanmaz çeliğin (ST^{4B}) performans değeri 10.06, alüminyumun (AL^{4B}) ve titanyumun (TI^{4B}) 9.54, çinkonun (ZN^{4B}) 10.07, bakırın ise (CU^{4B}) 7.95 olarak bulunmuştur. Paslanmaz çeliğin atmosfer koşullarına dayanım performansı açısından yüksek çıkmasının nedeni olarak, sertlik değerinin diğer metal malzemelere göre daha yüksek olması gösterilebilir. Ayrıca, ısı emicilik açısından çinkonun titanyuma, titanyumun alüminyuma, alüminyumun ise bakıra göre daha az ısı emici olması performans değerini arttırıcı diğer bir etken olarak kabul edilebilir.

Aynı şekilde kil esaslı malzeme grubundan aynı biçim (karo) ve aynı tespit yöntemiyle tespit edilen (harç ile yapıştırma) tuğla (TU^{1A}), klinker (KLI^{1A}) ve porselen (POR^{1A}) cephe kaplama sistemlerinden, tuğlanın (TU^{1A}) performans değeri 5.27, klinkerin (KLI^{1A}) 5.89 ve porselenin (POR^{1A}) ise 6.20 olarak bulunmuştur. Porselenin, klinker ve tuğlaya göre daha az gözenekli yapıya sahip ve su emicilik yönünden olumlu olması bu sonuca neden olarak gösterilebilir.

Taş esaslı malzeme grubundan aynı biçim ve aynı tespit yöntemiyle tespit edilen (harç ile yapıştırma) mermer (MER^{1B}) ve traverten (TRA^{1B}) cephe kaplama sistemlerinden, mermerin performans değeri (MER^{1B}) ise 6.20, travertenin (TRA^{1B}) ise 5.27 bulunmuştur. Kumtaşının mermere göre sertlik değerinin daha yüksek olmasına karşın, daha gözenekli yapıya sahip olması, su ve ısı emicilik özeliği yönünden mermere göre daha zayıf olması atmosfer koşullarına dayanım açısından mermerin (MER^{1B}) travertene (TRA^{1B}) göre daha iyi performansa sahip olmasına neden olarak söylenebilir.

Polimer malzeme grubundan, aynı biçim (levha) ve farklı tespit yöntemine sahip olan cephe kaplama sistemlerinden akriliğin (ACR^{3B}), duvar gövdesine tespit edilmiş metal alt konstrüksiyon sistemi üzerine özel yapıştırıcılarla yapıştırılarak tespit edilmesiyle elde edilen performans değeri 2.40 olup, akriliğin (ACR^{5B}), duvar gövdesine tespit edilmiş metal alt konstrüksiyon sistemi üzerine asma yöntemiyle tespit edilmesiyle performans değeri 7.42 olarak bulunmuştur.

Malzeme özelliklerinin ve biçiminin değişmemesine rağmen sadece tespit yönteminin farklılaşmasıyla elde edilen bu sonuç, yönteme bağlı olarak tespit malzemelerinin (harç, özel yapıştırıcı, çelik ve alüminyum bağlantı elemanları v.b.) atmosfer etkileri karşısındaki davranışlarının farklılaşması olarak gösterilebilir.

Atmosfer koşullarına dayanım açısından aynı malzeme olup, aynı tespit yöntemiyle tespit edilen ve farklı biçime sahip olan cephe kaplama sistemleri arasında diğer performans ölçütlerindeki gibi çok belirgin bir puan farklı gözlemlenmemiştir. Fakat atmosfer koşullarına dayanım açısından değerlendirmede polivinilklorür panelin (PVC^{4C}) performans puanı 8.48 ve polivinilklorür kompozit panelin (PVC_s^{4C}) performans puanı 9.01 olduğu görülmektedir. Polivinilklorür kompozit panelin kuru korozyon etkisi yönünden zayıf olması bu sonucu doğrulamaktadır (Çizelge 5.8).

Çizelge 5.3 : Cephe Kaplama Sistemlerinde Atmosfer Koşullarına Dayanımın Değerlendirilmesi.

<i>CEPHE KAPLAMA SİSTEMİ</i>	<i>SU EMİCİLİK YARAR DEĞER KATSAYISI</i>	<i>ISI EMİCİLİK YARAR DEĞER KATSAYISI</i>	<i>ISIL GENLEŞME YARAR DEĞER KATSAYISI</i>	<i>SERTLİK YARAR DEĞER KATSAYISI</i>	<i>KOROZYON YARAR DEĞER KATSAYISI</i>	$\sum_{x=1}^n (m^b)$	<i>TESPİT YÖNTEMİ YARAR DEĞER KATSAYISI (k)</i>	<i>PERFORMANS DEĞERİ</i>	<i>TOPLAM %</i>
ST ^{4B}	5	3	2	5	5	20	0.53	10.06	2,22
ST _K ^{4B}	5	3	2	5	5	20	0.53	10.06	2,22
AL ^{4B}	5	3	2	3	5	18	0.53	9.54	2,10
AL _K ^{6C}	5	3	2	3	5	18	0.53	9.54	2,10
AL _K ^{4C}	5	3	2	3	5	18	0.53	9.54	2,10
AL _S ^{4C}	5	3	2	3	5	18	0.53	9.54	2,10
TI ^{6B}	5	4	2	2	5	18	0.53	9.54	2,10
TI ^{4B}	5	4	2	2	5	18	0.53	9.54	2,10
TI _K ^{4C}	5	4	2	2	5	18	0.53	9.54	2,10
TIZ _n ^{6B}	5	4	2	2	5	19	0.53	10.07	2,22
TIZ _n ^{4B}	5	4	2	2	5	19	0.53	10.07	2,22
ZN ^{6B}	5	5	2	2	5	19	0.53	10.07	2,22
ZN ^{4B}	5	5	2	2	5	19	0.53	10.07	2,22
ALZN _K ^{4B}	5	5	2	2	5	19	0.53	10.07	2,22
CU ^{6B}	5	1	2	2	5	15	0.53	7.95	1,75
CU ^{4B}	5	1	2	2	5	15	0.53	7.95	1,75

Çizelge 5.3 : (devam) : Cephe Kaplama Sistemlerinde Atmosfer Koşullarına Dayanımın Değerlendirilmesi.

<i>CEPHE KAPLAMA SİSTEMİ</i>	<i>SU EMİCİLİK YARAR DEĞER KATSAYISI</i>	<i>ISI EMİCİLİK YARAR DEĞER KATSAYISI</i>	<i>ISIL GENLEŞME YARAR DEĞER KATSAYISI</i>	<i>SERTLİK YARAR DEĞER KATSAYISI</i>	<i>KOROZYON YARAR DEĞER KATSAYISI</i>	$\sum_{x=1}^n (m^b)$	<i>TESPİT YÖNTEMİ YARAR DEĞER KATSAYISI (k)</i>	<i>PERFORMANS DEĞERİ</i>	<i>TOPLAM %</i>
PVC ^{4C}	5	4	1	2	4	16	0.53	8.48	1.87
PVC _S ^{4C}	5	4	1	2	5	17	0.53	9.01	1.99
ACR ^{3B}	4	4	1	2	3	15	0.16	2.4	0.53
ACR ^{5B}	4	4	1	2	3	14	0.53	7.42	1.64
MAP ^{6C}	4	4	1	2	4	14	0.53	7.42	1.64
MAP ^{3C}	4	4	1	2	4	14	0.16	2.24	0.49
PC ^{4B}	4	4	1	2	4	14	0.53	7.42	1.64
PC ^{5C}	4	4	1	2	4	14	0.53	7.42	1.64
CTP ^{4B}	4	4	1	2	4	14	0.53	7.42	1.64
CTP ^{6C}	4	4	1	2	4	14	0.53	7.42	1.64
TU ^{1A}	1	2	5	4	5	17	0.31	5.27	1.16
KLI ^{1A}	3	2	5	4	5	19	0.31	5.89	1.30
KLI ^{4A}	3	2	5	4	5	19	0.53	10.07	2.22
TER ^{5B}	3	2	5	4	5	19	0.53	10.07	2.22
POR ^{1A}	4	2	5	4	5	20	0.31	6.2	1.37
POR ^{3A}	4	2	5	4	5	20	0.16	3.2	0.71

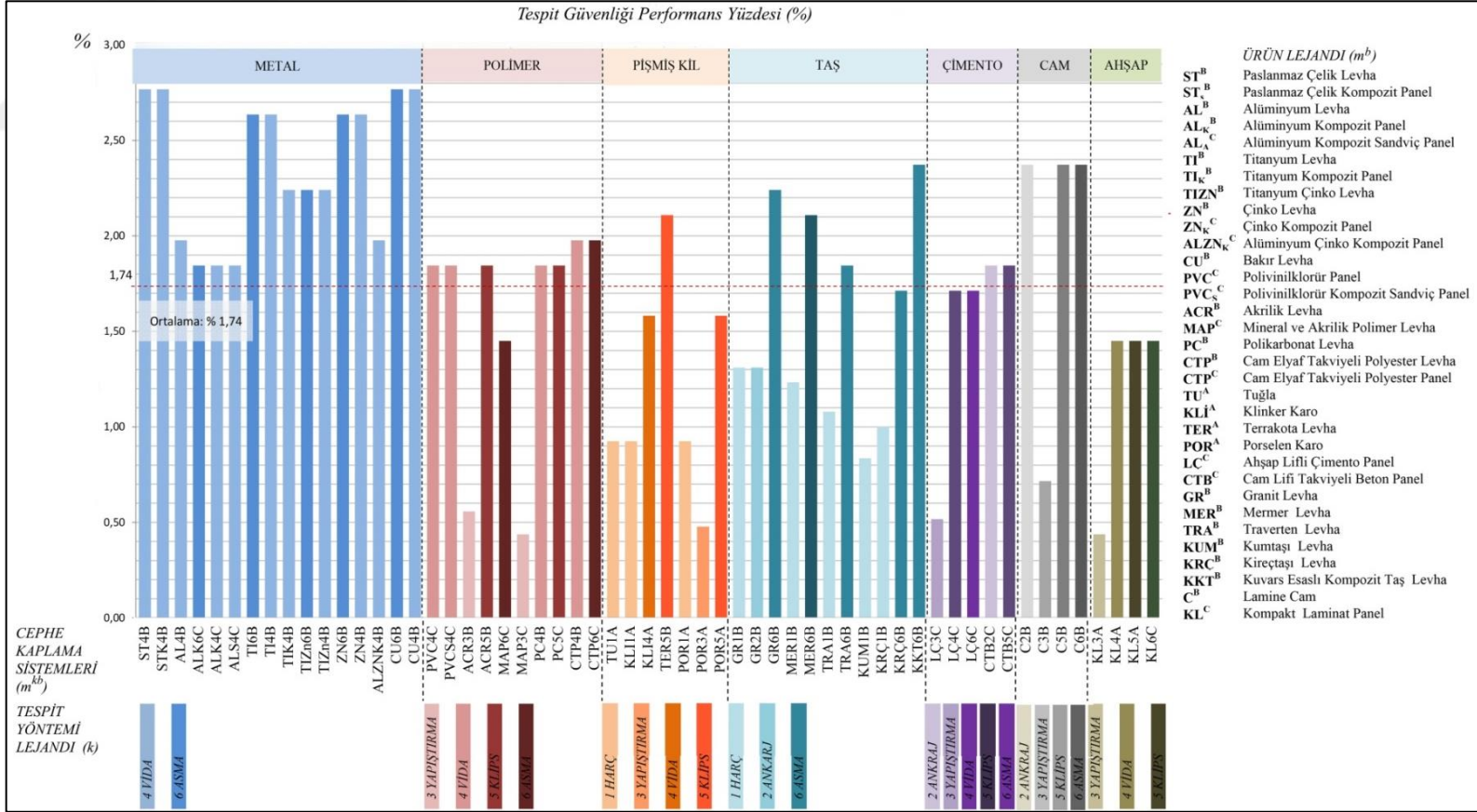
Çizelge 5.3 : (devam) : Cephe Kaplama Sistemlerinde Atmosfer Koşullarına Dayanımın Değerlendirilmesi.

<i>CEPHE KAPLAMA SİSTEMİ</i>	<i>SU EMİCİLİK YARAR DEĞER KATSAYISI</i>	<i>ISI EMİCİLİK YARAR DEĞER KATSAYISI</i>	<i>ISIL GENLEŞME YARAR DEĞER KATSAYISI</i>	<i>SERTLİK YARAR DEĞER KATSAYISI</i>	<i>KOROZYON YARAR DEĞER KATSAYISI</i>	$\sum_{x=1}^n (m^b)$	<i>TESPİT YÖNTEMİ YARAR DEĞER KATSAYISI (k)</i>	<i>PERFORMANS DEĞERİ</i>	<i>TOPLAM %</i>
POR ^{5A}	4	2	5	4	5	20	0.53	10.6	2.34
GR ^{1B}	3	2	5	5	5	20	0.31	6.2	1.37
GR ^{2B}	3	2	5	5	5	20	0.53	10.6	2.34
GR ^{6B}	3	2	5	5	5	20	0.53	10.6	2.34
MER ^{1B}	4	2	5	4	5	20	0.31	6.2	1,37
MER ^{6B}	4	2	5	4	5	20	0.53	10.6	2.34
TRA ^{1B}	2	1	5	4	5	17	0.31	5.27	1.16
TRA ^{6B}	2	1	5	4	5	17	0.53	9.01	1.99
KUM ^{1B}	1	1	5	5	5	17	0.31	5.27	1.16
KRÇ ^{1B}	2	1	5	4	5	17	0.31	5.27	1.16
KRÇ ^{6B}	2	1	5	4	5	17	0.53	9.01	1.99
KKT ^{6B}	2	1	5	3	5	16	0.53	8.48	1.87
LÇ ^{3C}	4	2	5	1	5	17	0.16	2.72	0.60
LÇ ^{4C}	4	2	5	1	5	17	0.53	9.01	1.99
LÇ ^{6C}	4	2	5	1	5	17	0.53	9.01	1.99

Çizelge 5.3 : (devam) : Cephe Kaplama Sistemlerinde Atmosfer Koşullarına Dayanımın Değerlendirilmesi.

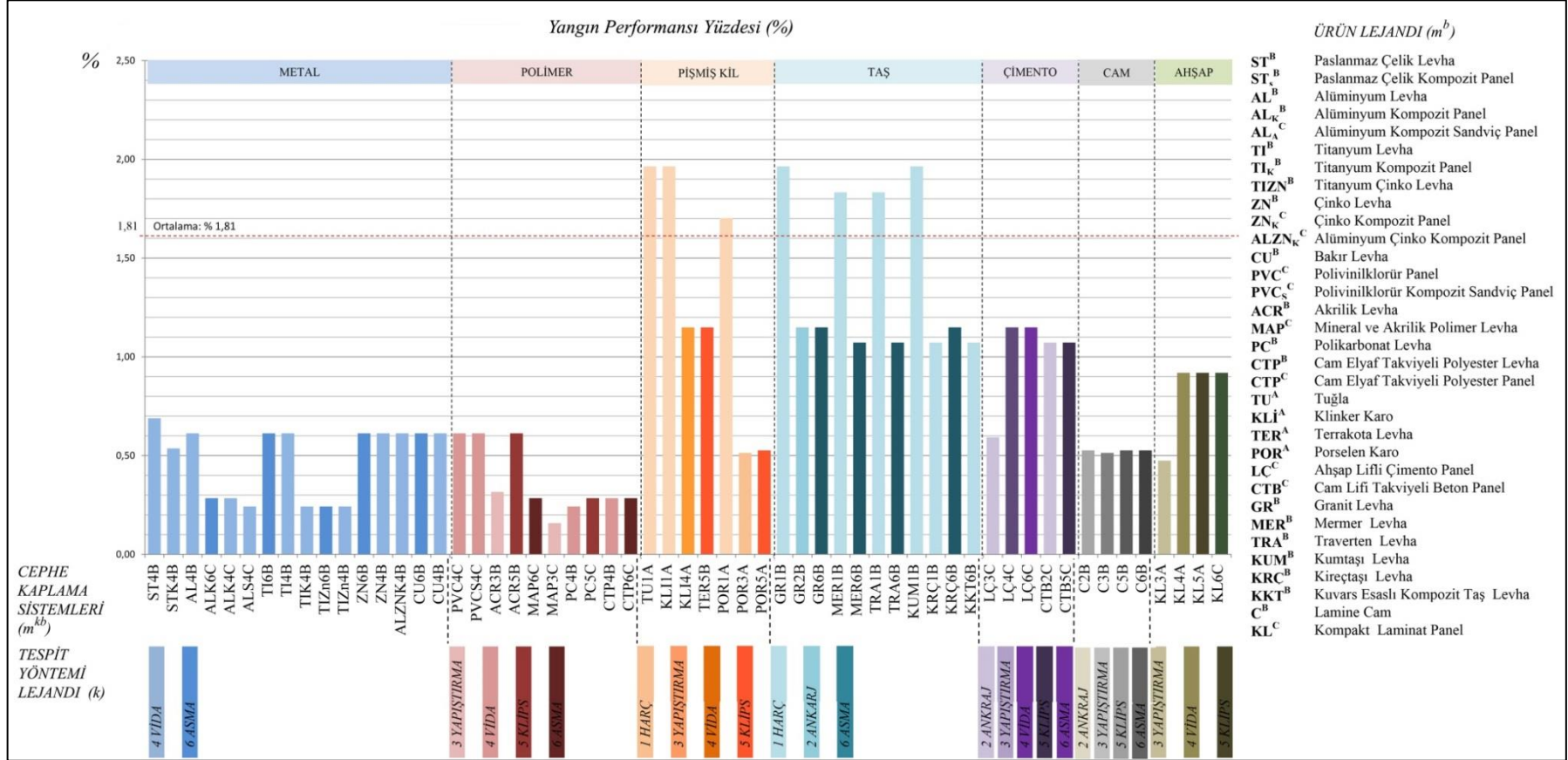
<i>CEPHE KAPLAMA SİSTEMİ</i>	<i>SU EMİCİLİK YARAR DEĞER KATSAYISI</i>	<i>ISI EMİCİLİK YARAR DEĞER KATSAYISI</i>	<i>ISIL GENLEŞME YARAR DEĞER KATSAYISI</i>	<i>SERTLİK YARAR DEĞER KATSAYISI</i>	<i>KOROZYON YARAR DEĞER KATSAYISI</i>	$\sum_{x=1}^n (m^b)$	<i>TESPİT YÖNTEMİ YARAR DEĞER KATSAYISI (k)</i>	<i>PERFORMANS DEĞERİ</i>	<i>TOPLAM %</i>
CTB ^{2C}	1	2	4	1	5	13	0.53	6.89	1.52
CTB ^{5C}	1	2	4	1	5	13	0.53	6.89	1.52
C ^{2B}	5	1	3	5	5	19	0.53	10.07	2.22
C ^{3B}	5	1	3	5	5	19	0.16	3.04	0.67
C ^{5B}	5	1	3	5	5	19	0.53	10.07	2.22
C ^{6B}	5	1	3	5	5	19	0.53	10.07	2.22
KL ^{3C}	4	2	4	1	5	16	0.16	2.56	0.56
KL ^{4C}	4	2	4	1	5	16	0.53	8.48	1.87
KL ^{5C}	4	2	4	1	5	16	0.53	8.48	1.87
KL ^{6C}	4	2	4	1	5	16	0.53	8.48	1.87
									Σ 100

Çizelge 5.4 : Cephe Kaplama Sistemlerinde Tespit Güvenliğinin Performansının Karşılaştırılması.



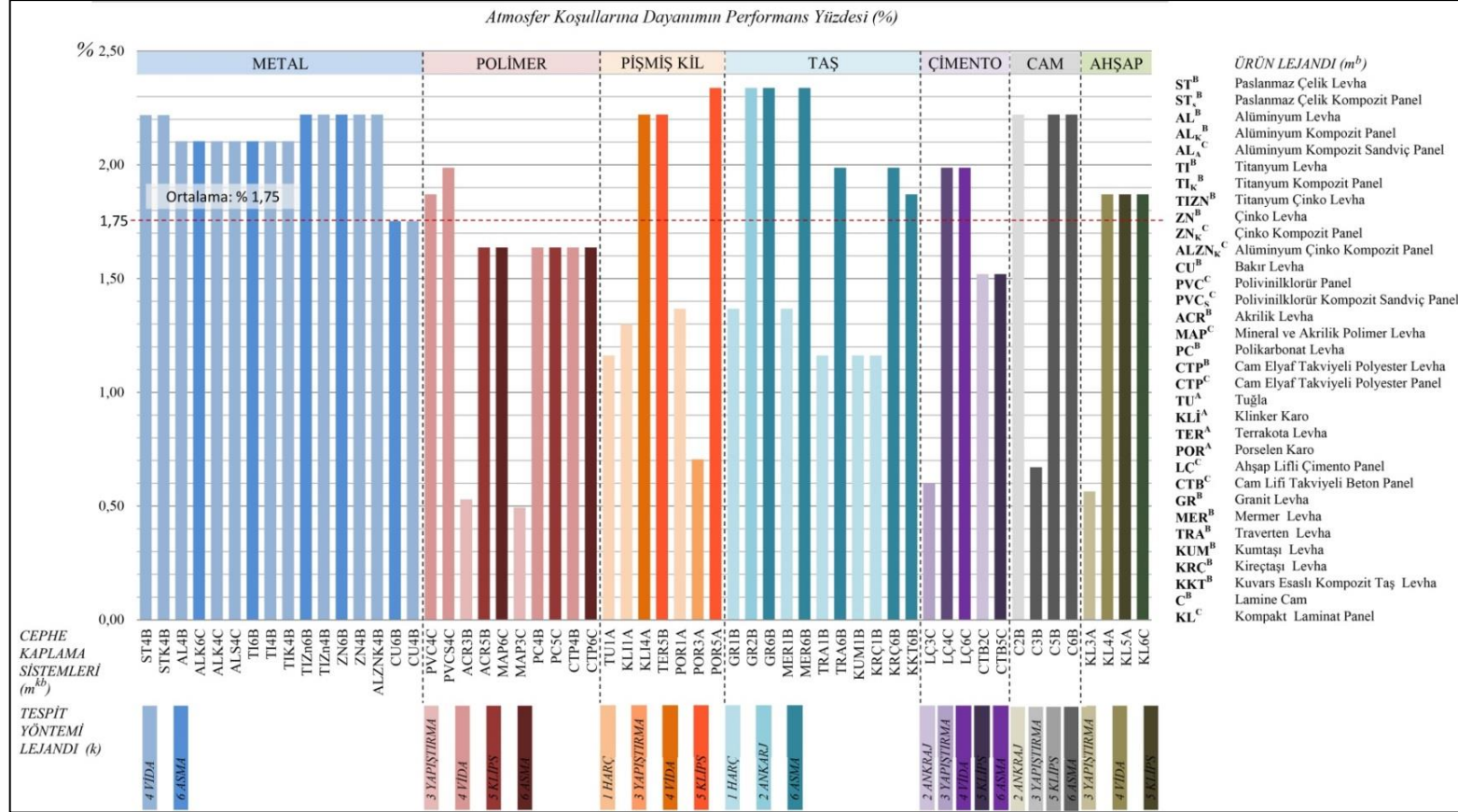
(*)örn. CTB^{5C}: Cam lifli takviyeli beton (CTB) panel (C) ve klipsli yöntemle tespit (5).

Çizelge 5.5 : Cephe Kaplama Sistemlerinde Yangın Güvenliğinin Karşılaştırılması.



(*) örn. CTB^{5C}: Cam lifli takviyeli beton (CTB), panel (CTB^C) ve klipsli yöntemle tespit (CTB^{5C}).

Çizelge 5.6 : Cephe Kaplama Sistemlerinde Atmosfer Koşullarına Dayanımın Performansının Karşılaştırılması.



(*). örn. CTB^{5C}: Cam lifli takviyeli beton (CTB), panel (CTB^C) ve klipsli yöntemle tespit (CTB^{5C}).

5.4 Herbir Cephe Kaplama Sisteminin Üç Ana Performans Ölçütü Açısından Karşılaştırılması

Bu değerlendirmeye göre, bir cephe kaplama sistemi belirli bir ana performans ölçütü açısından olumlu bir davranış sergilerken, bir başka ana performans ölçütü açısından olumsuz olabilmektedir.

Aşağıda sırasıyla metal, polimer, pişmiş kil, taş, çimento ve ahşap malzeme gruplarına ait cephe kaplama sistemlerinin tespit güvenliği, yangın güvenliği ve atmosfer koşullarına dayanım performanslarının karşılaştırılması Çizelge 5.7, Çizelge 5.8, Çizelge 5.9, Çizelge 5.10, Çizelge 5.11, Çizelge 5.12, Çizelge 5.13'te yer almaktadır. Aynı malzeme grubuna ait bir cephe kaplama sistemi, belirli bir ana performans ölçütü açısından olumlu bir davranış sergilerken, bir başka ana performans ölçütü açısından olumsuz olabilmektedir. Örneğin metallerde (Çizelge 5.7) genel olarak atmosfer koşullarına dayanımın, sırasıyla tespit güvenliği ve yangın güvenliği performansından daha iyi bir performans sergilediği görülmektedir. Örneğin yine aynı Şekil 5.6' da yer alan metal esaslı cephe kaplama sistemlerinden bazılarının (AL_K^{6C} , AL_K^{4C} , AL_S^{4C} , TI_K^{4B} , $TIZn^{6B}$, $TIZn^{4B}$) yangın performansının en düşük seviyelerde olmasına rağmen, tespit güvenliği ve atmosfer koşullarına dayanım açısından daha iyi performans gösterdiği görülebilmektedir. Bu ürünlerin panel biçiminde olmalarının getirdiği rijitlik tespit güvenliğinin performansını desteklemektedir.

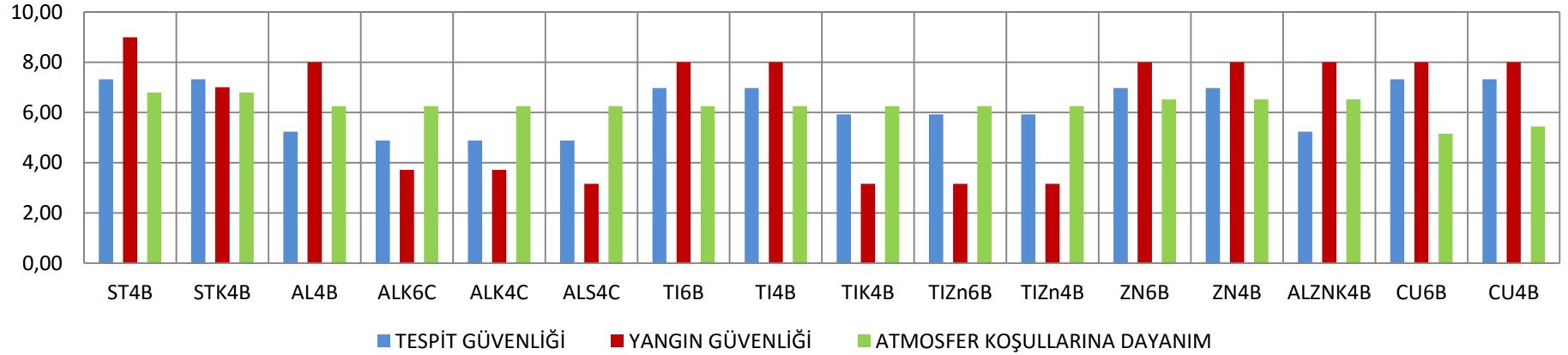
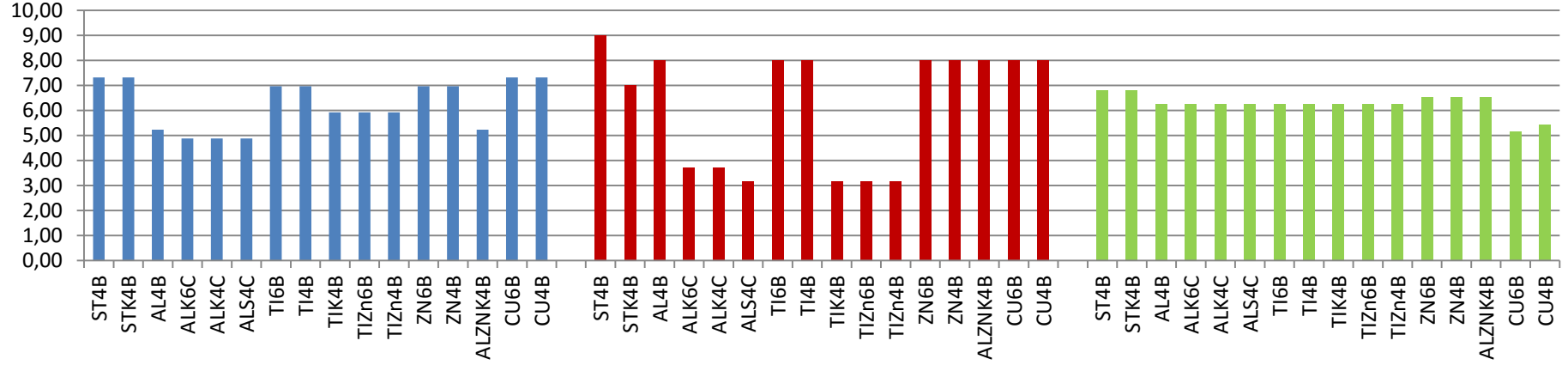
- Dikkate değer diğer bir husus, ürünlerin tek bir performans ölçütü açısından değerlendirildiği durumda, aynı cins malzeme olmasına rağmen malzeme biçimine ve kullanılan tespit yöntemine bağlı olarak bazı ürünlerin diğerlerine nazaran daha düşük performans sergilediğinin tespit edilmesidir. Örneğin, yukarıda verilen metal kökenli sistemlerin (AL_K^{6C} , AL_K^{4C} , AL_S^{4C} , TI_K^{4B} , $TIZn^{6B}$, $TIZn^{4B}$) yangın dayanımı performansı en düşük seviyelerde elde edilmiştir. Yangın dayanımı açısından bu malzemelerde nispeten en düşük performansın elde edilmesinin nedeni, adı geçen metal cephe sistemlerinin hepsinin panel biçiminde olması ve bir konstrüksiyon sistemiyle tespit edilmesinden ötürü kaplamanın arkasındaki hava tabakasının varlığının yangının yayılmasını desteklemesi şeklinde yorumlanabilir.
- Aynı malzemeye ait cephe kaplama sistemini üç farklı performans ölçütü açısından değerlendirdiğimizde:

- **Tespit güvenliği** açısından duvar gövdesi üzerine ankrajla ya da duvar gövdesi üzerine tespit edilmiş metal alt kontrüksiyon sistemi üzerine vida, klips ve özel bağlantı elemanları gibi hazır metal elemanlarıyla tespit yöntemleri, harçla yapıştırmaya göre daha iyi performans gösterdiği söylenebilir. Kaplama malzemesinin duvar üzerine harç ile yapıştırma yönteminin ise duvar gövdesi üzerine tespit edilmiş metal alt kontrüksiyon sistemi üzerine özel yapıştırmayla yapıştırmaya göre daha iyi performans gösterdiği söylenebilir. Metal elemanların yük taşıma kapasitelerinin harç ve polimer esaslı özel yapıştırmayla göre daha fazla olması buna sonuç olarak gösterilebilir.
- **Yangın güvenliği** açısından duvar gövdesi üzerine harçla yapıştırma yönteminin, duvar gövdesine ankrajla ya da duvar gövdesi üzerine tespit edilmiş metal alt kontrüksiyon sistemi üzerine vida, klips ve özel bağlantı elemanları gibi hazır metal elemanlarıyla tespit yöntemlerine göre daha iyi performans gösterdiği söylenebilir. Metal alt kontrüksiyon sistemiyle tespit yöntemlerinde, duvar gövdesiyle kaplama malzemesi arasındaki mesafe yangının yayılmasına sebep olabilmektedir. Ayrıca polimer esaslı yapıştırmayla mineral esaslı harca göre servis sıcaklığının daha düşük olması bu durumu daha da tehlikeli hale getirebilmektedir.
- **Atmosfer koşullarında dayanımda** ise duvar gövdesi üzerine ankrajla ya da duvar gövdesi üzerine tespit edilmiş metal alt kontrüksiyon sistemi üzerine vida, klips ve özel bağlantı elemanları gibi hazır metal elemanlarla tespit yöntemlerinin harçla yapıştırma yöntemine göre daha iyi performans gösterdiği söylenebilir. Duvar gövdesine harçla yapıştırma yönteminde malzeme boşluklu yapıya sahip ise bünyesine su alabilir. Bu durum kaplama malzemesinin tespit yüzeyinden ayrışmasına sebep olabilmektedir. Buna rağmen mineral esaslı harçla tespit yöntemi metal alt kontrüksiyon sistemi üzerine özel yapıştırmayla yapıştırmaya göre daha iyi performans göstermektedir. Çünkü aşırı güneşin etkisiyle, sıcak ve soğuk karşısında özel yapıştırmayla içerisindeki organik maddelerin

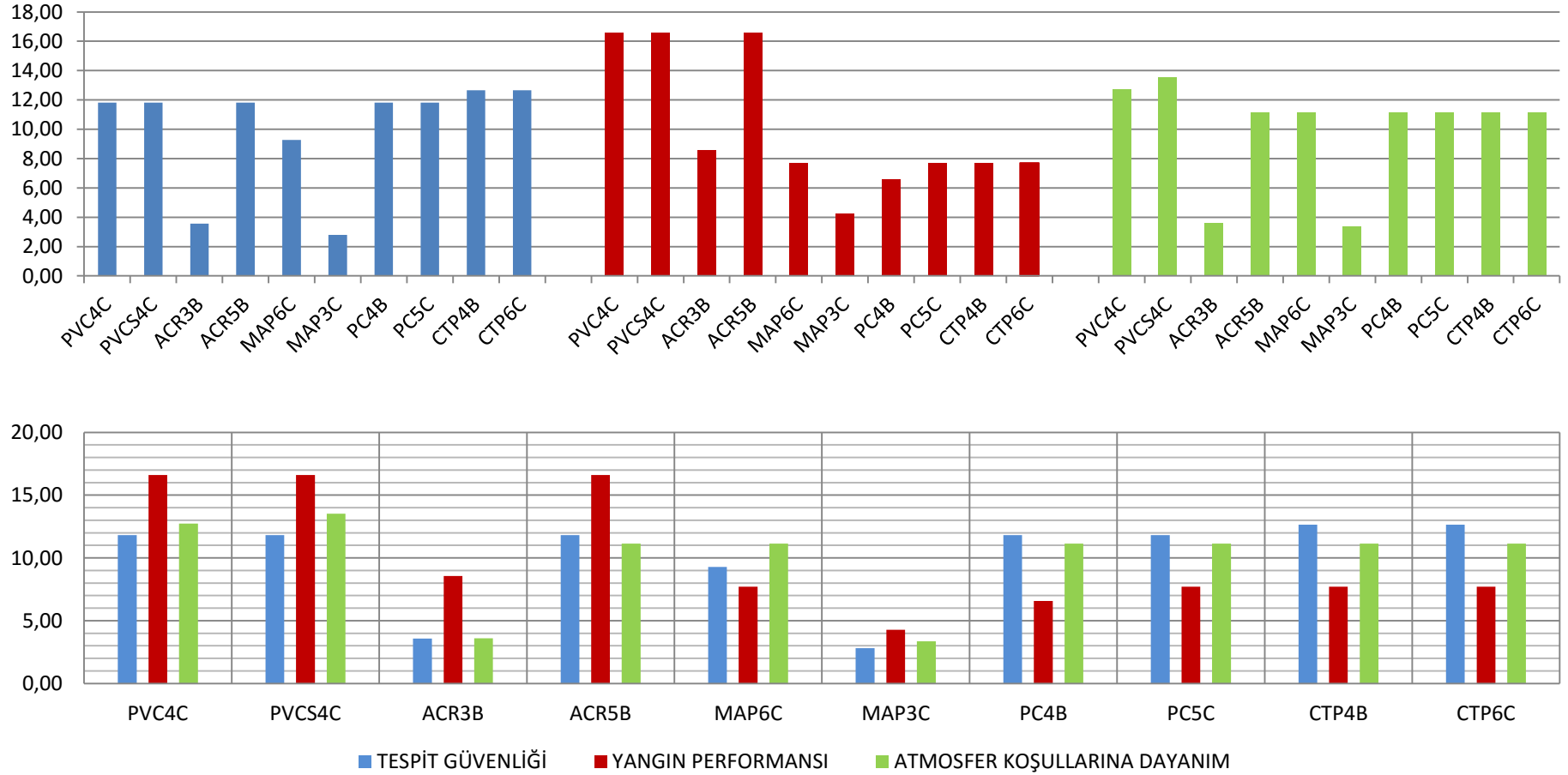
deformasyonu zamanla yük taşıma kapasitelerini olumsuz etkilemektedir.

- Aynı malzemeye ait farklı biçimdeki cephe kaplama sistemini üç farklı performans ölçütü açısından değerlendirdiğimizde:
 - **Tespit güvenliği**, malzemenin içyapısından kaynaklanan özelliklerine bağlı olarak mekanik kuvvetler karşısındaki davranışıyla ilişkili olduğu için tespit güvenliği üzerinde, malzeme biçiminin önemli bir etkisi gözlenmemiştir. Öte yandan genel bir kural olarak özellikle metal ve polimer esaslı levha biçimindeki malzemelerin mekanik yüklerle karşı mukavemetini artırmak için rijit levha haline getirilmesi önerilebilir.
 - Malzeme biçiminin **yangın güvenliği** ana performans ölçütü üzerinde önemli bir etkisi görülmemekle birlikte harçla tespit edilen mineral esaslı levha yapılı malzemelerin ve karoların yangın güvenliği performansının nispeten daha yüksek olduğu söylenebilir.
 - Malzeme biçiminin **atmosfer koşullarına dayanım** ana performans ölçütü üzerinde önemli bir etkisi gözlenmemiştir. Çünkü bu ana ölçüt, malzemenin içyapısı ve buna bağlı özellikleriyle ilişkili bir ölçüttür.

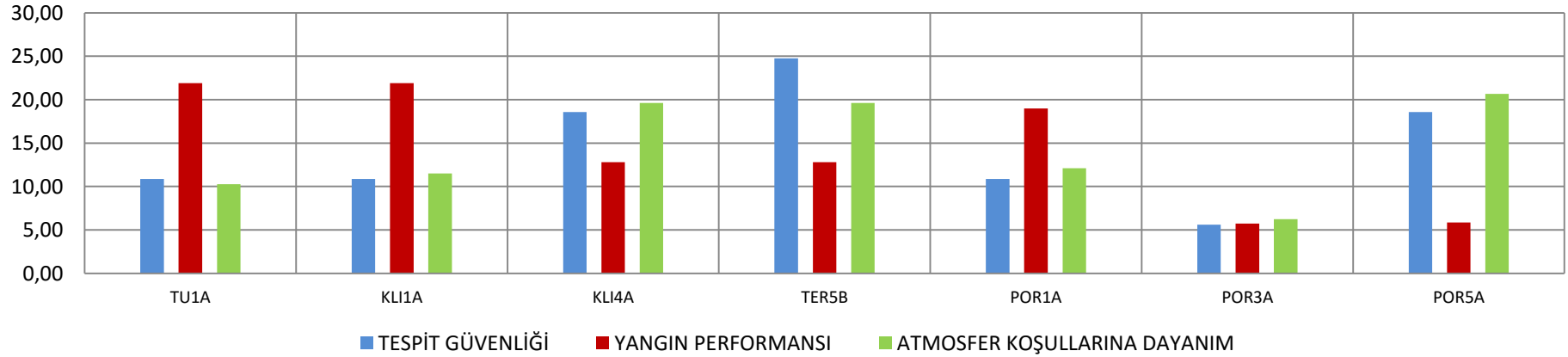
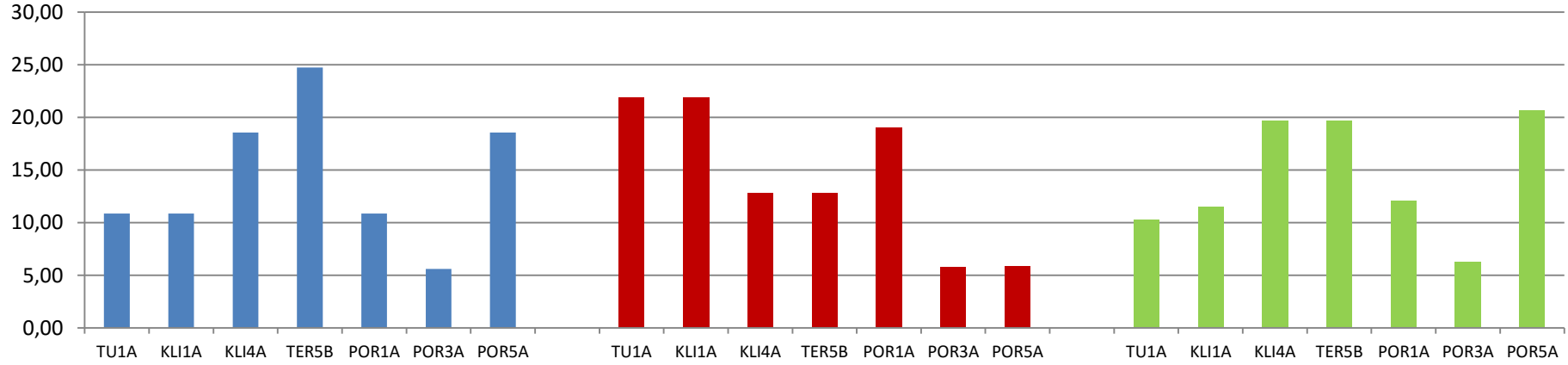
Çizelge 5.7 : Metal Cephe Kaplama Sistemlerinin Ana Performans Ölçütleri Açısından Karşılaştırılması.



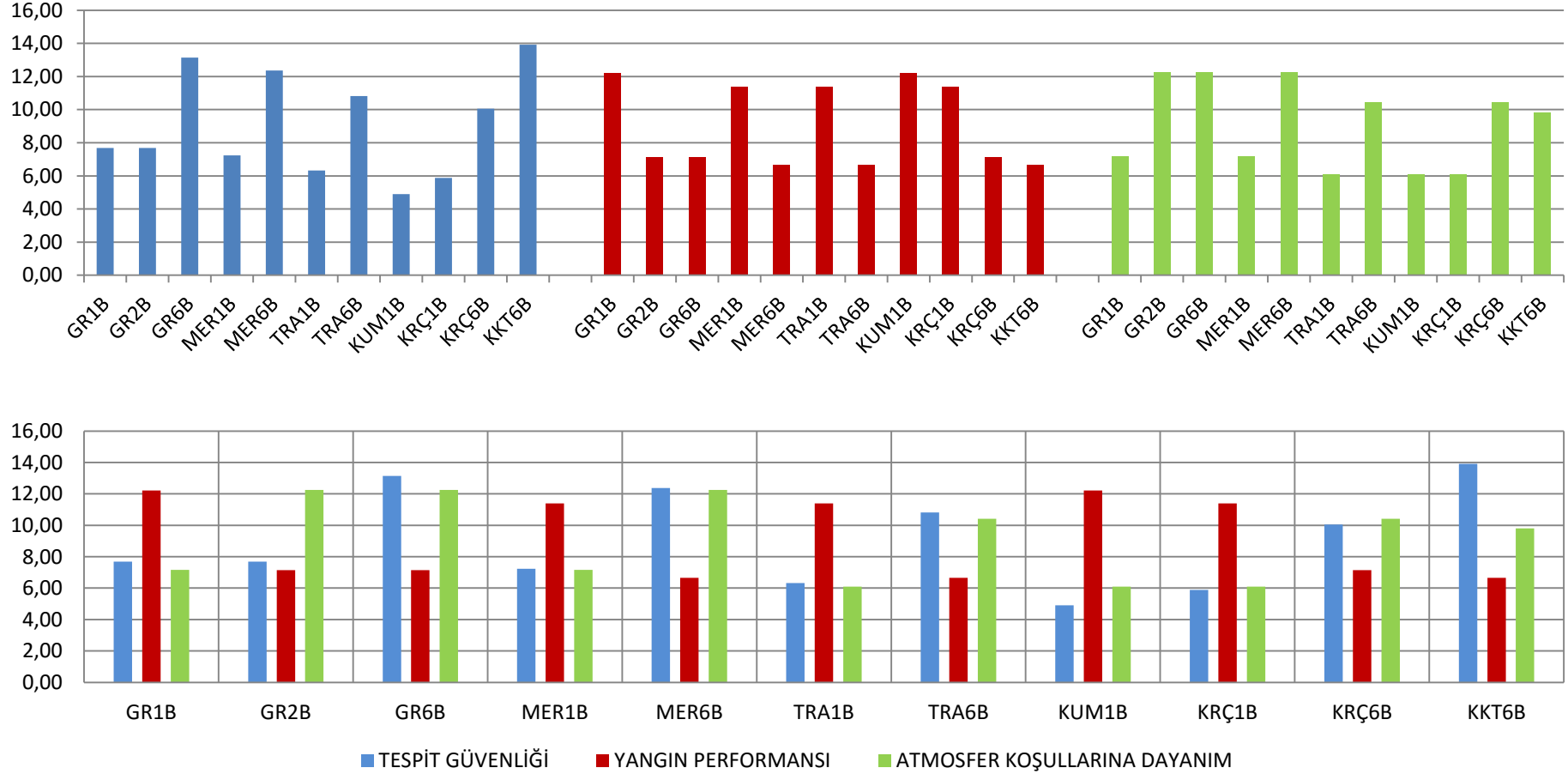
Çizelge 5.8 : Polimer Cephe Kaplama Sistemlerinin Ana Performans Ölçütleri Açısından Değerlendirilmesi.



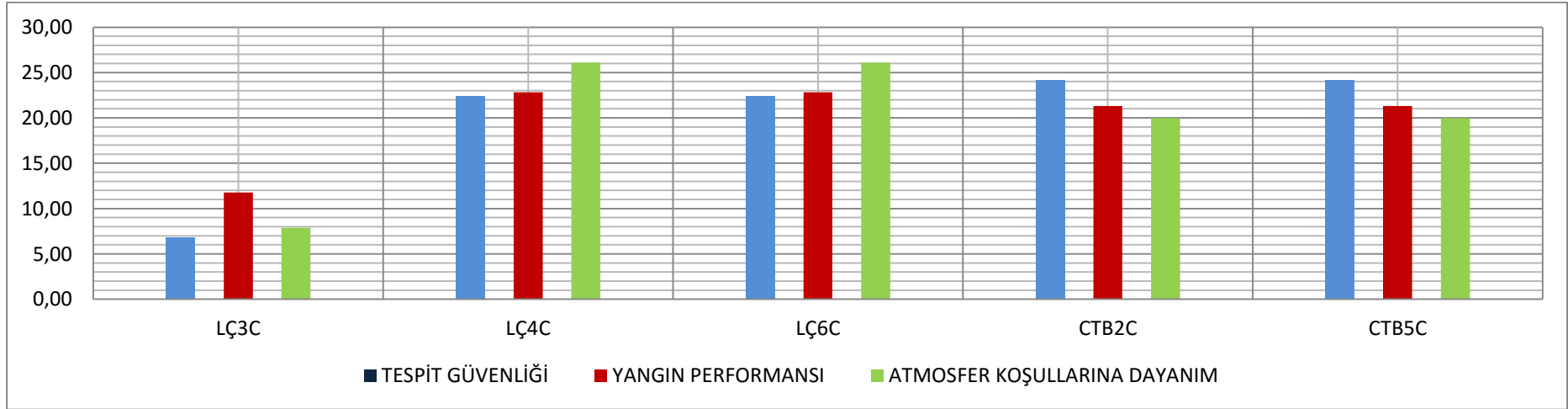
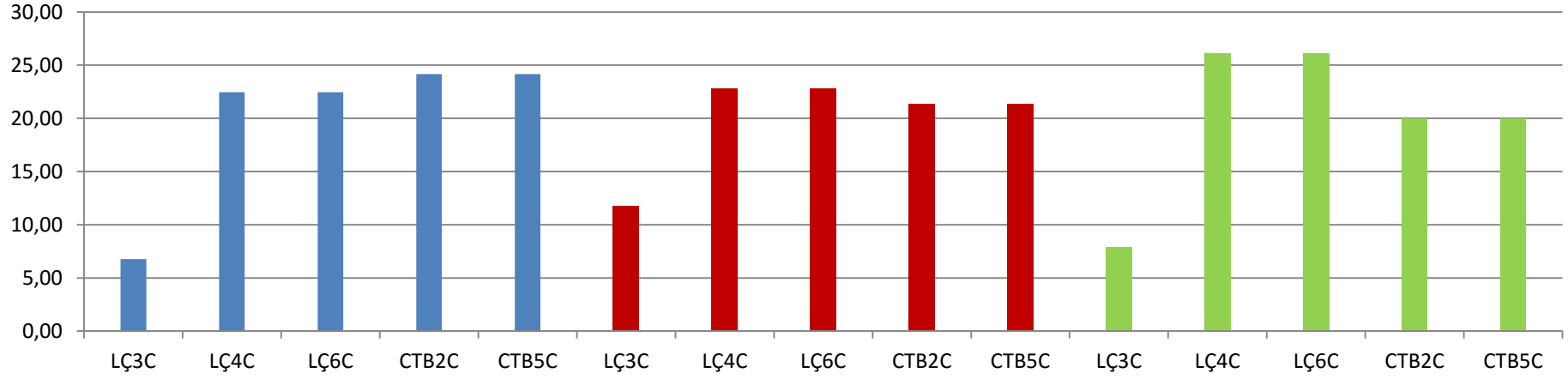
Çizelge 5.9 : Pişmiş Kil Cephe Kaplama Sistemlerinin Ana Performans Ölçütleri Açısından Değerlendirilmesi.



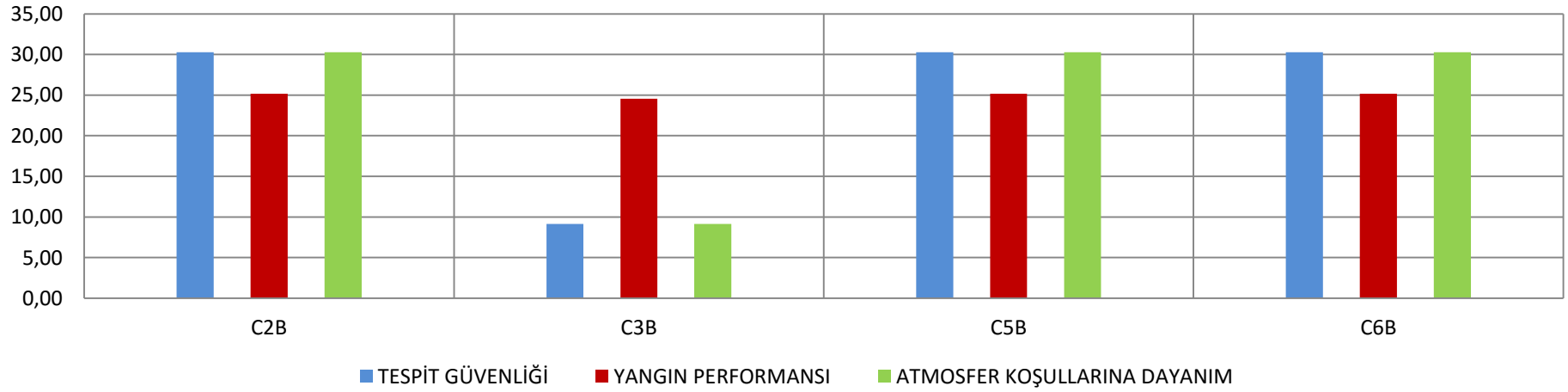
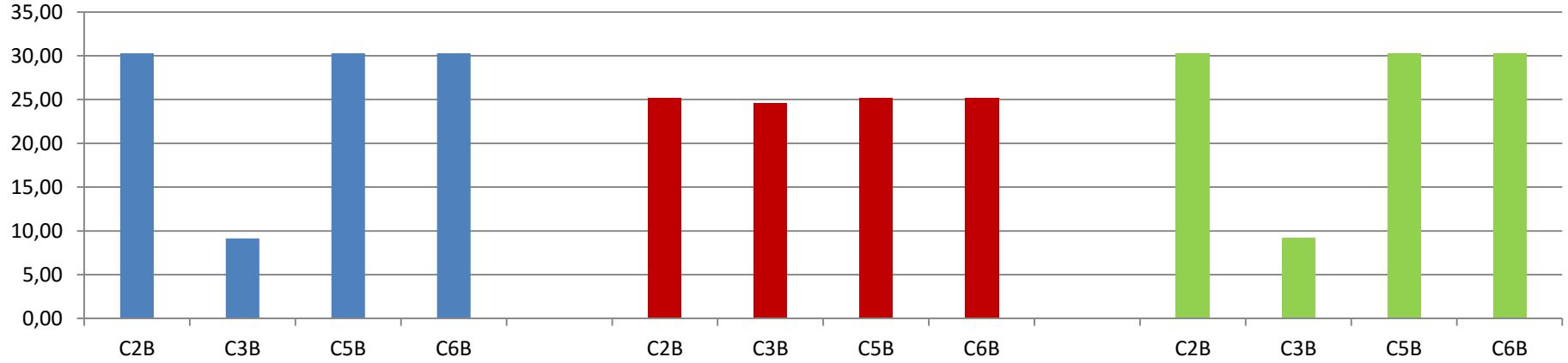
Çizelge 5.10 : Taş Cephe Kaplama Sistemlerinin Ana Performans Ölçütleri Açısından Değerlendirilmesi.



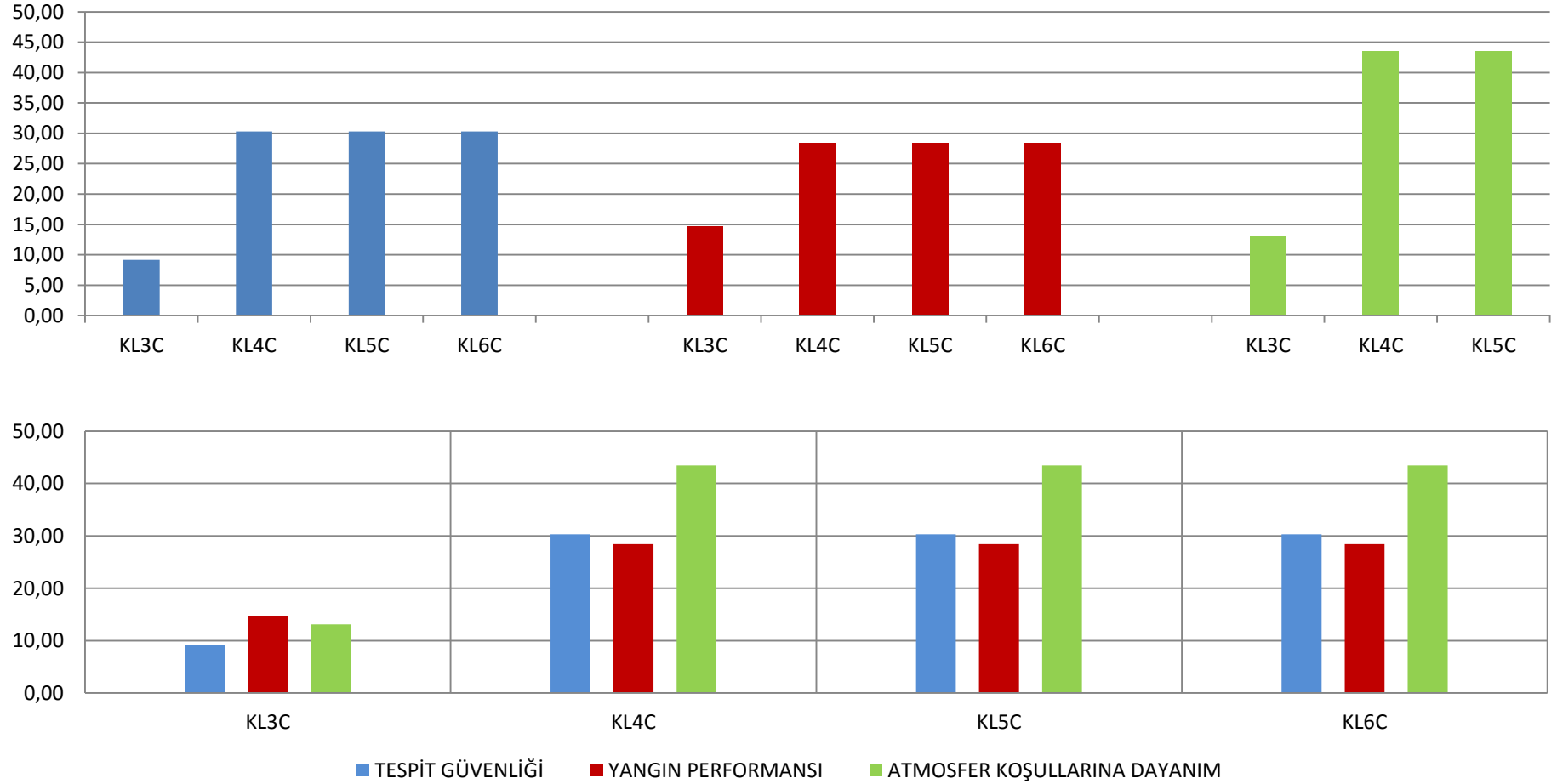
Çizelge 5.11 : Çimento Cephe Kaplama Sistemlerinin Ana Performans Ölçütleri Açısından Değerlendirilmesi.



Çizelge 5.12 : Cam Cephe Kaplama Sistemlerinin Ana Performans Ölçütleri Açısından Değerlendirilmesi.



Çizelge 5.13 : Ahşap Kaplama Sistemlerinin Ana Performans Ölçütleri Açısından Karşılaştırılması.



6. SONUÇLAR VE ÖNERİLER

Günümüzde gelişen teknolojiyle birlikte birçok yeni malzemeler piyasaya kazandırılmaktadır. Mimarlar tasarladıkları yapının cephesi için kaplama malzemesi ve tespit yöntemi seçenekleri arasından bir karar alma sürecine girmektedirler. Bu çalışmada, günümüzde en yaygın olarak kullanılan cephe kaplama malzemeleri ve tespit yöntemlerinin analiz edilebileceği bir değerlendirme yöntemi geliştirilmiştir. Her bir malzemenin farklı tespit yöntemiyle davranışı ortaya konmaktadır. Elde edilen değerler cephe kaplama sistemi seçenekleri arasında bir karşılaştırma yapma imkanı sunmaktadır. Piyasa araştırmaları doğrultusunda sınıflandırılan '57' adet cephe kaplama sistemi, tespit güvenliği, yangın performansı ve atmosfer koşullarına dayanım açısından değerlendirme yöntemiyle analiz edilmiştir.

- Tespit güvenliği performans ölçütü açısından değerlendirmeden elde edilen sonuçlara göre;
 - Aynı malzeme grubuna ait (örn. metal), aynı biçim ve tespit yöntemine sahip iki ayrı cephe kaplama sisteminin, tespit güvenliği açısından sahip oldukları performans değeri farklı değerler alabilmektedir. Bunun nedeni olarak, aynı malzeme grubuna ait olmakla birlikte malzemenin iç yapısındaki farklılaşmayla (örn. alüminyum ve titanyum) malzeme özelliklerinin değişmesi gösterilebilir.
 - Tespit yöntemlerinden metal alt konstrüksiyon sistemi üzerine tespit edilen vida, klips ve asma gibi mekanik yöntemler arasında, cephe kaplama sistemi tespit güvenliği performans değerini iyileştirmesi yönünde çok farklılık olmadığı söylenebilir.
 - Aynı malzeme cinsinde ve aynı tespit yöntemiyle tespit edilen fakat farklı malzeme biçiminde olan cephe kaplama sisteminin tespit güvenliği performans değerinin farklılaştığı görülebilir. Malzemenin karo, levha ya da panel biçiminde kullanılması, ürünün mekanik

dayanımını ve cephe kaplama sisteminin ağırlığını değiştirdiği söylenebilir.

- Yangın güvenliği performans ölçütü açısından değerlendirmeden elde edilen sonuçlara göre;

- Aynı malzeme grubuna ait aynı biçim ve tespit yöntemine sahip iki ayrı cephe kaplama sisteminin, yangın güvenliği açısından sahip oldukları performans değeri farklı değerler alabilmektedir. Bunun nedeni olarak, aynı malzeme grubuna ait olmakla birlikte malzemenin iç yapısından kaynaklanan ve yangın performansına etkili olan tutuşma kolaylığı, alev yayılım hızı ve ısıl genleşme gibi malzeme özelliklerinin değişerek sistemin performansını değiştirebildiği söylenebilir.

- Malzeme özellikleri ve biçimi değişmemesine rağmen sadece tespit yönteminin farklılaşmasıyla elde edilen bu sonuç, tespit malzemelerinin yangın karşısındaki davranışlarının farklılaşması (örneğin, harcın polimer esaslı yapıştırıcıya göre daha dayanıklı olması) olarak söylenebilir. Ayrıca duvar gövdesine tespit edilmiş metal alt konstrüksiyon sistemi üzerine tespit edilen sistemlerde, duvar gövdesi ve malzeme arasında bulunan hava tabakasının, yangının yayılmasına sebep olması bu sonuca sebep olarak gösterilebilir.

- Aynı malzeme cinsinde ve aynı tespit yöntemiyle tespit edilen fakat farklı malzeme biçiminde olan cephe kaplama sisteminin yangın güvenliği performans değerinin farklılaştığı görülebilir. Özellikle kaplama malzemesinin çok tabakalı panel biçiminde kullanılmasında, ürünün tabakalarındaki malzeme farklılığının bu sonuca sebep olduğu söylenebilir.

- Atmosfer koşullarına dayanım açısından değerlendirmeden elde edilen sonuçlara göre;

- Aynı malzeme grubuna ait aynı biçim ve tespit yöntemine sahip iki ayrı cephe kaplama sisteminin, atmosfer koşullarına dayanım açısından sahip oldukları performans değeri farklı değerler

alabilmektedir. Bunun nedeni olarak, aynı malzeme grubuna (örn. metal grubu içinde paslanmaz çelik, alüminyum, titanyum ve çinko; pişmiş kil grubundan tuğla, klinker ve porselen; taş grubundan traverten ve kum taşı gibi) ait olmakla birlikte malzemenin iç yapısından kaynaklanan ve atmosfer koşullarına dayanımda etkili olan porozite, su emicilik, ısı emicilik sertlik gibi malzeme özelliklerinin değişerek sistemin performansını değiştirebildiği söylenebilir.

- Atmosfer koşullarına dayanım açısından değerlendirmede malzeme cinsinin değişmemesine rağmen sadece tespit yönteminin farklılaşmasıyla elde edilen bu sonuca göre, tespit yöntemlerinden metal alt konstrüksiyon sistemi üzerine tespit edilen vida, klips ve asma gibi mekanik yöntemler arasında, cephe kaplama sistemi atmosfer koşullarına dayanım açısından performans puanını iyileştirmesi yönünde aralarında çok farklılık olmadığı söylenebilir. Atmosfer koşullarına dayanım açısından farklı tespit yöntemlerinin cephe kaplama sistemi performansına etkileri kıyaslandığında, tespit malzeme/elemanlarının (harç ile yapıştırma, özel yapıştırıcılarla yapıştırma, mekanik tespit elemanları gibi), bu atmosfer etkileri karşısındaki davranışlarının farklılaşması olarak gösterilebilir.
- Aynı malzeme cinsinde ve aynı tespit yöntemiyle tespit edilen fakat farklı malzeme biçiminde olan cephe kaplama sisteminin atmosfer koşullarına dayanım açısından değerlendirmede performans değerleri arasında çok belirgin bir farklılaşma olmadığı görülebilir.

Sonuç olarak cephede,

- ✓ biçim ve tespit yöntemi aynı olup, malzeme cinsi farklı olan
- ✓ malzeme ve biçim aynı, tespit yöntemi farklı olan ve
- ✓ malzeme cinsi ve tespit yöntemi aynı olup biçimi farklı olan kaplama sistemleri tespit güvenliği, yangın güvenliği ve atmosfer koşullarına dayanımı açısından farklı performans sergileyeceklerdir.

Yapının yüksekliğine, biçimine, bulunduğu konumun hakim olduğu iklimsel şartlara bağlı olarak beklenen performans ölçütlerinin öncelik sırasının değişmesiyle birlikte malzeme ve sistem kararı verme süreci zorlaşabilmektedir. Değerlendirme yöntemiyle elde edilen bu sonuca göre bir mimar yapı tasarım aşamasında kat yüksekliği, biçimi, konumu belirli olan bir yapı için cephe sistemi seçimi sürecinde bu değerlendirme yöntemiyle doğru adımlarla yönlenebilecektir.



KAYNAKLAR

- Aksamija A.** (2013). *Sustainable Facades, Design Methods for High Performance Buildings Envelopes*. New Jersey: Wiley
- Andrew K. Presily,** (1993). *Envelope Design Guidelines for Federal Office Buildings: Thermal Integrity and Airtightness, National Institute of Standards and Technology 4821*. March
- Annon** (1971). *Nutzwertanalyse Wohnen, HWP-Berichte*. Stuttgart
- Balanlı A.,** (1997). *Yapıda Ürün Seçimi*. İstanbul:YÜMFED Yayınları
- Binaların Yangından Korunması Hakkında Yönetmelik.** (2008). *İstanbul Büyükşehir Belediyesi İmar Müdürlüğü, Deprem Mühendisliği Anabilim Dalı Kandilli Rasathanesi ve Deprem Araştırma Enstitüsü Boğaziçi Üniversitesi Çengelköy, İstanbul Mayıs 2008*.
- Brookes J., Maarten Meijjs** (2008). *Cladding of Buildings*. San Francisco, CA.: Holden-Day.
- BRITISH STANDARD** (2000). *Precast Concrete Products Wall (BS EN 14992)*.
- Clark E.W.,** (1991). *Fire Fighting Principles & Practices*. USA: PennWell Publishing Company.
- Çelik Tekin Ç.,** (2006). Giydirme Cephe Sistemlerinde Test Metodları, 3. *Ulusal Çatı & Cephe Kaplamalarında Çağdaş Malzeme ve Teknolojiler Sempozyumu*, (s.89-95). İstanbul : Çatı Sanayi ve İş Adamları Derneği 17-18 Ekim.
- Eken M., Ceylan A., Taştekin T., Şahin H., Şensoy S.,** *Klimatoloji I: Çevre ve Orman Bakanlığı Devlet Meteoroloji İşleri Genel Müdürlüğü*, Ankara, <https://www.mgm.gov.tr/FILES/iklim/klimatoloji2.pdf>
- Eriç M.,** (2010). *Yapı Fiziği ve Malzemesi*. İstanbul: Literatür Yayıncılık.
- Eriç M.,** (1982). *Malzeme Bilimi ve Yapı Fiziği Sorunları*, İstanbul: Devlet Güzel Sanatlar Akademisi Mimarlık Fakültesi
- Ersoy H.,** (2001). *Kompozit Malzeme*. İstanbul: Literatür Yayınları.
- Fernandez J.,** (2006). *Material Architecture, Emergent Materials for Innovative Buildings and Ecological Construction*. Oxford:Elsevier.
- Future Arquitecturas.** (2008). *Concurcos Competitions, No 18*. ,Madrid: Arqfuture
- Hasol D.,** (2008). *Ansiklopedik Mimarlık Sözlüğü*. ,İstanbul: Yapı Endüstri Merkezi Yayınları.
- Helzel M., Batıgün C.,** (2013). *Paslanmaz Çelik Kullanılan Yenilikçi Bina Cepheleri*, The European Stainless Steel Development Association. Belgium: Euro Inox.

- Herzog T., Kripner L., Lang W.** (2008). *Facade Construction Manual*. Munich: Birkhäuser.
- Hugues T., Steiger L., Weber J.**, (2005). *Detail Practise, Dressed Stone, Types of Stone Details Example*. Munich: Birkhäuser.
- İstanbul Yüksek Binalar Deprem Yönetmeliği.** (2008). *İstanbul Büyükşehir Belediyesi İmar Müdürlüğü, Deprem Mühendisliği Anabilim Dalı Kandilli Rasathanesi ve Deprem Araştırma Enstitüsü Boğaziçi Üniversitesi Çengelköy, İstanbul Mayıs 2008.*
- Kaltenbach F.**, (2007). *Translucent Materials: Glass, Plastic, Metals* Munich: Birkhäuser, Detail Practise.
- Knaack U., Klein T., Bilow M., Auer T.**, (2007). *Façades, Principles of Construction*. Germany: Birkhäuser GmbH.
- Kocataşkın F.**, (1975). *Yapı Malzemesi Bilimi, Özellikler ve Deneyler*. İstanbul: Birsen Kitabevi Yayınları.
- Metin B.**, (2010). *Cephe Kaplama Sistemlerinin Uygulama Süreçlerinin Çevresel Sürdürülebilirlik Açısından Değerlendirilmesi*. (Yüksek Lisans Tezi). İstanbul Teknik Üniversitesi, İstanbul.
- Musağaoğlu Oğan B.**, (2005). *Performance of the Stone Building Envelope: Curtain Wall to Cladding*. (Doktora tezi). Middle East Technical University, Natural and Applied Sciences, Ankara.
- Özmeral F.**, (2006). *Dış Cephe Tasarımında Plastik Esaslı Kompozit Malzeme Kullanılması*. (Yüksek Lisans Tezi). Sakarya Üniversitesi.
- Pires V., Rosa L.G., Dioniso A.**, (2014). *Implications of exposure to high temperatures for stone cladding requirements of three Portuguese granites regarding the use of dowel-hole anchoring systems*, Construction and Building Materials, Elsevier, Science Direct.
- Schittich, C.**, (2001). *In Detail Building Skins, Concepts*. Basel, Switzerland : Birkhäuser.
- Tanaçan L., Ersoy H.Y.**, (1998). Prefabrike Dış Kabuk Panoların Üretiminde Kullanılan Alternatif Malzemeler ve Ürün Özelliklerine Etkileri, *Prefabrikasyon Sempozyum Bildirileri*, 9, 29-30 Nisan 1998. (s.173-185). İstanbul
- Tanaçan L.**, (2008). *Mimarlıkta Malzeme Bilimine Giriş ve Malzeme Genel Özellikleri* İstanbul: İstanbul Teknik Üniversitesi
- Tapan M.**, (1980). *Mimarlıkta Değerlendirme Aracı Olarak Fayda-Değer Analizi* İstanbul: İstanbul Teknik Üniversitesi Mimarlık Fakültesi
- Tapan M.**, (2004). *Mimarlıkta Değerlendirme* İstanbul: İstanbul Teknik Üniversitesi Mimarlık Fakültesi
- Taranath B.S.**, (2010). *Reinforced Concrete Design of Tall Buildings*, London and Newyork: Taylor and Francis CRC Press.
- Toydemir N., Gürdal E., Tanaçan L.**, (2000). *Yapı Elemanı Tasarımında Malzeme*. İstanbul: Literatür Yayıncılık.

- THE PLAN.** (2008). *Architecture & Technologies in Detail, No 27.* Bologna Italy, June-July
- THE PLAN.** (2008). *Architecture & Technologies in Detail, No 29.* Bologna Italy, October.
- THE PLAN.** (2009). *Architecture & Technologies in Detail, No 36.* Bologna Italy, September.
- THE PLAN.** (2013-2014). *Architecture & Technologies in Detail, No 71.* Bologna Italy, December-October.
- THE PLAN.** (2016). *Architecture & Technologies in Detail, No 90.* Bologna Italy, May
- THE PLAN.** (2016). *Architecture & Technologies in Detail, No 91.* Bologna Italy, June-July
- THE PLAN.** (2016). *Architecture & Technologies in Detail, No 92.* Bologna Italy, September.
- TÜRK STANDARDI 3501-1** (2010). *Yapı Mamulleri ve Yapı Elemanları Yangın Sınıflandırması* (TS EN 13501 + A1-2010).
- Petrie E. M.,** (2007). *Fire Retardant Adhesives.* Adhesives & Sealants Industry (ASI). USA; Bnp publications.
- Plans and Details for Contemporary Architects,** (2010). *Building with Colour.* Thames nad Hudson, Plan
- Rostron R. M.,** (1964). *Light Cladding of Building.* London: The Architectural Press.
- Vlack L.** (1972). *Elements of Material Science* (Safoglu R., Çev.), Department of Chemical and Metallurgical Engineering, U.S.A. : Addison and Wesley Publishing Co. Inc. The University of Michigan,
- Watts A.,** (2013). *The Modern Construction Handbook,* Vienna : Springer
- Weston R.,** (2015). *Mimarlığı Değiştiren 100 Fikir İstanbul.* : Literatür Yayınları
- Wilson F.,** (2013). *Building Materials Evaluation Handbook.* Michigan University. USA: Springer
- Url-1** <<http://www.mohid.com>>, erişim tarihi 29.09.2016.
- Url-2** <<http://www.elet.polimi.it/>>, erişim tarihi 10.10.2016.
- Url-3**<http://www.dupont.com.tr/content/dam/dupont/products-and-services/construction-materials/surface-design-materials/documents/DuPont-Corion-Cladding_TR.pdf>, erişim tarihi 10.10.2016.
- Url-4**<<http://www.plantas.lt/en/m/ventilated-facade-cladding/porcelain-ceramic-panels/>>, erişim tarihi 10.10.2016.
- Url-5**<http://www.cimstone.com.tr/vImages/pdfler/2016_cephe_brosuru.pdf>, erişim tarihi 10.10.2016.
- Url-6**<http://www.alpolic.com/alpolic-intl/downloads/specs_tcm.pdf>, erişim tarihi 29.10.2016.

- Url-7**<<https://www.lapitec.com/applications/sintered-stone-wall-cladding>>, erişim tarihi 29.10.2016.
- Url-8**<http://www.purafacades.co.uk/wp-content/uploads/2016/04/Oko-Skin-Installation-instruction-08_2014-EN-web.pdf>, erişim tarihi 29.10.2016.
- Url-9**<https://issuu.com/swisspearl.com/docs/anwendung_en?e=14742881/42166539>, erişim tarihi 30.10.2016.
- Url-10**<https://issuu.com/swisspearl.com/docs/dim_en?e=14742881/42166559>, erişim tarihi 30.10.2016.
- Url-11**<https://issuu.com/swisspearl.com/docs/program_colors_en?e=14742881/42166330>, erişim tarihi 30.10.2016.
- Url-12**<<http://telling.co.uk/wp-content/uploads/2015/01/GRC-Telling-performance.pdf>>, erişim tarihi 30.10.2016.
- Url-13**<<http://isiklartugla.com.tr/tr/urun/kaplamatugla-duz.html>>, erişim tarihi 30.10.2016.
- Url-14**<<http://isiklartugla.com.tr/tr/urun/isiklargrc-isiklargrc.html>>, erişim tarihi 30.10.2016.
- Url-15**<https://s3.eu-central-1.amazonaws.com/isiklartugla/product/grc/1001_ISIK_GRC_INSERT_60x22.5CM.pdf>, erişim tarihi 30.10.2016.
- Url-16**<http://www.sto.hr/media/documents/download_broschuer/kategorie_fassade/broschueren_fassade_hr/98996_HR-Fassade-Architects_Facade_Manual_72dpihtm.pdf>, erişim tarihi 2.11.2016.
- Url-17**<http://www.kale.com.tr/i/content/343_2_Cephe.pdf>, erişim tarihi 2.11.2016.
- Url-18**<http://www.prodema.com//downloads/catalogos/catalogoresumen_2012_en.pdf>, erişim tarihi 2.11.2016.
- Url-18**<http://www.prodema.com//downloads/catalogos/Triptico_en.pdf>, erişim tarihi 2.11.2016.
- Url-19**<<http://www.parklex.com/media-downloads/>>, erişim tarihi 2.11.2016.
- Url-20**<<http://www.izocam.com.tr/userfiles/files/urunler/sistemler/izocam-tekiz/izocam-tekiz.pdf>>, erişim tarihi 2.11.2016.
- Url-21**<<http://www.izocam.com.tr/userfiles/files/urunler/sistemler/izocam-tekiz/izocam-tekiz.pdf>>, erişim tarihi 2.11.2016.
- Url-22**<<http://www.izocam.com.tr/userfiles/files/urunler/sistemler/izocam-tekiz/izocam-tekiz.pdf>>, erişim tarihi 2.11.2016.
- Url-23**<<http://www.metalyapi.com/tests>>, erişim tarihi 2.11.2016.
- Url-24**<<http://www.fti-europe.com/>>, erişim tarihi 2.11.2016.

EKLER

EK A.1 Cephe Kaplama Sistemlerinin Ana Performans Ölçütleri Açısından Yüzelik Olarak Karşılaştırılması.



EK A.1 Cephe Kaplama Sistemlerinin Ana Performans Ölçütleri Açısından Yüzdeler Olarak Karşılaştırılması.

Çizelge A.1 : Metal Cephe Kaplama Sistemlerinin Ana Performans Ölçütleri Açısından Karşılaştırılması.

	TESPİT GÜVENLİĞİ	YANGIN GÜVENLİĞİ	ATMOSFER KOŞULLARINA DAYANIM
z	7,32	8,99	6,79
STK ^{4B}	7,32	7,00	6,79
AL ^{4B}	5,23	7,99	6,25
ALK ^{6C}	4,88	3,71	6,25
ALK ^{4C}	4,88	3,71	6,25
ALS ^{4C}	4,88	3,16	6,25
TI ^{6B}	6,97	7,99	6,25
TI ^{4B}	6,97	7,99	6,25
TI _k ^{4B}	5,92	3,16	6,25
TI _{zn} ^{6B}	5,92	3,16	6,25
TI _{zn} ^{4B}	5,92	3,16	6,25
ZN ^{6B}	6,97	7,99	6,52
ZN ^{4B}	6,97	7,99	6,52
ALZN _k ^{4B}	5,23	7,99	6,52
CU ^{6B}	7,32	7,99	5,16
CU ^{4B}	7,32	7,99	5,44

Çizelge A.2 : Polimer Cephe Kaplama Sistemlerinin Ana Performans Ölçütleri Açısından Karşılaştırılması.

	TESPİT GÜVENLİĞİ	YANGIN PERFORMANSI	ATMOSFER KOŞULLARINA DAYANIM
PVC ^{4C}	11,81	16,60	12,72
PVC _s ^{4C}	11,81	16,60	13,52
ACR ^{3B}	3,57	8,57	3,60
ACR ^{5B}	11,81	16,60	11,13
MAP ^{6C}	9,28	7,70	11,13
MAP ^{3C}	2,80	4,28	3,36
PC ^{4B}	11,81	6,56	11,13
PC ^{5C}	11,81	7,70	11,13
CTP ^{4B}	12,65	7,70	11,13
CTP ^{6C}	12,65	7,70	11,13

Çizelge A.3 : Pişmiş Kil Cephe Kaplama Sistemlerinin Ana Performans Ölçütleri Açısından Karşılaştırılması.

	TESPİT GÜVENLİĞİ	YANGIN PERFORMANSI	ATMOSFER KOŞULLARINA DAYANIM
TU ^{1A}	10,85	21,90	10,27
KLI ^{1A}	10,85	21,90	11,48
KLI ^{4A}	18,55	12,81	19,63
TER ^{5B}	24,74	12,81	19,63
POR ^{1A}	10,85	18,98	12,09
POR ^{3A}	5,60	5,73	6,24
POR ^{5A}	18,55	5,87	20,66

Çizelge A.4 : Taş Cephe Kaplama Sistemlerinin Ana Performans Ölçütleri Açısından Karşılaştırılması.

	TESPİT GÜVENLİĞİ	YANGIN PERFORMANSI	ATMOSFER KOŞULLARINA DAYANIM
GR ^{1B}	7,69	12,21	7,17
GR ^{2B}	7,69	7,14	12,25
GR ^{6B}	13,14	7,14	12,25
MER ^{1B}	7,23	11,39	7,17
MER ^{6B}	12,37	6,66	12,25
TRA ^{1B}	6,33	11,39	6,09
TRA ^{6B}	10,82	6,66	10,41
KUM ^{1B}	4,90	12,21	6,09
KRÇ ^{1B}	5,88	11,39	6,09
KRÇ ^{6B}	10,05	7,14	10,41
KKT ^{6B}	13,91	6,66	9,80

Çizelge A.5 : Çimento Cephe Kaplama Sistemlerinin Ana Performans Ölçütleri Açısından Karşılaştırılması.

	TESPİT GÜVENLİĞİ	YANGIN PERFORMANSI	ATMOSFER KOŞULLARINA DAYANIM
LÇ ^{3C}	6,78	11,78	7,88
LÇ ^{4C}	22,44	22,82	26,10
LÇ ^{6C}	22,44	22,82	26,10
CTB ^{2C}	24,17	21,30	19,96
CTB ^{5C}	24,17	21,30	19,96
LÇ ^{3C}	6,78	11,78	7,88
LÇ ^{4C}	22,44	22,82	26,10
LÇ ^{6C}	22,44	22,82	26,10
CTB ^{2C}	24,17	21,30	19,96
CTB ^{5C}	24,17	21,30	19,96

Çizelge A.6 : Cam Cephe Kaplama Sistemlerinin Ana Performans Ölçütleri Açısından Karşılaştırılması.

	TESPİT GÜVENLİĞİ	YANGIN PERFORMANSI	ATMOSFER KOŞULLARINA DAYANIM
C ^{2B}	30,29	25,15	30,29
C ^{3B}	9,14	24,56	9,14
C ^{5B}	30,29	25,15	30,29
C ^{6B}	30,29	25,15	30,29

Çizelge A.7 : Ahşap Cephe Kaplama Sistemlerinin Ana Performans Ölçütleri Açısından Karşılaştırılması.

	TESPİT GÜVENLİĞİ	YANGIN PERFORMANSI	ATMOSFER KOŞULLARINA DAYANIM
KL ^{3C}	9,14	14,68	13,11
KL ^{4C}	30,29	28,44	43,44
KL ^{5C}	30,29	28,44	43,44
KL ^{6C}	30,29	28,44	43,44

ÖZGEÇMİŞ



Ad-Soyad :Büşra SİRKECİ
Doğum Tarihi ve Yeri : 15/06/1989, İstanbul
E-posta : sirkeci busra@hotmail.com

ÖĞRENİM DURUMU:

- **Lisans** : 2013, T.C. İstanbul Kültür Üniversitesi, Mimarlık Fakültesi, Mimarlık Bölümü
- **Lise** : 2007, Feyziye Mektepleri Vakfı Ayazağa Işık Lisesi

MESLEKİ DENEYİM VE ÖDÜLLER:

- 2016 yılında Kadıköy Belediyesinin düzenlemiş olduğu ‘Caferaga Spor ve Kültür Merkezi Mimari Proje’ yarışmasına katıldı.
- 2014 yılında DT Mimarlık ofisinde çalışmaya başladı ve çeşitli (Toplu konut ve özel konut, Viasea Entertainment Sineması, Otel..v.b.) projelerde görev aldı.
- Erasmus programı için Hollanda’da bulunduğu süre zarfında modern mimarlığa ilişkin deneyimlerden ilham alarak malzeme ve çağdaş cephe sistemleri konusunda profesyonel bakış açısına sahip olabilmek için 2013 yılında İTÜ Çevre Kontrolü ve Yapı Teknolojisi Programında yüksek lisans öğrenimine başladı.
- 2013 yılında Brigitte Weber Mimarlık ofisinde ekip olarak yürütülen Next Level ve Keifi Çay Evi uygulama projelerinde görevlerde bulundu..
- 2011 yılında lisans eğitiminin son sınıfında, Erasmus programıyla Eindhoven Teknik Üniversitesinde öğrenimine devam etti. ‘Kentsel Planlama ve Tasarım’ stüdyosu ve Yapı Bilgi Modelleme eğitimlerinin yanısıra ‘Yapı Teknolojisi’ ile ilgili çeşitli dersler almıştır.