

**YILDIZ TEKNİK ÜNİVERSİTESİ  
FEN BİLİMLERİ ENSTİTÜSÜ**

**139693**

**DIŞ CEPHEDE UYGULANAN DOĞAL VE YAPAY TAŞ  
PLAK KAPLAMALARDA OLUŞAN SORUNLARIN  
İRDELENMESİ**

Mimar Sinem YOLSAL

**FBE Mimarlık Anabilim Dalı Yapı Programında  
Hazırlanan**

**YÜKSEK LİSANS TEZİ**

**Tez Danışmanı: Yrd.Doç.Dr. Günsel ALVER**

**TRP. DOÇ. DR. ERKAN AYLAZ** Prof. Dr. Kemal Çorapçıoğlu  
*B. Arel*

**İSTANBUL, 2003**

**YILDIZ TEKNİK ÜNİVERSİTESİ**

# İÇİNDEKİLER

	Sayfa
SİMGE LİSTESİ.....	iv
KISALTIMA LİSTESİ.....	v
ŞEKİL LİSTESİ.....	vi
ÇİZELGE LİSTESİ.....	viii
ÖNSÖZ.....	ix
ÖZET.....	x
ABSTRACT.....	xi
1. GİRİŞ.....	1
1.1 Problem.....	1
1.2 Amaç.....	1
1.3 Kapsam.....	2
1.4 Yöntem.....	2
2. DIŞ DUVAR ve DIŞ CEPHE KAPLAMALARI.....	4
2.1 Dış duvar.....	4
2.2 Dış duvarın katmanları.....	5
2.2.1 İç kaplama ve görevleri.....	6
2.2.2 Duvar gövdesi ve görevleri.....	7
2.2.3 Dış kaplama ve görevleri.....	7
2.3 Dış cephe kaplamaları.....	8
3. DIŞ CEPHELERDE UYGULANAN DOĞAL ve YAPAY TAŞ PLAK KAPLAMALAR.....	11
3.1 Doğal ve yapay taş plak kaplamaların tanımı.....	11
3.2 Doğal ve yapay taş plak kaplamaları uygulama yöntemleri.....	11
3.3 Doğal ve yapay taş plak kaplamaların sınıflandırılması.....	21
3.3.1 Doğal taş kaplamalar.....	22
3.3.1.1 Granit kaplamalar.....	23
3.3.1.2 Mermer kaplamalar.....	32
3.3.1.3 Kireçtaşı kaplamalar.....	41
3.3.1.4 Traverten kaplamalar.....	46
3.3.2 Yapay taş kaplamalar.....	50
3.3.2.1 Brüt beton kaplamalar.....	50
3.3.2.2 Yapay taş kaplı beton kaplamalar.....	54
3.3.2.3 Seramik kaplamalar.....	58
3.3.2.3.1 Gre seramik kaplamalar.....	59
3.3.2.3.2 Gre mozaik kaplamalar.....	67
3.3.2.3.3 Klinker kaplamalar.....	70
3.3.2.4 Kuvars esaslı kaplamalar.....	74
3.3.2.5 Çimentolu yonga kaplamalar.....	79

4.	DOĞAL ve YAPAY TAŞ PLAK KAPLAMALARDA OLUŞAN SORUNLAR ve ÇÖZÜM ÖNERİLERİ .....	84
4.1.	Doğal ve yapay taş plak kaplamalarda sorunları oluşturan etmenler .....	84
4.1.1	Kullanım süreci ile ilgili etmenler .....	84
4.1.1.1	Atmosferik etmenler .....	85
4.1.1.1.1	Isı ile ilgili etmenler .....	86
4.1.1.1.2	Su ve nem ile ilgili etmenler .....	88
4.1.1.1.3	Gazlar ile ilgili etmenler .....	92
4.1.1.1.4	Güneş ışınları ile ilgili etmenler .....	93
4.1.1.2	Katı zararlılar ile ilgili etmenler .....	94
4.1.1.3	Biyolojik etmenler .....	95
4.1.1.4	Yangın ile ilgili etmenler .....	95
4.1.1.5	Yükler ve kuvvetler ile ilgili etmenler .....	97
4.1.2	Yapı ürünleri ile ilgili etmenler .....	99
4.1.3	Tasarım ile ilgili etmenler .....	101
4.1.4	Yapım süreci ile ilgili etmenler .....	102
4.2	Doğal ve yapay taş plak kaplamalarda oluşan sorunlar ve çözüm önerileri .....	103
4.2.1	Kullanım sürecinden kaynaklanan sorunlar ve çözüm önerileri .....	103
4.2.1.1	Atmosferik etmenlerden kaynaklanan sorunlar ve çözüm önerileri .....	107
4.2.1.2	Katı zararlılardan kaynaklanan sorunlar ve çözüm önerileri .....	121
4.2.1.3	Biyolojik etmenlerden kaynaklanan sorunlar ve çözüm önerileri .....	122
4.2.1.4	Yangından kaynaklanan sorunlar ve çözüm önerileri .....	124
4.2.1.5	Yükler ve kuvvetlerden kaynaklanan sorunlar ve çözüm önerileri .....	125
4.2.2	Yapı ürünlerinden kaynaklanan sorunlar ve çözüm önerileri .....	128
4.2.3	Tasarımdan kaynaklanan sorunlar ve çözüm önerileri .....	133
4.2.4	Yapım sürecinden kaynaklanan sorunlar ve çözüm önerileri .....	136
5.	SONUÇLAR .....	138
	KAYNAKLAR .....	141
	ÖZGEÇMİŞ .....	146

## SİMGE LİSTESİ

a	Radyasyona karşı yüzeysel emicilik katsayısı
d	Malzeme kalınlığı
L	Taş plak boyu
$\Delta l$	Taşın L boyundaki uzama ve kısalma
$\Delta t$	Taşın etkisinde kaldığı sıcaklık farkı
W	Taş plak eni
$\Lambda$	Malzemenin ısı geçirgenliği
$\alpha$	Taşın ısı genleşme katsayısı
$\delta$	Malzemenin yoğunluğu
$\lambda$	Isı iletkenlik katsayısı
$\mu$	Su buharı difüzyon direnç katsayısı



## KISALTMA LİSTESİ

DPT	Devlet Planlama Teşkilatı
İDMMA	İstanbul Devlet Mühendislik ve Mimarlık Akademisi
MTA	Maden Tetkik ve Arama Enstitüsü
TS	Türk Standartları
TSE	Türk Standartları Enstitüsü
YEM	Yapı Endüstri Merkezi



## ŞEKİL LİSTESİ

	Sayfa
Şekil 2.1	Karıştırılarak hazırlanan kaplama kesiti ve uygulanmış örneği.....8
Şekil 2.2	Blok kaplama kesiti ve uygulanmış örneği.....9
Şekil 2.3	Plak kaplama kesiti ve uygulanmış örneği.....9
Şekil 2.4	Levha kaplama kesitleri ve uygulanmış örneği.....10
Şekil 3.1	Yapıştırıcı ile uygulama yöntemi.....13
Şekil 3.2	Tümü harçlı, noktasal ve çizgisel harçlı plak uygulamaları.....13
Şekil 3.3	Ankrajlı yöntemlerle uygulanan granit cephe kaplaması.....14
Şekil 3.4	Harçlı-kenetli uygulama yöntemleri.....15
Şekil 3.5	Dübelli kanca ile uygulanmış sistem kesiti.....16
Şekil 3.6	Kancanın harç ile uygulandığı sistem kesiti.....16
Şekil 3.7	Plakların yatay ve dikey taşıma şekilleri.....16
Şekil 3.8	Profilli klipsli yöntem.....17
Şekil 3.9	Profilli-klipsli yöntem uygulanan bina kesiti.....18
Şekil 3.10	Yatay taşınan profilli-klipsli yöntem detayı.....18
Şekil 3.11	Profilli-gizli yöntem.....19
Şekil 3.12	Profilli-gizli yöntem detayı.....19
Şekil 3.13	Profillere yapıştırma yöntem detayı.....20
Şekil 3.14	Konstrüksiyonsuz vidalama yöntem detayı.....21
Şekil 3.15	Konstrüksiyonlu vidalama yöntem detayı.....21
Şekil 3.16	Kökenlerine ve oluşum şartlarına göre taşlar.....23
Şekil 3.17	Ocaklarda granitlerin blok haline getirilmesi.....24
Şekil 3.18	Granit kaplama çeşitleri.....25
Şekil 3.19	Granit kaplama tespit parçaları.....29
Şekil 3.20	Kancalı yöntem uygulanan granit plak kesiti.....30
Şekil 3.21	Profilli-klipsli yöntemde granit plak-profil yerleştirme biçimi.....31
Şekil 3.22	Profilli-gizli yöntemde granit plak-profil yerleştirme biçimi.....31
Şekil 3.23	Mermer ocağı (Carrara, İtalya).....34
Şekil 3.24	Mermerlerin fabrikada stoklanması.....36
Şekil 3.25	Mermer kaplama çeşitleri.....36
Şekil 3.26	Metal kenet türleri.....40
Şekil 3.27	Kireçtaşı kaplama çeşitleri.....43
Şekil 3.28	Traverten kaplama çeşitleri.....47
Şekil 3.29	Yapay taş kaplı beton plak kaplama çeşitleri.....56
Şekil 3.30	Yapay taş kaplı beton plak kalınlığı.....57
Şekil 3.31	Bir gre seramik fabrikasından görünüm.....60
Şekil 3.32	Gre seramik plakların kalite kontrolden geçirilmesi.....62
Şekil 3.33	Mat gre seramik örnekleri.....62
Şekil 3.34	Parlak gre seramik örnekleri.....62
Şekil 3.35	Pencere kenar detayında tespit parçalarının gösterimi.....64
Şekil 3.36	Profilli klipsli yöntem uygulanan gre seramik plak kesiti.....65
Şekil 3.37	Profilli gizli yöntem uygulanan gre seramik plak kesiti.....65
Şekil 3.38	Profillere yapıştırma yöntemi uygulanan gre seramik plak kesiti.....66
Şekil 3.39	Seramik kaplamalarda derz artısının uygulanması.....66
Şekil 3.40	Gre mozaik kaplama örnekleri.....68
Şekil 3.41	Gre mozaik kaplamaların uygulanma sırası.....69
Şekil 3.42	Klinker plaklarda en, boy ve kalınlık.....72
Şekil 3.43	Klinker plakların profilli-gizli yöntem ile uygulanması.....73
Şekil 3.44	Klinker plak kaplama kesiti ve perspektifi.....73

Şekil 3.45	Kuars esaslı plak kaplama örnekleri .....	75
Şekil 3.46	Kuars esaslı plakların tespit parçası .....	77
Şekil 3.47	Kuars esaslı plakların kancalı yöntem uygulanma detayı .....	77
Şekil 3.48	Kancalı yöntem detayları .....	78
Şekil 3.49	Kuars esaslı plakların profilli yöntem ile uygulanma detayı.....	78
Şekil 3.50	Çimentolu yonga plak örnekleri.....	80
Şekil 3.51	Konstrüksiyonsuz vidalama ile uygulanan çimentolu yonga plak detayları.....	82
Şekil 3.52	Konstrüksiyonlu vidalama ile uygulanan çimentolu yonga detayları .....	83
Şekil 4.1	Güneş ışığı tayfinin frekans dağılımı .....	93
Şekil 4.2	Yapıda deprem etkisi .....	99
Şekil 4.3	Traverten kaplamada görülen cephe kirlenmesi .....	103
Şekil 4.4	Plak üzerine sonradan ilave edilen metal bir parça nedeniyle düşen mermer plak .....	104
Şekil 4.5	Yapay taş kaplı beton üzerine takılan metal parça nedeni ile oluşan pas lekelenmesi .....	105
Şekil 4.6	Granit kaplamada görülen cephe kirlenmesi.....	105
Şekil 4.7	Plak kaplamalarda ısı hareketleri ile oluşan deformasyonlar.....	108
Şekil 4.8	Gre mozaik plaklarda ısı genişmesi nedeniyle oluşan dökülmeler .....	108
Şekil 4.9	Mermer kaplamada farklı ısı genişmeleri sonucunda oluşan çatlaklar ve kabarmalar.....	109
Şekil 4.10	Mermer plaklarda su ve ısı değişimleri etkisiyle oluşan sorunlar.....	110
Şekil 4.11	Isı etkisine karşı derz aralıklarının detaylandırılması .....	111
Şekil 4.12	Klinker plaklarda derz aralıklarının detaylandırılması .....	112
Şekil 4.13	Metal profiller arasında bırakılan dilatasyon aralığı .....	113
Şekil 4.14	Traverten plak yüzeyinde oluşan çiçeklenmeler .....	114
Şekil 4.15	Su etkisine karşı derz aralıklarının detaylandırılması .....	116
Şekil 4.16	Klinker plaklarda derz aralıklarının detaylandırılması .....	116
Şekil 4.17	Mermer plakta hava kirliliği etkisiyle oluşan siyahlaşmalar.....	119
Şekil 4.18	Beton kaplamalarda hava kirliliği etkisiyle oluşan kararma ve parçalanmalar .....	119
Şekil 4.19	Beton plakta oluşan yosunlaşmalar .....	123
Şekil 4.20	Gre mozaik kaplamada, yapının taşıyıcı sisteminde meydana gelen hareketlerden ve malzemelerin farklı çalışmasından dolayı oluşan çatlaklar.....	126
Şekil 4.21	Farklı boyutlardaki plakların yanyana kullanıldığı bir detay .....	133
Şekil 4.22	Hatalı detaylandırılmadan dolayı derz aralarında oluşan siyahlaşmalar .....	134
Şekil 4.23	Hatalı tasarımdan dolayı denizlik altındaki traverten kaplamada oluşan kirlilikler .....	134
Şekil 4.24	Yapay taş kaplı beton plakta balkon çıkması detayının hatalı yapılması sonucunda oluşan kirlilikler .....	135

## ÇİZELGE LİSTESİ

	Sayfa
Çizelge 3.1	Granitin renklerine göre çıkarıldıkları yerler .....26
Çizelge 3.2	Granitin kimyasal yapısı .....27
Çizelge 3.3	Granitin teknik özellikleri.....28
Çizelge 3.4	Mermerlerin renklerine göre çıkarıldıkları yerler .....37
Çizelge 3.5	Mermerin kimyasal yapısı .....38
Çizelge 3.6	Mermerin teknik özellikleri.....38
Çizelge 3.7	Kireçtaşının bileşiminde bulunan maddelerin % değerleri .....44
Çizelge 3.8	Kireçtaşının teknik özellikleri .....44
Çizelge 3.9	Bazı travertenlerin renklerine göre çıkarıldıkları yerler .....47
Çizelge 3.10	Travertenin kimyasal yapısı .....48
Çizelge 3.11	Travertenin teknik özellikleri .....48
Çizelge 3.12	Brüt betonun teknik özellikleri.....53
Çizelge 3.13	Yapay taş kaplı beton plakların teknik özellikleri.....56
Çizelge 3.14	Gre seramik plakların teknik özellikleri.....63
Çizelge 3.15	Gre mozaik plakların teknik özellikleri.....69
Çizelge 3.16	Renk ve dokularına göre klinker plak örnekleri .....71
Çizelge 3.17	Klinker plakların teknik özellikleri .....72
Çizelge 3.18	Kuvars esaslı kaplamaların teknik özellikleri .....75
Çizelge 3.19	Çimentolu yonganın teknik özellikleri .....81
Çizelge 4.1	Çeşitli malzemelerin ısı genleşme katsayıları .....87
Çizelge 4.2	Çeşitli malzemelerin birim hacim kütlelerine göre ısı iletkenlik katsayıları .....88
Çizelge 4.3	Çeşitli doğal ve yapay taş plaklarda ağırlıkça su emme değerleri.....89
Çizelge 4.4	Bazı doğal ve yapay taşlarda şişme ve büzülme değerleri .....90
Çizelge 4.5	Çeşitli malzemelerin buhar geçirimsizlik katsayıları .....92
Çizelge 4.6	Çeşitli renk ve malzemelerde yüzeysel emicilik katsayıları.....94
Çizelge 4.7	Yanmaz ve yanıcı malzemelerin sınıflandırılması .....96
Çizelge 4.8	Doğal ve yapay taş plak kaplamalarda teknik özelliklere bağlı sorunların değerlendirilme çizelgesi .....132

## ÖNSÖZ

Bu çalışma, dış cephelerde uygulanan doğal ve yapay taş plak kaplamalarda, plakların özelliklerine bağlı olarak ve her türlü olumsuz etmenin etkisiyle oluşan sorunları, oluşan sorunlara karşı alınabilecek önlemleri ortaya koymak ve bu bilgiler doğrultusunda aynı hataların tekrar edilmesini önlemek amacıyla hazırlanmıştır.

Çalışmada, dış duvar ve dış cephe kaplamaları hakkında genel bir bilgi verildikten sonra, doğal ve yapay taş plakların tanımları, gelişim süreçleri, üretimleri, teknik özellikleri ve plakları uygulama yöntemleri anlatılmıştır. Doğal ve yapay taş plakları olumsuz yönde etkileyen etmenler açıklanmış ve bu etmenler doğrultusunda oluşan sorunlar belirlenerek alınabilecek önlemler anlatılmaya çalışılmıştır.

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



## ÖZET

Duvar gövdelerinin korunmasını sağlayan dış cephe kaplamalarında, her türlü etmenin etkisi ile sorunlar oluşmaktadır. Dış cephelere uygulanan granit, mermer, kireçtaşı ve traverten gibi doğal taş plak, brüt beton, yapay taş kaplı beton, gre seramik, gre mozaik, klinker plaklar, kuvars esaslı plaklar ve çimentolu yonga plaklar gibi yapay taş plak kaplamalarda, çeşitli etmenlerin etkisiyle oluşan sorunlar ve sorunlara karşı alınabilecek önlemler incelenmiştir. Oluşan sorunların ortaya konulmasıyla, tasarımcılara ürün seçiminde ve detaylandırmada yardımcı olunması amaçlanmaktadır.

Çalışmada, ilk olarak dış duvar ve dış cephe kaplamaları tanımlanmıştır. Doğal ve yapay taş plak türleri bütün özellikleri ile anlatıldıktan sonra, bu plaklara etki eden etmenler, etmenler doğrultusunda oluşan sorunlar ve oluşacak sorunlara karşı alınabilecek önlemler açıklanmıştır.

Dış cephelere uygulanan doğal ve yapay taş plak kaplamalar, ısı, su ve nem, zararlı gazlar, güneş ışınları, katı zararlılar, yangın, yükler ve kuvvetler gibi olumsuz etmenlerin etkisi altında kalmaktadır. Ayrıca plakların kendi özellikleri, tasarımda, uygulamada ve kullanımda yapılan hatalar, plaklarda sorun oluşturan etmenler arasında yer almaktadır. Bu etmenlerin etkisiyle plaklarda, aşınma, kirlenme ve lekelenme, çiçeklenme, solma ve eskime, parçalanma, çatlama ve yerlerinden kopma gibi sorunlar oluşmaktadır. Plakların teknik özellikleri göz önüne alındığında, traverten, brüt beton ve yapay taş kaplı beton plaklarda daha çok sorun oluştuğu gözlenmektedir.

Doğal ve yapay taş plaklarda oluşacak sorunları önleyebilmek için; plaklara etki eden etmenler belirlenmeli, plak türü seçimi, detaylandırma ve uygulama bu etmenler doğrultusunda yapılmalıdır. Yapım sürecinde uygulamanın her aşaması yetkili kişilerce kontrol edilmeli ve yapı kullanıcılarının üzerilerine düşen görevleri tam olarak yerine getirmeleri gerekmektedir.

**Anahtar Kelimeler:** Dış duvar, plak kaplama, doğal ve yapay taş kaplama, cephe kaplamalarında sorunlar

## **ABSTRACT**

The problems are occurred due to the different factors on the external facade coatings which protect the wall structures. In this study, the problems which are formed by different factors on the natural stone plates as granite, marble, limestone, travertine, on the artificial stone plates as concrete, concrete with the artificial stone coating, kinds of ceramic, plate coating based on quartz, wood shavings with cement plate coatings and the measures which are taken towards to these factors were examined. The aim of this study is to help to architects for choosing the proper materials and planning for the detail of facade coatings.

The first, external wall and external facade coatings were defined. After the whole properties of natural and artificial stone plate coatings were explained, the factors which affect the plates, the problems are happened due to this factors and the measures which will be taken towards these problems were explained.

Natural and artificial stone plate coatings of external facade are affected by negative factors like heat, water and moisture, harmful gases, sun rays, solid detrimental, fire, power and force. Some properties of the plates and the problems which can be done when designing, applying and using the materials are these negative factors on the plates. Because of them, the problems on the plates are abrasion, pollution, efflorescence, discolouration, cracking and breaking. When technical properties of plates are considered, most of the problems are occurred on the travertine, concrete and concrete with the artificial stone coating.

In order to take measures for the problems which will be occurred on the natural and artificial stone plates, the factors should be determined. Choosing, designing the type of the plates and applications should be done according to this factors. Also during the each level of applications, the controls should be checked by the competent persons and the owner of building should do their duty.

**Keywords:** External wall, plate coating, natural and artificial stone coating, the problems on the facade coatings.

## 1. GİRİŞ

### 1.1 Problem

Üretildikleri andan itibaren her türlü etmenin etkisinde kalan yapılarda, bir süre sonra sorunlar oluşmaya başlamaktadır. Yapılarda oluşan sorunların çoğu, dış etkilere açık olan yapı kabuğunda meydana gelmektedir. Yapının kabuğunu oluşturan yapı elemanları arasında en önemli olanı dış duvarlardır. Alan bakımından da diğer yapı elemanlarına göre fazla olan dış duvarlar, kendisine etki eden etmenlere, dış kaplamaları ile karşı koyar.

Dış duvar cephe kaplamaları; karıştırılarak hazırlanan kaplamalar (sıva, boya vb.), blok kaplamalar, plak kaplamalar ve levha kaplamalar olarak gruplandırılabilir. Dış cephe kaplamalarında, ısı, su ve nem, zararlı gazlar ve radyasyon gibi atmosferik etmenlerden, katı zararlılardan, yangından, rüzgar ve deprem hareketlerinden dolayı sorunlar oluşmaktadır. Aynı zamanda kalitesiz ürün kullanımı, hatalı detaylandırma, kalitesiz işçilik, kullanımdaki ve bakımdaki hatalı uygulamalar vb. etmenler de cephe kaplamalarına olumsuz etki etmekte ve dış duvarın kalitesini düşürmektedir.

Dış duvar gövdesini koruyan ve bu koruma sonucunda da olumsuz etmenlerden etkilenen dış cephe kaplamalarından biri de, dış duvara çeşitli yöntemlerle uygulanan plak kaplamalardır.

Dış cephe plak kaplamalarının bir kısmını doğal taş ve yapay taş plaklar oluşturmaktadır. Dış etkiler ve projede, uygulamada ve kullanımda yapılan hatalar, hem doğal ve yapay taş plakların kendilerinde, hem de plakları duvara bağlayan harçlar, çeşitli yapıştırıcılar ve ankraj parçaları gibi taşıyıcılarda sorun oluşturmaktadır. Dış kaplama bütünü içinde, bir plakta oluşan sorun tüm kaplamayı etkilemektedir. Kaplama bütününde oluşan sorun, dış duvarları etkileyerek yapı bütününde sorunların meydana gelmesine neden olacaktır.

Bu çalışmada, doğal ve yapay taş plak kaplamalarda oluşan sorunların bilinmemesi ve bu nedenle yapılan uygulamalarda aynı hataların tekrarlanması problem olarak tanımlanmıştır.

### 1.2 Amaç

Teknolojinin gelişmesiyle yapı sektöründeki ürünlerin sayısı artmaktadır. Ürün seçeneklerinin artması ile tasarımcılar, ürün seçiminde doğru kararları vermekte zorlanmaktadır.

Hatalı seçilen ürünler, beklenen dayanımı gösteremeyerek kısa sürede bozulabilmektedir.

Bu çalışmada, dış cephe doğal ve yapay taş plak kaplamalarında çeşitli etmenlerin etkisiyle oluşan sorunların, sorunları oluşturan kaynakların ve oluşacak sorunlara karşı alınabilecek önlemlerin ortaya çıkarılması amaçlanmaktadır. Kaplama plaklarının özelliğine ve plaklara etki eden etmenin türüne göre oluşan sorunlar irdelenerek ürün performansının en yüksek düzeye çıkarılması istenmektedir. Aynı zamanda bu çalışmanın amacı, ürün seçiminde tasarımcılara yardımcı olmaktır.

### **1.3 Kapsam**

Çok çeşitli seçeneklerin bulunduğu yapı ürünleri sektöründe, teknoloji ile birlikte ürün seçenek sayısının arttığı bilinmektedir. Bu çalışma, dış cephede çeşitli yöntemler ile uygulanan doğal taş ve yapay taş plak kaplamalarda oluşan sorunların incelenmesi ile sınırlandırılmış, panel duvar olarak kullanılan cephe kaplamalarına değinilmemiştir. Kaplamaların opak bölgelerinde oluşan sorunlar incelenmiş, duvar boşluğu-plak ayrıntılarına girilmemiştir.

### **1.4 Yöntem**

Bu çalışmada ilk olarak dış cephe plak kaplamaları ile ilgili geniş kapsamlı kaynak araştırması yapılmıştır. Bu araştırmaya ek olarak, doğal ve yapay taş plak türlerinin saptanması için, yapı katalogları, firma katalogları ve konu ile ilgili internet sayfaları incelenmiştir.

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

İkinci bölümde, yapı dış duvarı, dış duvarın katmanları, dış cephe kaplamaları ve türleri ayrıntıya inilmeden kısaca anlatılmıştır.

Üçüncü bölümde, dış cephelerde uygulanan doğal ve yapay taş plak kaplamaların tanımı yapılmış, plakları uygulama yöntemleri bir arada verilmiş, plak kaplamalar sınıflandırılmış ve plak türleri bütün özellikleri ile anlatılmıştır.

Dördüncü bölümde, doğal ve yapay taş plak kaplamalarda sorunları oluşturan etmenler açıklanmış, bu etmenlere bağlı olarak oluşan sorunlar ve oluşacak sorunlara karşı alınabilecek önlemler belirlenmiştir.

Beşinci bölümde ise, konu ile ilgili değerlendirmeler yapılmıştır.



## 2. DIŞ DUVAR ve DIŞ CEPHE KAPLAMALARI

Yapı içini her türlü zararlı etkilere karşı koruyan dış duvarlar, yapı için önemli elemanlardan biridir. Dış duvarların dayanımlı olması, yapı ömrünün uzamasını sağlayan etkenler arasındadır. Dayanımlı dış duvar, duvarların üzerilerine gelen her türlü etkiye karşı korunması ile gerçekleşir. Bu koruma, duvar ile uyum sağlayacak nitelikte seçilmiş bir kaplama ile sağlanır.

Dış kaplama ile duvarın diğer katmanları arasında sürekli bir etkileşim vardır. Bu etkileŐimden birçok sorun oluşabilir. Duvar için zararlı olan bu sorunların oluşmaması için de kaplama ile duvar malzemelerinin, nitelikleri belirli ve karŐılıklı uyum içinde olması sağlanmalıdır.

### 2.1 Dış duvar

Yapı kabuğunun önemli bir parçası olan dış duvarlar, yapının tanımlanmasını sağlayan, iç ortam ile dış ortamı birbirinden ayıran, yapı kabuğunda yüzey alanı olarak en fazla orana sahip olan yapı elemanıdır. Dış etkilere açık olan yapı kabuğu içinde, yapının dış etmenlerden en fazla etkilenen bölümüdür.

Dış duvarın karşılaması gereken görevler çok çeŐitlidir. Bu görevler (Koçu, 1995);

- Taşıyıcılık açısından üzerine gelen yükleri taŐıyabilmeli
- Koruyuculuk görevini yerine getirebilmeli
- Dayanımlı ve ekonomik olmalı
- Estetik değerlere cevap verebilmeli

İkinci Dünya Savaşı'na kadar, yapıların daha çok yığma olması duvarların oldukça kalın yapılmasını gerektiriyordu. Bu duvarlar yeterince ısı tutuculuk sağladığı gibi önemli oranda ısı biriktirerek, bina içinde sıcaklık dalgalanmalarını da önlüyordu. İkinci Dünya SavaŐından sonra betonarme yapılar geliŐti ve dış duvarlar inceltilerek yeni yapı malzemeleri duvarda yer almaya başladı (Gürdal, 1986).

Dış duvarların en önemli koruma iŐlemlerinden biri, bina içinde yaŐayanları atmosferik olaylardan, sıcak ve soğuktan korumak ve bina içinde sabit bir sıcaklığın sürmesini

sağlamaktır. Ancak dış duvar kesitlerinin incelenmesi bir yandan koruma işlemlerinin aksamasına yol açmış, bir yandan da duvarda, ısı, su ve nem gibi etmenlerden dolayı yapı fiziği sorunlarının oluşmaya başlamasına neden olmuştur. Oluşan sorunlar da, dış duvarın niteliğini bozarak karşılaması gereken görevleri yerine getirememesine yol açmıştır.

Dış duvarların kusurlu olması;

- Yapı bütününe bozulmasına ve çeşitli nitelikte sorunların oluşmasına
- Yapının kullanımı süresince enerji tüketimi artımına
- Yapıyı kullananların sağlıklarının etkilenmesine
- Estetik çevre kirliliği oluşturulmasına
- Onarımları için malzeme ve iş gücü harcanmasına

Dış duvar kendisini içten ve dıştan etkileyen tüm etkilere karşı, kendisini oluşturan katmanların tümünün niteliklerinden oluşan ortak bir davranış ortaya koyar (Kafescioğlu, 1984). Duvarda sorun oluşmaması için, her katman üstüne düşen görevi yerine getirecek şekilde duvar kesiti içindeki yerini almalıdır.

## **2.2 Dış duvarın katmanları**

Dış duvarın, üzerine düşen görevleri tam olarak yerine getirebilmesi için, dıştan ve içten gelen etmenlere karşı öncelikle kendi gövdesinin korunması gerekir. Bu koruma da içerden yapılan iç kaplama ve dışardan yapılan dış kaplama ile sağlanır. Dış duvar, bütün bileşenleri ve onların nitelikleri ile yapı kabuğu içindeki yerini alır.

Bazı durumlarda dış duvarda, ana katmanlarının dışında, birtakım etmenlere karşı özel olarak hazırlanan ve uygulanan katmanlarda bulunabilmektedir. Isı kaybını önleyen ısı yalıtım katmanı, yağış ve su buharı difüzyonuna karşı buhar kesici katmanlar, ısı depolayıcı vb. katmanlar dış duvarın ana katmanları ile birlikte duvar kesiti içindeki yerlerini alır. Bu katmanların uygulanmasında önemli olan, katmanların kesit içindeki yerlerinin doğru şekilde belirlenmesidir. Hatalı bir uygulama, malzemenin performansını düşürmesinin yanında uygulandığı duvarda da sorun oluşmasına neden olur.

Günümüzde yeni yapı malzemelerinin üretilmesi ile çok katmanlı dış duvar uygulamalarının dışında tek katmanlı duvar uygulamaları da yapılabilmektedir. Böyle duvarlarda kullanılan

malzeme, normal bir dış duvarın niteliklerinin tümünü üstünde taşıyan nitelikte bir malzeme olmalıdır. Ancak tek katmanlı duvarlarda oluşan sorunlar ve aksaklıklar önlenemez.

Dış duvarlar özel durumlar dışında genellikle üç ana katmandan oluşmaktadır. Bu katmanlar;

- İç kaplama
- Duvar gövdesi
- Dış kaplama

Oluşturulan duvar kompozisyonunda, duvarın gövdesi çeşitli nedenlerle önceden belirlenmiş ise buna uygun bir dış kaplama seçilecek ya da öncelikle karakteri belirli bir dış kaplama seçilmiş ise bununla uyum sağlayacak nitelikte bir gövde oluşturulacaktır. Nitelikleri bilinmeyen herhangi bir kaplamayı, herhangi bir duvar yüzeyine kaplayarak başarıya ulaşmak olasılığı yoktur (Kafesçioğlu, 1984).

Dış duvarı oluşturan her bileşenin, bulunduğu konuma göre, yerine getirmesi gereken belirli görevleri vardır. Bu görevlerin birindeki en ufak eksiklik ve yetersizlik bütün dış duvarın niteliğini bozacaktır. İstenilen amaçların elde edilebilmesi için bu görevlerin önceden belirlenip, malzemenin bu doğrultuda seçilmesi gerekir. Her bileşenin niteliklerinin toplamı da dış duvarın niteliğini ortaya koyar.

### **2.2.1 İç kaplama ve görevleri**

İç kaplamalar, yapının işlevine bağlı olarak seçilen, duvar gövdesini korumasının yanında estetik amaçlı olarak da kullanılan kaplamalardır. Yapı içinde kullanılan mekanın görsel ve iklimsel konfor şartlarını sağlayabilecek niteliklerde olmalıdır.

İç kaplamanın yerine getirmesi gereken görevleri;

- İç mekanın işlevlerine uygun olmak
- Kolaylıkla temizlenebilmek
- Yerine göre darbelere ve çarpmalara karşı dayanıklı olmak
- Onarımı kolay ve onarım maliyeti düşük olmak
- Yangına karşı dayanımlı olmak

### 2.2.2 Duvar gövdesi ve görevleri

Duvar gövdesi dış duvar katmanları içinde en önemli olan katmandır. Dış duvarda oluşan sorunlardan kalıcı sorunlar, bu katmanda meydana gelir ve onarımı oldukça zordur. Gövde için malzeme seçimi tasarımın başında yapılmalıdır. Her türlü gereksinmeye bağlı olarak nitelikler belirlenir ve bu nitelikleri karşılayan en iyi malzeme seçilir. Malzeme seçeneklerinin oluşturulması ve bu seçenekler arasından en iyi malzemenin seçilmesi, malzemelerin bütün özelliklerinin bilinmesi ile olanaklıdır.

Duvar gövdesinin yerine getirmesi gereken görevleri;

- Yapı içi ile dış ortamı ayırmak
- Üzerine gelen yükleri taşıyabilmek
- Isı kayıplarını önlemek ve ısı biriktirici olmak
- Yangına karşı dayanımlı olmak
- Dış gürültülere karşı ses yalıtımı sağlamaktır.

### 2.2.3 Dış kaplama ve görevleri

Üretildikleri andan itibaren ısı, su ve nem, zararlı gazlar, hava kirliliği vb. etmenlerin etkisi altında kalan yapılarda belli bir süre geçtikten sonra sorunlar oluşmaya başlamaktadır. Yapı bütünü içinde meydana gelen sorunların önemli bir kısmı dış duvarların bu etmenlere açık olan dış yüzeylerinde oluşmaktadır.

Dış duvarın karşılaması gereken görevleri tam olarak yerine getirebilmesi için ilk önce kendisinin korunması gerekmektedir. Bu koruma da kurallara uyularak gerçekleştirilmiş, başarılı bir dış kaplama ile gerçekleşir.

Teknolojinin gelişmesiyle değişen yapı sistemleri ile üretilen yapılarda kalın duvarlar yerini ince duvarlara bırakmıştır. İnce duvarlarda sorunların daha hızlı bir şekilde ortaya çıkacağı göz önüne alınırsa, sorunların önemli bir bölümünü yaratan dış etmenlere doğrudan açık olan dış kaplamanın önemi de ortaya çıkacaktır.

Binanın çevre içindeki yerini belirleyen, kirlenmeden ve niteliklerini kaybetmeden binanın ayakta kaldığı süre boyunca bütün görevlerini yerine getiren bir dış kaplama başarılı olur.

Dış kaplamanın yerine getirmesi gereken görevleri;

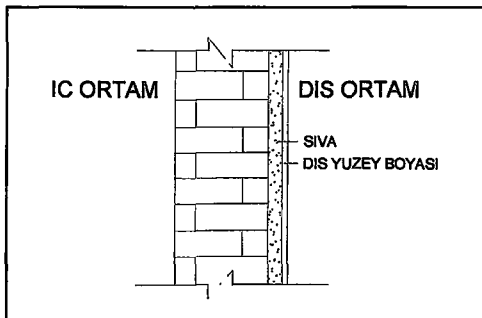
- Duvar gövdesini korumak
- Sıcaklık değişimlerinde genleşmemek ve bozulmamak
- Isı alışverişi yapmamak
- Yağmur sularını üzerinde tutmamak ve içeriye sızdırmamak
- Zararlı gazlar ve asitlerden etkilenmemek
- Zararlı güneş ışınlarından etkilenmemek
- Yangına karşı dayanımlı olmak
- Zarar verici toz, bitki ve mikroorganizmalardan etkilenmemek
- Yatay kuvvetlere (rüzgar, deprem) karşı dayanımlı olmak
- Kolaylıkla temizlenebilmek
- Onarımı kolay ve onarım maliyeti düşük olmak

### 2.3 Dış cephe kaplamaları

Günümüzde dış cephe kaplama malzemesi seçenekleri oldukça fazladır. Bu malzemeler çeşitli şekillerde sınıflandırılabilir (Tüz, 1996).

- Karıştırılarak hazırlanan kaplamalar
- Blok kaplamalar
- Plak kaplamalar
- Levha kaplamalar

**Karıştırılarak hazırlanan kaplamalar:** Karışım halinde hazırlanan malzemeler, dış duvar yüzeyine sürülerek ya da püskürtülerek uygulanır. Çimento ya da plastik esaslı bağlayıcılarla hazırlanan sıvalar ve dış yüzey boya bu gruba girmektedir.



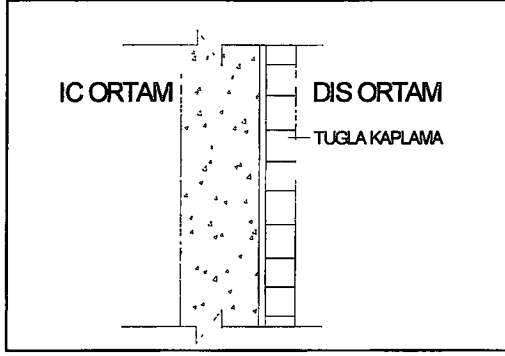
KESİT



SIVA + DIŞ YÜZEY BOYALI CEPHE

Şekil 2.1 Karıştırılarak hazırlanan kaplama kesiti ve uygulanmış örneği

**Blok kaplamalar:** Kalınlığı fazla olan doğal taş ve tuğla kaplamalar blok kaplamalar grubundandır. Daha çok yığma yapılarda uygulanmaktadır (Tüz, 1996). Ağırlıklarının fazla olması nedeniyle betonarme bina cephelerinde, kendi taşıyıcı konstrüksiyonları oluşturularak uygulanır.

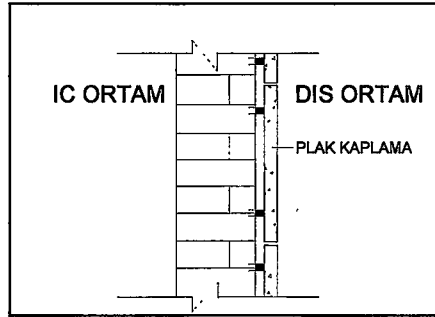


KESİT

BLOK KAPLAMA UYGULANAN CEPHE  
(Yapı Merkezi Prefabrikasyon A.Ş., 2002)

Şekil 2.2 Blok kaplama kesiti ve uygulanmış örneği

**Plak kaplamalar:** Plak kaplamalar, yığma, betonarme ve çelik sistem bina cephelerinde çeşitli yöntemlerle uygulanabilen, doğal ve yapay taş ürünlerle oluşturulan dış cephe kaplamalarıdır.



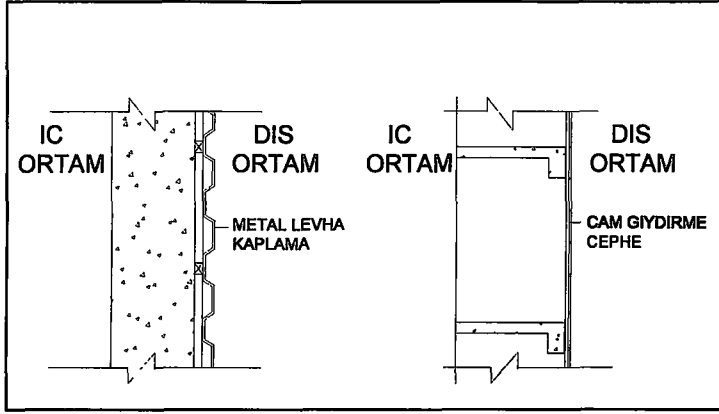
KESİT



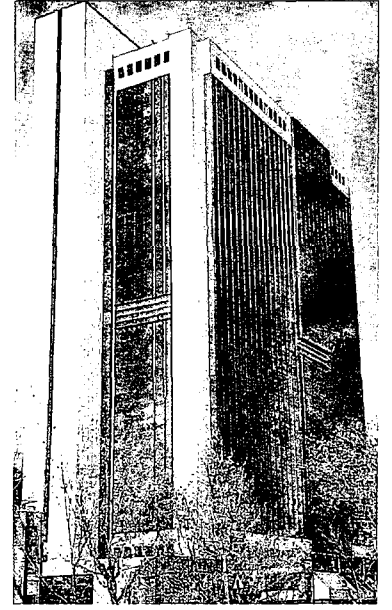
PLAK KAPLAMALI CEPHE [12]

Şekil 2.3. Plak kaplama kesiti ve uygulanmış örneği

**Levha kaplamalar:** Kalınlığı az olan metal, plastik, cam gibi malzemelerden oluşturulan kaplamalardır. Yapı cephesini bir kılıf gibi sararlar. Duvara uygulanmaları için duvar yüzeyinde mutlaka metal ya da ahşap bir taşıyıcı konstrüksiyonun bulunması gerekir.



KESİTLER

GIYDIRME CEPHELİ YAPI  
(Aksoy Alüminyum, 1997)

Şekil 2.4 Levha kaplama kesitleri ve uygulanmış örneği

### **3. DIŞ CEPHELERDE UYGULANAN DOĞAL ve YAPAY TAŞ PLAK KAPLAMALAR**

Dış cephne kaplama őrnrleri olarak, çeşitli seçenekleri bulunan inşaat őrnrleri sektőrnde belli bir payı da plak kaplamalar oluşturmaktadır.

#### **3.1 Doğal ve yapay taş plak kaplamaların tanımı**

İncelenen plak kaplamalar, yığma, betonarme ve elik sistem bina cephelerinde çeŐitli yšnntemlerle uygulanabilen, doğal ve yapay taŐ őrnrlerle oluŐturulan dıŐ cephne kaplamalarıdır. Uygulandıkları dıŐ yŐzeyi korumalarının yanında binaya kimlik kazandırırılar. Gšnnmőzde doğal ve yapay taŐ plak kaplamalar, őzellikle sismik bōlgelerde yapılan uygulamalar da içinde olmak őrere yŐksek yapılarda yaygınlık kazanmaya baŐlamıŐtır. Bu kaplamalar çağımız yapılarına hafif ve doğal bir gōrőntő de vermektedir.

Cephede dış etkilere karşı açık olan doğal ve yapay taş plaklarda, zamanla sorunların ortaya ıkkmaması için uygulamaların özenli bir Şekilde yapılması gerekir.

Genellikle taŐıyıcı sisteme tespit geçme ya da metal parçalarla uygulanan kaplamalarda çođu kez modőler bir koordinasyon gerekli olmaktadır. Plakların yan yana getirilmesindeki detay özőmlerinin çok őzenli ve bilgili bir Őekilde yapılması gerekir. Duvar yŐzeyine harçla tespit edilen ve geleneksel yapı sistemine yšnnelik bir kullanım alanı olan kaplamaların uygulamalarının daha őzenli yapılması gerekir. Bu tőr kaplamalar, derzlerin geçirimli oluŐu, ısı genleŐmelerini karŐılayamamaları, harcın nitelikli olmaması ve duvar iç kesitinde buhar akımını engelleyecek tabakaların yer almaması halinde çeŐitli yapı sorunlarına yol açabilecek bir őneme sahiptir (Eriç, 1986).

#### **3.2 Dođal ve yapay taŐ plak kaplamaları uygulama yšnntemleri**

Plak kaplamaların duvar dıŐ yŐzeylerine uygulanmasında çeŐitli yšnntemler bulunmaktadır. Kaplamanın sağlıklı olabilmesi için her őrnrnőn tőrüne gōre uygun yšnntem seçilmeli ve gerekli koŐullar eksiksiz olarak yerine getirilerek uygulama yapılmalıdır. Plakların duvara uygulanmasından őnce duvar yŐzeyinin yatay ve dőŐey olarak dőzgőnlőđő kontrol edilmelidir.

Duvar her tür artıktan temizlenmiş, oturmuş, kurumuş ve temelden duvara yürüyebilecek nem etkisinden de yeterince korunmuş olmalıdır (Çelebi, 1994).

Plakları uygulama yöntemleri;

**A. Yapıştırma yöntemleri**

**A.a** Yapıştırıcı ile uygulama yöntemi

**A.b** Harç ile uygulama yöntemi

**B. Ankrajlı yöntemler**

**B.a** Harçlı-kenetli yöntem

**B.b** Kancalı yöntem

**B.c** Profilli klipsli yöntem

**B.d** Profilli-gizli yöntem

**B.e** Profillere yapıştırma yöntemi

**B.f** Vidalama yöntemi

**A. Yapıştırma yöntemleri**

Yapıştırma yöntemlerinde plaklar, arka yüzeylerine sürülen harç ya da plağın türüne göre özel olarak hazırlanmış yapıştırıcılar ile duvara bağlanır. Yapıştırma yöntemleri ankrajlı yöntemlere göre daha ekonomiktir. Ancak bu yöntemlerde yalıtım sorunları ve diğer etkilerden oluşan sorunlar daha fazla oranda ortaya çıkmaktadır.

**A.a Yapıştırıcı ile uygulama yöntemi:** Bu sistemde plaklar duvar yüzeyine kimyasal yapıştırıcılar ile yapıştırılır. Kullanılacak olan yapıştırıcı türü, binanın yüksekliğine, kaplanacak yüzeyin durumuna, plakların boyutuna ve türüne göre değişir. Plakların dayanımı açısından uygun yapıştırıcının seçilmesi ve kullanılması çok önemlidir. Genellikle yüksek basınç, ısı ve nem gerilmelerine maruz kalacak ortamlarda elastikliği ve yapıştırıcılığı yüksek olan organik yapıştırıcılar kullanılır.

Örnek olarak; gre seramik plakların yapıştırılması işleminde çimento ya da reçine esaslı gre seramik dikey yüzey yapıştırıcıları kullanılır. Yüksekliği 12 m.den az olan yapılarda çimento esaslı yapıştırıcı, 12 m.den yüksek yapılarda katkı (latex) katılmış çimento esaslı yapıştırıcı kullanılmaktadır. Kuvars esaslı plakların uygulanmasında organik yapıştırıcı olarak Henkel-Thomrit P-625 ve Mapei-Keralastic kullanılabilir.

Uygulamada ilk olarak duvar yüzeyindeki yağ, toz, çimento kalıntıları su ile temizlenmeli ve derin çatlak ve oyuklar kapatılmalıdır. Daha sonra plağın türüne göre seçilen yapıştırıcı, hem plağın arkasına hem de duvar yüzeyine sürülür ve plak duvara yapıştırılır. İyi bir yapışma için lastik çekiç yardımıyla kuvvet uygulanarak plak arkasında kalan hava dışarı atılmalıdır (Şekil 3.1). Boyutları 30x30 cm. den büyük plak uygulamalarında vantuz kullanılması önerilir. Uygulamadan sonra katılma başlangıcı ve sertleşme süreci ortamın sıcaklığına bağlıdır. Yüksek sıcaklıklarda süre kısa, düşük sıcaklıklarda ise bu süre daha uzundur.

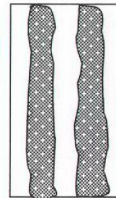
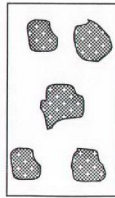
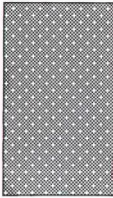


Şekil 3.1 Yapıştırıcı ile uygulama yöntemi (Weber, 2001)

**A.b Harç ile uygulama yöntemi:** Bu sistemde plaklar duvar yüzeyine bir harç tabakasıyla yapıştırılır. Yapıştırma işleminden önce duvar yüzeyine, plakların duvara daha iyi bağlanabilmesi için pürüzlü bir kaba sıva yapılması gerekir. Daha sonra kaplamalar çimento bakımından zengin bir harçla duvara yapıştırılır.

Harçlı uygulamada üç değişik yöntem kullanılmaktadır (Çorapçioğlu, 1995).

- **Tümü harçlı yöntem:** Plak, tüm yüzeyine serilen bir harç tabakası ile yapıştırılır.
- **Noktasal harçlı yöntem:** Harç, plak yüzeyinde belirli noktalara yerleştirilerek plağın bu noktalardan yapışması sağlanır.
- **Çizgisel harçlı yöntem:** Harç, plak yüzeyine şeritler halinde serilerek plağın bu şeritler boyunca yapışması sağlanır.



Şekil 3.2 Tümü harçlı, noktasal ve çizgisel harçlı plak uygulamaları (Çorapçioğlu, 1995)

## B. Ankrajlı yöntemler

Bu sistemde plaklar, duvara ara elemanlar aracılığıyla bağlanır. Duvara metal profillerle bağlanan granit plaklar Şekil 3.3'de görülmektedir.

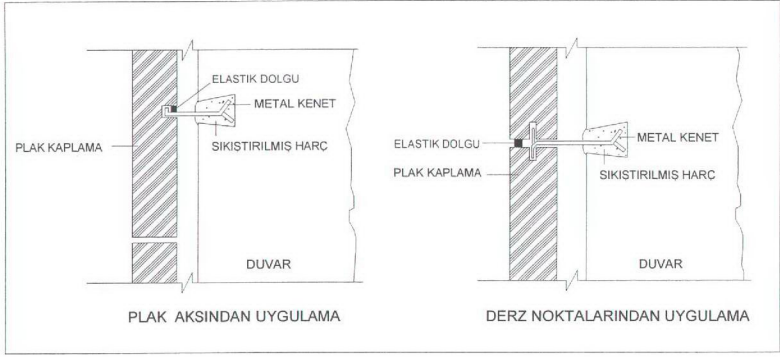


Şekil 3.3 Ankrajlı yöntemlerle uygulanan granit cephe kaplaması

Ankrajlı yöntemlerle uygulanan sistemlerin yapıştırma yöntemlerine göre avantajları vardır. Ankrajlı yöntemlerde cephe ile kaplama arasında kalan boşluktan dolayı doğal ısı yalıtımı sağlanmış olmaktadır. Bazı durumlarda bu boşluk yalıtım ürünleri için de kullanılabilir. Ayrıca bu yöntemlerin bir özelliği de, herhangi bir onarım durumunda diğer plaklara zarar vermeden sökülme ve onarım olanağı vermesidir (Sansoy ve Sezgin, 1995).

Ankrajlı yöntemler; harçlı-kenetli yöntem, kancalı yöntem, profilli klipsli yöntem, profilli gizli yöntem, profillere yapıştırma yöntemi ve vidalama yöntemlerinden oluşmaktadır.

**B.a Harçlı-kenetli yöntem:** Duvarda ve kaplama plağında açılan kanallara bağlayıcı metal kenet yerleştirildikten sonra duvardaki kanala harç doldurularak montaj yapılmasıdır (Şekil 3.4). Harçlı-kenetli yöntem, ankrajlı yöntem uygulamalarından biri olan kancalı yöntemin basit bir şeklidir. Harçlı-kenetli yöntemde kullanılan metal kenetlerin yerini, kancalı yöntemde taşıyıcı ve tutucu kancalar almıştır.



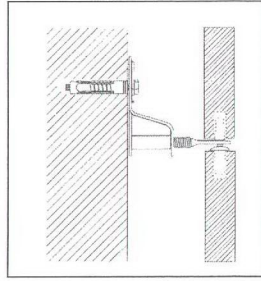
Şekil 3.4 Harçlı-kenetli uygulama yöntemleri

**B.b Kancalı yöntem:** Bu yöntemde her yöne rahatlıkla ayarlanabilen ve kanca olarak isimlendirilen parçalar kullanılmaktadır. Kancalar duvara harçla ya da dübelle monte edilir ve yüksek taşıma gücüne sahiptir. Kaplama plakları kancalara asılarak duvara bağlanır. Kancalı yöntem hızlı montaj imkanı sağlar.

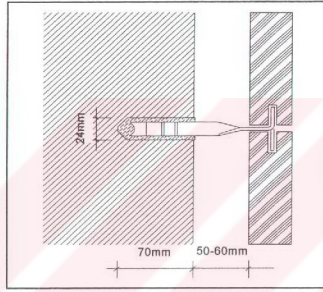
Kancalar, çalışma şekli açısından taşıyıcı kanca ve tutucu kanca olmak üzere iki gruba ayrılabilir. Taşıyıcı kancalar, plakların kendi ağırlığından gelen yükleri ve yatay olarak gelen rüzgar yüklerini karşılayacak biçimde tasarlanmışlardır. Tutucu kancalar ise, taşıma kapasitesine sahip olsalar da öncelikle yatay rüzgar yükünü karşılamak için tasarlanmış kancalardır.

Kancaların, özel uygulamalar için üretilenlerinin dışında SD, L, Z ve HD gibi çeşitli tipleri vardır. Bu kancaların seçilmesinde birçok etken rol oynar. Bunların en önemlisi yapı duvarının özellikleridir.

Kaplanacak olan yüzey, taşıyıcı özelliklere sahip ise; dübelli sistemlerle uygulanan L, Z, HD tipi kancalar kullanılır (Şekil 3.5). Bu tür kancalar dübelle bağlandıkları için duvarda açılan deliklerin çapı küçüktür ve kancalar donatıya zarar vermez. Kaplanacak olan yüzey, taşıyıcı özelliklere sahip değilse; yüzeye harç ile bağlanan SD tipi kanca kullanılır (Mumyaymaz, 1999). Bu kanca, taşıyıcı özelliği olmayan yüzeylere açılacak 24mm. çapında ve yaklaşık 70mm. derinliğinde deliklere harç ile monte edilir (Şekil 3.6).

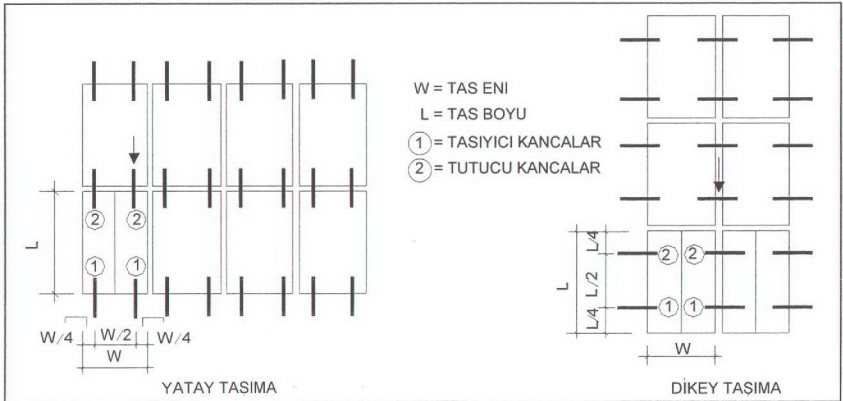


Şekil 3.5 Dübelli kanca ile uygulanmış sistem kesiti (Çimentaş kataloğu)



Şekil 3.6 Kancanın harç ile uygulandığı sistem kesiti

Plakların alt ve üst kenarlardan montajı (yatay taşıma) ya da yanlardan montajı (dikey taşıma) mümkündür (Şekil 3.7).



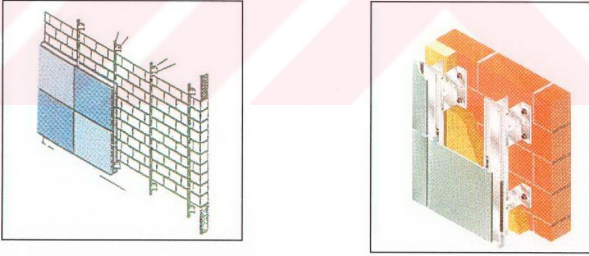
Şekil 3.7 Plakların yatay ve dikey taşıma şekilleri (Mumyaymaz, 1999)

Alttan ve üstten montajda (yatay taşıma), alttaki ankrajların herbiri altında olduğu plağın düşey yükünün yarısını ve üstünde olduğu plağın yatay yükünün (emme ve basınç rüzgar yükü) yarısını alır. Ankraj elemanı üstteki plağın ağırlığını taşıırken alttaki plağı da tutar.

Yanlardan montajda (dikey taşıma), plak yükü alttaki ve üstteki ankrajlar arasında eşit olarak dağılımaz. Bunun olabilmesi için ankraj aralıklarının çok hassas olması gerekir. Pratikte bu mümkün olmadığından statik hesaplarda sadece alttaki ankrajların yükü taşıdığı varsayılır. Sonuçta yatay taşımaya göre, dikey taşıma da aynı miktarda ankraj kullanıldığı halde taşıma kapasitesi düşer (Mumyalmaz, 1999).

Zorunlu olmadıkça yanlardan montaj (dikey taşıma) yapılmamalıdır. Bu taşıma şekli alttan ve üstten montajın yapılamadığı durumlarda uygulanmalıdır. Çünkü yan kenarlardan yapılan uygulamada taşıma kapasitesi, alttan ve üstten yapılan uygulamalara göre daha düşüktür.

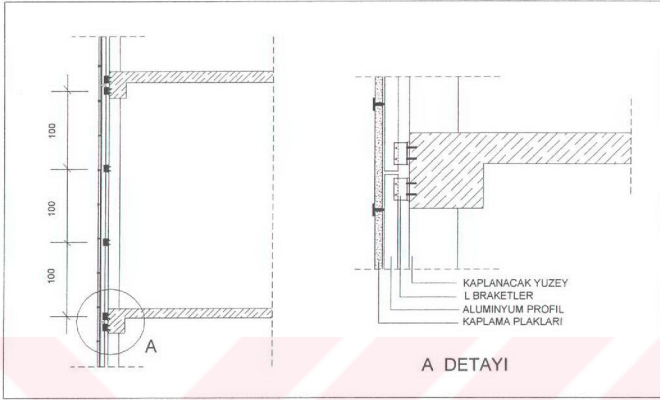
**B.c Profilli klipsli yöntem:** Bu yöntem kaplanacak olan yüzeyin taşıyıcı özelliğinin olmadığı durumlarda uygulanır. Uygulamada “L” braketler ve askı profilleri kullanılır. Çelik dübel ya da sıvı dolgu ile binaya monte edilen tutucu braket üzerine alüminyum profil monte edilir. Bu montaj sırasında perçin ya da civata kullanılır (Şekil 3.10). Askı profillerine monte edilen ankraj gövdeleri aracılığı ile de plaklar taşınır (Şekil 3.8).



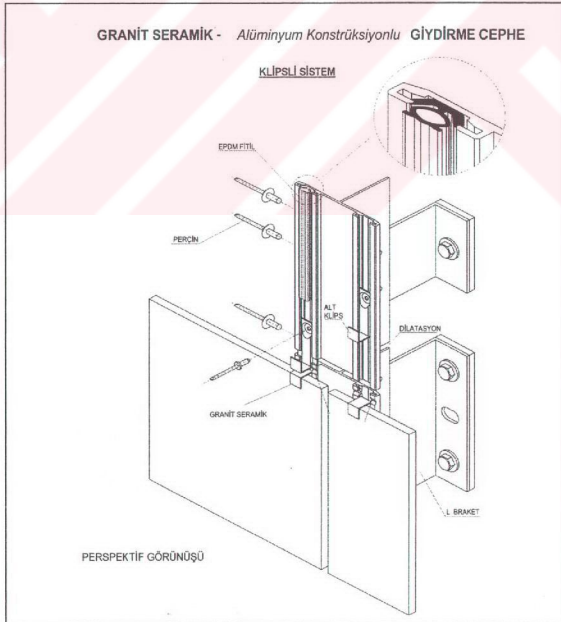
Şekil 3.8 Profilli klipsli yöntem (Çimentaş kataloğu; Eczacıbaşı, 2002)

Duvara monte edilen L braketlerin arası düşeyde en fazla 150 cm.dir. Kullanılacak olan yüzeydeki rüzgar kuvvetine göre bu aralık azaltılabilir (Şekil 3.9). Braketlerin sıklığı rüzgar kuvveti ve cephe kaplama plaklarının özelliklerine göre fazlalaştırılabilir (Büyükdede, 1999). Braketlere takılan profillerin boyutu, uygulandığı binanın kat yüksekliğine bağlı olarak değişmektedir. Zemin katlarda kat yüksekliğinin fazla olduğu durumlarda ve değişik kat

yüksekliklerinde farklı boyutlarda profiller kullanılabilmektedir. Düşey profillerin sıklığı ise, plak boyutuna bağlı olarak belirlenir.

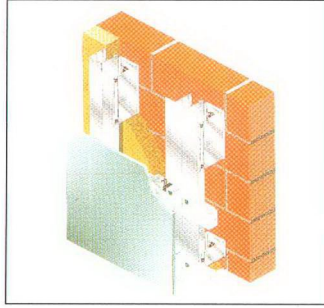


Şekil 3.9 Profilli-klipsli yöntem uygulanan bina kesiti



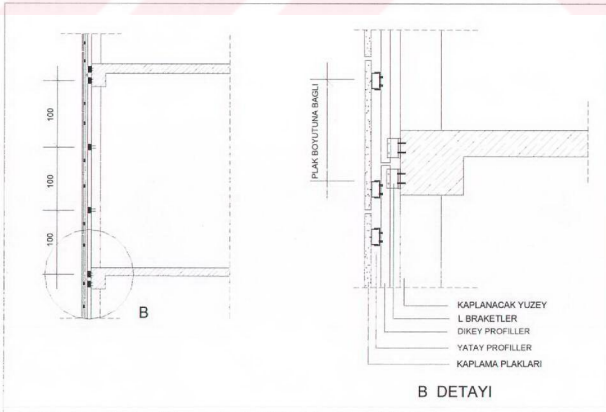
Şekil 3.10 Yatay taşınan profilli-klipsli yöntem detayı (Oğuzoğlu, 2002)

**B.d Profilli-gizli yöntem:** Profilli klipsli yöntem ile aralarında büyük fark olmamakla birlikte bu yöntemde dikey profillere yatay profiller tutturulur (Şekil 3.11).



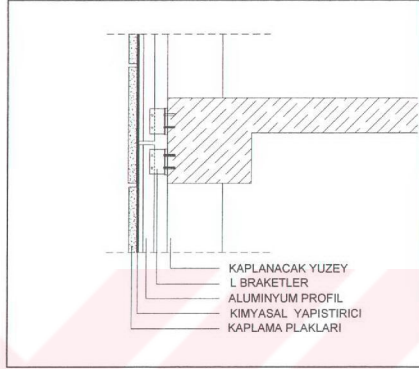
Şekil 3.11 Profilli-gizli yöntem (Eczacıbaşı, 2002)

Burada önemli olan plak boyutu ve rüzgar kuvvetine göre profillerin sıklıklarının belirlenmesidir. Rüzgar yükü gözönüne alınarak dikey ve yatay profillerde aralık plak boyutuna göre belirlenir (Şekil 3.12). Yatay ve dikey profiller birbirlerine dik olarak bağlanır. Dikey profillerin birleşme yerlerinde 1 cm. genişleme mesafesi bırakılarak profiller braketlere bağlanır. Plakların arka yüzeylerine özel kanal açma makineleri ile kıvrangıç kuyruğu yuvalar açılarak dört adet klips ve dübel arkadan plağa tutturulur. En alt plaktan başlamak üzere klips ya da dübelleri takılmış olan plaklar yatay profillere monte edilir (Büyükdede, 1999).



Şekil 3.12 Profilli-gizli yöntem detayı

**B.e Profilere yapıştırma yöntemi:** Bu yöntem ile yapılan uygulamalarda plakları taşıyan profiller görünmez. Alt yapıyı oluşturan profil yüzeyleri plakların boyutları ile doğru orantılı olarak büyür. 50x100 ve 50x200 gibi T ve L profiller kullanılır. Cepheye L braketlerle bağlanır. Plaklar bu profillere poliüretanlı kimyasal yapıştırıcılar ile yapıştırılır (Şekil 3.13).



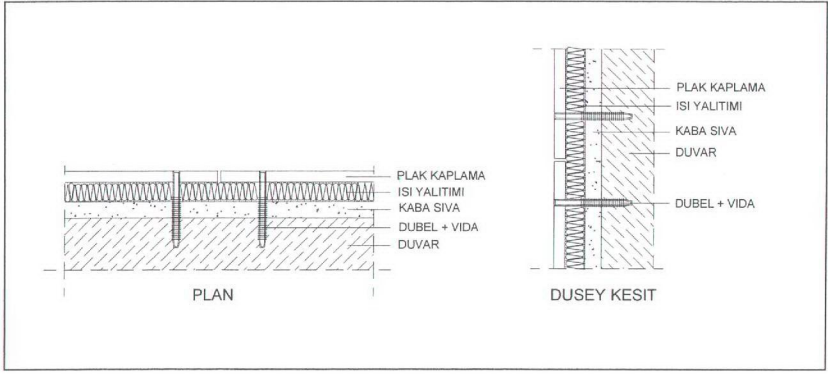
Şekil 3.13 Profilere yapıştırma yöntem detayı

**B.f Vidalama yöntemi:** Bu yöntemde plaklar duvar yüzeyine dübel ve vidalarla bağlanmaktadır. Dübel ve vidaların boyutları, plağın kalınlığına ve plak ile duvar arasındaki boşluğun kalınlığına bağlı olarak değişebilmektedir. Plaklar vidalandıktan sonra vida başları dolgu macunu ile kapatılır. Vidalama yöntemi daha çok çimentolu yonga plakların (Betopan) uygulanmasında kullanılmaktadır.

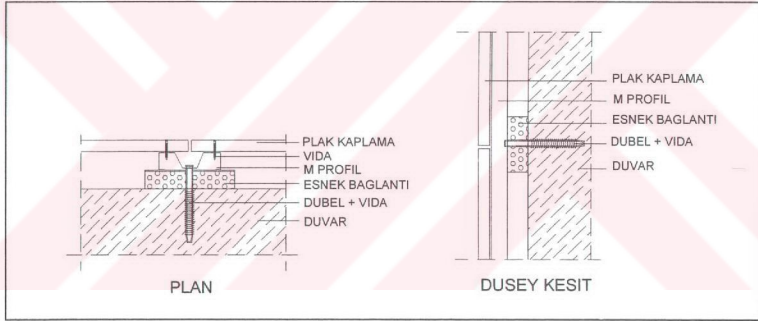
Vidalama yönteminde plakların taşınması konstrüksiyonsuz ya da konstrüksiyonlu olarak sağlanabilmektedir.

Konstrüksiyonsuz uygulamada plaklar sadece vidalar ile duvara bağlanır. Plak ile duvar arasına ısı yalıtımı uygulanabilmektedir (Şekil 3.14).

Konstrüksiyonlu uygulamada ise, plaklar duvara M profiller aracılığı ile bağlanır. Plakların vidalandığı M profiller esnek bağlantılar ile birlikte duvara vidalanır (Şekil 3.15).



Şekil 3.14 Konstrüksiyonsuz vidalama yöntemi detayı



Şekil 3.15 Konstrüksiyonlu vidalama yöntemi detayı

### 3.3 Doğal ve yapay taş plak kaplamaların sınıflandırılması

Plak kaplamalar, sert taşlardan mermer, renkli kalker cinsli taşlardan traverten ve bünyesi kesilmeye uygun taşların, türlü boyutlarda, 1cm.'e kadar katarakt makinelerinde biçilmesinden elde edilen doğal taşlar ile kalıplar içinde basınçla üretilen yapay taşlardan oluşur (Çelebi, 1994).

Plak kaplamalar, doğal taş ve yapay taş kaplamalar olarak ikiye ayrılabilir.

### 3.3.1 Doğal taş kaplamalar

Doğal taş, insanlık tarihinin başından itibaren ilkel konut yapılarında kullanılan ilk yapı türüdür. Beton ve betonarmenin gelişmesine kadar olan süreçte en çok kullanılan ürün olmuştur. O dönemin önemli yapılarında kullanılmıştır.

Taş, doğada; ısı farklarının neden olduğu parçalanma, tepelerden kopma, kayma sonucu yamaçlarda birikme, buzul, akarsu ve seller ile taşınıp getirilen biçimlerde bulunur. Bunun dışında, doğada en bol biçimi ile zemin altında oluşmuş büyük kitleler halindedir (Çelebi,1994).

Ocaktan çıkarılan taşların kullanım yerine göre seçimi önemlidir. Yapı taşı olarak kullanılacak olan taşların, ocak suyundan arınmış, sert ve dayanıklı, yüzeylerinin çatlaksız ve görünümlerinin güzel olması gerekmektedir.

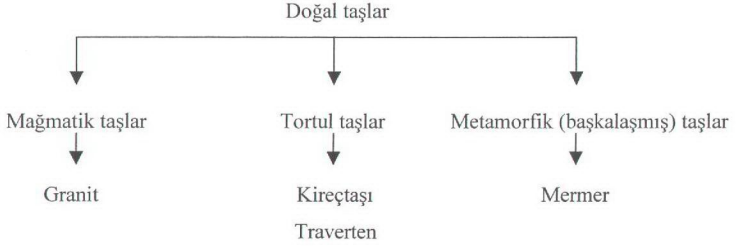
Ocaktan gelişigüzel çıkarılan taşlar çeşitli el aletleri, kırıcılar ve kesiciler ile blok haline getirilir. Bloklar, bünyesinde bulunan ocak suyu denilen nemin buharlaşmasını sağlamak için bir süre bekletilmeli ve hemen kullanılmamalıdır.

Daha sonra taş bloklar fabrikalara getirilip, burada çeşitli teknolojiler kullanılarak boyutlandırılır. Boyutlandırma işlemleri katarakt makinelerinde ve elmas disk kesicilerle yapılmaktadır. Sonraki işlemde, elde edilen parçaların köşe açılarını ayarlanır ve taşa üst yüzey işlemleri yapılır. Taşın cinsine göre yüzeyi cilalanabilir, yüzeyde alev püskürtme, asit püskürtme, kum püskürtme gibi yöntemlerle ya da çeşitli kırıcılar yardımıyla yüzeyden parçalar koparılarak doku oluşturulabilir (Çorapçıoğlu, 1995).

Doğal taş kaplamalar, ocaklardan çeşitli yöntemlerle çıkarılan taşların belirli işlemlerden geçirilmesiyle elde edilir. Kaplama olarak kullanılacak olan taşların üretimi için özel teknikler kullanılmalıdır ve özenli bir işçilik gerekmektedir. Taş kaplama üretim teknolojisinin gelişmesiyle birlikte taşın kullanım alanı da değişmiş ve taş, ince sayılabilecek ölçülerde üretilerek taşıyıcı ürün konumundan taşınan ürün konumuna geçmiştir.

Günümüzde taş üretiminin %95'i kaplama olarak yapılmaktadır (Çorapçıoğlu, 1995).

Dış cephelerde kullanılan doğal taş kaplamalar arasında; magmatik taşlardan granit kaplamalar, tortul taşlardan kireçtaşı ve traverten kaplamalar, metamorfik (başkalaşmış) taşlardan mermer kaplamalar bulunmaktadır (Şekil 3.16).



Şekil 3.16 Kökenlerine ve oluşum şartlarına göre taşlar (Ketin, 1994)

### 3.3.1.1 Granit kaplamalar

Yerkürenin derinliklerinde bulunan magmanın yavaş kristalizasyonu sonucu oluşan granit, magmatik kayaç grubuna girer. Yavaş soğumasından dolayı iri kristalli olarak oluşmuşlardır. Kimyasal yapısında silis bulunması nedeniyle sert doğal taşlar grubundandır (Sarısoy ve Sezgin, 1995).

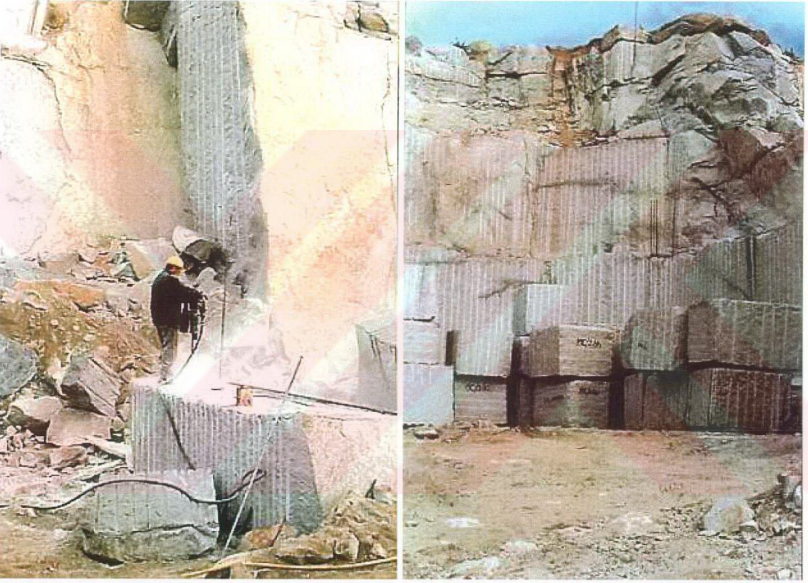
Granitlerin çeşitliliğini yapısında bulunan minerallerin miktarı ve dağılımı belirler. Adlandırılmaları, çıkarıldıkları taş ocaklarının buldukları yerlere göre, renklerine göre ya da her ikisini de içeren adlandırmalarla yapılır. Ayvalık granit, Santiago red, Aksaray pembe granit, Giresun vizon granit vb...

Granit eski zamanlardan beri yapı taşı olarak kullanılmaktadır. Ancak granitin çok sert olması işlenmesini zorlaştırmış ve kullanım alanlarını azaltmıştır. Çeliğin ve buhar gücünün gelişmesiyle, granitin kesme, bitirme işlerinde kolaylık sağlanmış ve granit, yapı ürünleri arasındaki yerini almıştır. Elektrik gücünün gelişmesi, kesme, bitirme, cilalama yöntemlerinin ilerlemesi ve granitin dayanıklılığı nedeniyle mimaride, granit kullanımı giderek artmıştır (Hornbostel, 1961).

Bugün granit, diğer taş ürünleri arasındaki yerini almıştır ve projeye göre istenilen kalınlıkta (genelde tercih edilen 2-3 cm) üretilebilmektedir.

Granit doğadaki en sert yapı ürünü olması nedeniyle yapay ürünlere göre daha dayanıklı ve uzun ömürlüdür.

Granit üretiminde ana kaya, tabancalar ile delinerek patlatılır ya da kamalar ile çatlatılarak prizmalar halinde çıkarılır. Fabrikaya işlenmek üzere gitmesi için uygun boyutlarda blok haline getirilir (Şekil 3.17). Blok boyutları granitin cinsine, ocaklarda nakliye ve işleme olanaklarına ve granitin kullanım alanına göre belirlenmektedir. Boyutlanmış bloklar kataraktlarda kesilerek ya da tel testerelerden yararlanılarak plak haline getirilir.



Şekil 3.17 Ocaklarda granitlerin blok haline getirilmesi [6]

Granit bloğunun sertliği fazla olduğundan kesimi için, kumlu katarakt ile kesme yöntemi kullanılır. Bu kesimde katarakt makinelerinde düz çelik lama kullanılır. Ortama su ile birlikte kum şeklindeki özel sert metal verilir. Bu metal kumu, özel alaşımli çelikten yapılmış olup, köşeli ya da yuvarlak taneli kumdan oluşur. Katarakt yatay konumda çalışır. Metal kum, hareketli lama beşiğinin üst kısmındaki sallantılı elekten dökülür. Bu kum, lamaların hareketi ile kestikleri kanala giderek aşınmayı sağlar ve kesme meydana gelir. Su, kumun kolayca lamalara yayılmasını, sürtünmeden oluşan ısının alınmasını ve kesme sırasında oluşan parçacıkların kanaldan atılmasını sağlar (DPT, 1991).

Granitin kesimi için tel testerelerden de yararlanır. Tel testerelerle yapılan kesim sırasında aşındırıcı olarak metal kum yerine alüminyum oksit ya da silisyum kullanılır. Tel testere ile yapılan kesim katarakt ile yapılan kesime göre daha pahalıdır. Ancak genişliği daha büyük ve kesilen yüzeyleri düzgün olan plaklar elde edilir (MTA, 1966).

Granitin plak kalınlıkları genellikle 2 cm, 3 cm, 4 cm, 6.4 cm, 7.6 cm ve 9 cm olarak kullanılmakta ve isteğe göre bıçak kalınlıkları ayarlanabilmektedir (Sarısoy ve Sezgin, 1995).

Plaklar oluşturulduktan sonra cilalanarak parlak yüzeyler elde edilebilir ya da kullanılacağı yere uygun olarak yarı cilalı, yakılmış, kumlanmış ve çekiçlenmiş yüzeyler yapılabilir. Pürüzlü ve mat yüzeylerin elde edilebilmesi için, alev püskürtme, asit püskürtme ve kum püskürtme gibi yöntemler kullanılmaktadır.

Yüzeyleri hazırlanmış plaklar, sabit bıçaklı konveyörler üzerinde taşınarak kesilir. Bir konveyör eni keserken, diğer konveyör de boyu keser. Bu makinelerde 30 cm.den küçük boyutların kesilmesi zordur.

Boyutları belirlenen plaklara kullanılacağı yere göre kenar işlemleri yapılır. Cephe kaplamaları gibi tekrarlayan kullanımda kenar düzeltme işlemleri yapmak gerekir. Daha sonra uygulama yöntemine göre delikleri delinir ve uygulamaya hazır halde ambalajlanarak nakledilir.

### Granitin özellikleri

Granitin yapısında özellikleri birbirinden farklı birtakım mineraller bulunur. Renkleri ve desenleri yapısındaki minerallere bağlıdır. Granitler geniş bir renk seçeneğine sahiptir. Bir mineral topluluğundan meydana gelen granitler açık renklerde olup çoğunlukla gri, pembe ve kırmızımsıdır (Şekil 3.18).



Şekil 3.18 Granit kaplama çeşitleri [6]

Değişik bölgelerde değişik renklerde granit çıkarılabilmektedir (Çizelge3.1).

Çizelge 3.1 Granitin renklerine göre çıkarıldıkları yerler (TS 1910; Everett, 1994)

Renk	Ticari adı	Çıkarıldığı yer
Siyah	Andes	Brezilya
Gri	Rubislaw	İskoçya
Gri	Kapıdağ graniti	Balıkesir-Kapıdağ Yarımadası
Açık gri	Cornish	İngiltere
Mavi	Blue pearl	Norveç
Kırmızı	Balmoral red	Finlandiya
Pembe	Peterhead	İskoçya
Pembe-kırmızı	Gümüşhane graniti	Gümüşhane
Yeşil-gri	Kastanbol graniti	Çanakkale

Granitlerin genel görünüşleri pürüzsüz, camsı ve donuktur. Sertlik değeri yüksek olan granitler çok yoğun taşlardır. Yapısında az miktarda boşluk bulunur. Diğer doğal taşlara göre ısı iletkenlik katsayıları daha yüksektir. Granitlerin basınca karşı dayanım değeri ve eğilmede çekme dayanımı diğer taşlara göre yüksektir. Sürtünmeden dolayı oluşacak olan aşınma dayanımı da fazladır.

Granit'ten Gabro'ya kadar olan taşlar grubu genel olarak granit olarak adlandırılır. Renk koyulaştıkça yoğunluk artar ve su emmesi azalır (Sarısoy ve Sezgin, 1995).

Dış cephe kaplaması olarak kullanılacak olan granitler, atmosferde, havanın nemi ile birleşme sonucunda asitleri oluşturacak baca gazlarından ve benzeri maddelerden etkilenmemeli ve renk değiştirmemelidir (TS 6234).

Yapısında feldspat, kuvars ve çeşitli mineraller (amfibol, piroksen, biyotit, mika ve ikincil materyaller) bulunmaktadır. Bu minerallerin yüzde miktarları her granitte farklıdır ve her mineralin granite kattığı özellik de farklıdır.

Feldspatlar, granit içinde en çok bulunan minerallerdir ve granite ana rengini verir. Bileşimindeki oranı %50-68 arasında değişmektedir. Feldspatlar  $K_2O$ ,  $Al_2O_3$ ,  $SiO_2$  formülündedir (Sayar ve Erguvanlı, 1955; Uz, 1992).

Kuvars, düzgün kristal şeklinde görülmez, diğer minerallerin arasını doldurmuştur ve granitin sertliğini ayarlar. Kuvars miktarı çok olan granitler daha serttir. Kuvarsın bileşimdeki oranı %21-40 arasında değişir. Renkleri gri, mavi ve sarımsıdır. Granite ana renginin dışındaki renkleri verebilir. Camsı parlaklığı nedeniyle kolay tanınır.

Granitlerin çoğunda bulunan mikalar genellikle siyah mikadır. Mikalar bazen altıgen prizmalar halinde bulunur. Granit bileşiminde %3-10 oranında bulunur. Mikarları çok olduğu zaman granitin rengi koyudur.

Granitin yapısında minerallerden ( $\text{SiO}_2$ ,  $\text{Al}_2\text{O}_3$ ,  $\text{Fe}_2\text{O}_3$ ,  $\text{FeO}$ ,  $\text{K}_2\text{O}$ ,  $\text{MgO}$ ,  $\text{Na}_2\text{O}$ ,  $\text{CaO}$ ) başka en çok % 2 oranında su ve % 1'den daha az oranda  $\text{MnO}$ ,  $\text{P}_2\text{O}_5$ ,  $\text{TiO}_3$ ,  $\text{ZrO}_3$  ve  $\text{BaO}$  bulunmaktadır (Çizelge 3.2) (Hornbostel, 1961).

Çizelge 3.2 Granitin kimyasal yapısı (Hornbostel, 1961)

Granit bileşimindeki elementler	$\text{SiO}_2$	$\text{Al}_2\text{O}_3$	$\text{Fe}_2\text{O}_3$	$\text{FeO}$	$\text{K}_2\text{O}$	$\text{MgO}$	$\text{Na}_2\text{O}$	$\text{CaO}$	Su ve diğer elementler
%	71.7	14.8	0.92	1.44	3.1	1.7	3.4	1.9	1.04

Yapısında bulunan minerallerin miktarına göre granit çeşitleri; (TS 6234)

- **Alkali granit:** Bünyesinde %10'dan fazla kuvars, %10'dan fazla alkali feldspat ve mafit (koyu renkli mineraller: amfibol, piroksen, biyotit) mineraller içeren granitlerdir.
- **Alkalikalk granit:** Bünyesinde %10'dan fazla kuvars, %10'dan fazla mafit mineral, alkali feldspat ve plajiyoklas içeren granitlerdir.
- **Aplitgranit:** Bünyesinde %10'dan fazla kuvars, yaklaşık %4 civarında mafit mineralleri, feldspat olarak yalnız alkali feldspat ya da alkali feldspatın yanısıra en fazla 1:1 oranında plajiyoklas içeren granitlerdir.

Granitler çok yoğun taşlardır. Dokularındaki mineralleri arasında %0.10 ile %0.50 miktarında mikroskopik boşluklar bulunabilir. Granitlerde porozite değeri en fazla %0.5 dir. Ortalama olarak %0.2 miktarındaki suyu emebilirler (Sayar ve Erguvanlı, 1955; Uz, 1992). Suya daldırıldıklarında su tutma oranı en fazla ağırlıkça %0.75'den fazla olmamalıdır (TS 6234).

Granitlerin fiziksel özellikleri, kimyasal özellikleri, termik özellikleri ve mekanik özellikleri Çizelge 3.3'de verilmiştir.

Çizelge 3.3 Granitin teknik özellikleri

(Değerler Sayar ve Erguvanlı, 1955; Kocataşkın, 1973; TS 6234; Everett, 1994; Çorapçıoğlu, 1995; Erguvanlı, 1995; TS 825; Toydemir vd., 2000 ve Eriç 2002 kaynaklarından alınmıştır).

<b>Fiziksel özellikleri</b>	<b>Değerler</b>
Renk	Siyah-gri-pembe-kırmızı-yeşil-mavi...
Doku	Cilalı - mat
Sertlik değeri	6-7 mohs
Birim hacim ağırlığı (yoğunluk)	2.6-2.8 g/cm <sup>3</sup>
Porozite (boşluk) oranı	%0.5
Ağırlıkça su emme oranı	%0.2-0.5
<b>Kimyasal özellikleri</b>	
Su buharı difüzyon direnç katsayısı ( $\mu$ )	70-150
İslanmada şişme değeri	0.06-0.2 mm/m
Kurumada büzülme değeri	0.15-0.2 mm/m
Gazlara vb. maddelere dayanıklılık	Kolay etkilenez.
Kimyasallara dayanıklılık	Bazı kimyasallardan zarar görebilir.
Radasyona karşı yüzeyel emicilik katsayısı	Açık renk 0.3-0.5 Koyu renk 0.9-1.0
<b>Termik özellikleri</b>	
Isı genleşme katsayısı	$8 \cdot 10 \cdot 10^{-6} K^{-1}$
100 °C ısı farkında ısı genleşmesi	0.80 mm/m
Isı iletkenlik katsayısı	3.5 W/mK
Isısal öz direnç (1/iletkenlik)	0.34 mK/W
<b>Mekanik özellikleri</b>	
Elastiklik modülü	316000-585000 kg/cm <sup>2</sup>
Basınç dayanımı	1600-2400 kgf/cm <sup>2</sup>
Eğilmede çekme dayanımı	100-200 kgf/cm <sup>2</sup>
Darbeye karşı dayanım değeri	en az 6 kg/cm <sup>2</sup>
Aşınma miktarı	5-8 cm <sup>3</sup> /50cm <sup>2</sup> (en fazla 15cm <sup>3</sup> /50cm <sup>2</sup> )

### Granit kaplamaları uygulama yöntemleri

Dış cephe kaplama işlerinde kullanılan granit plakların boyutu, genelde standart dışı ölçülerde ve projeye göre özel boyutlarda ayarlanabilmektedir. Özel boyutlarda ürün hazırlanırken mimar, şantiye yönetimi, granit üreticisi ve uygulamacısının iyi koordine olması gerekmektedir. Plaklar genelde 30x30, 40x40, 30x60, 40x80 vb. boyutlardadır.

Granitin minimum kalınlığı plağın boyutlarına ve tespit pimlerinin gireceği yuvaların bulunduğu yerdeki kırılma dayanımına ve rüzgarın basınç ve emme kuvvetleri gibi dış kuvvetlere bağlıdır. Dış duvar kaplaması işlerinde plak kalınlığı min. 3 cm. olmalıdır (Çorapçıoğlu, 1995).

Yapının yüksekliği arttıkça plak kalınlığının da artması gerekmektedir. 50 mt. den daha yüksek binalarda 4 cm. kalınlıkta granit kullanılması önerilmektedir (Mumyalmaz, 1999).

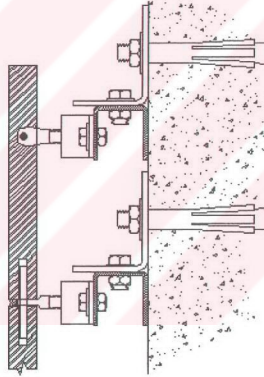
Cephe kaplaması olarak kullanılan granit plaklar rüzgar yükü etkisindedir ve bu açıdan eğilmede çekme dayanımları önemlidir. Granitlerin eğilmede çekme dayanımı 100-200 kgf/cm<sup>2</sup> değerleri arasındadır.

### Yapıştırma yöntemleri

- **Harç ile uygulama yöntemi:** Granit plaklar arka yüzeylerine sürülen harç ile duvara bağlanır (Bölüm 3.2).

### Ankrajlı yöntemler

Ankrajlı yöntemlerde kullanılan tespit parçaları paslanmaz çelik ya da ona eşdeğer ürünlerden seçilmelidir (Şekil 3.19).

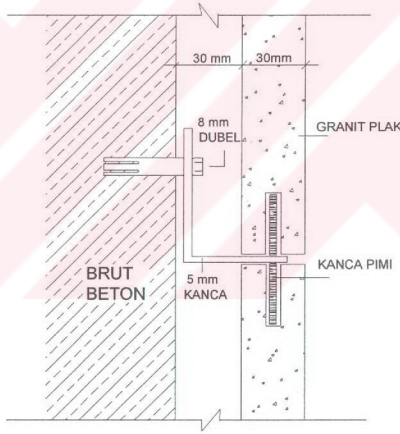


Şekil 3.19 Granit kaplama tespit parçaları [10]

Arkalarındaki taşıyıcı elemanlara asılan granit plakları tespit eden parçaların kendilerini etkileyecek olan yükleri de güvenle taşıyabilmeleri gerekir. Bu tespit parçalarının boyutlandırılmasında, plak ağırlığından gelen payına düşen bölüm (düşey yük), rüzgar yükünün flambaj etkisi (yatay yük), parça piminin kayar olarak oluşturulan yuva içindeki sürtünme aderansı (yatay yük), rötre ve ısı dalgalanmalarının getirdiği ısı hareketlerinden doğan yükler göz önüne alınmalıdır (Çorapçoğlu, 1995).

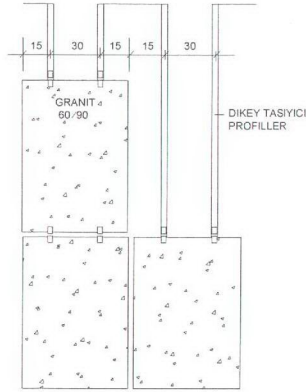
- **Harçlı-kenetli yöntem:** Plaklar, duvarda açılan harç doldurulmuş yuvalara metal kenetler aracılığı ile bağlanır (Bölüm 3.2).
- **Kancalı yöntem:** Granit plaklar duvara, taşıyıcı ve tutucu kancalar aracılığıyla bağlanır. Her granit plak en az dört noktasından kancalarla tespit edilmelidir.

Plak ile kaplanacak duvar arasında 30 mm. boşluk bırakılır. Uygulamada kullanılan kanca pimlerinin çapı 5 mm. olmalı ve bu pimleri kaplamaya takmak için kaplamada 8 mm. çapında yuvalar açılmalıdır (Şekil 3.20). Plak kalınlığının 3 cm. den az olduğu durumda, plağa 8 mm. yuva açıldığında her iki yanda kalan max. et kalınlığı oluşacak rüzgar yüklerini karşılamaya yetmeyecektir. Bunun için granit plak kalınlığı min. 3 cm. olmalıdır (Mumyalmaz, 1999). Granit pim yuvasının yük taşıma sınırı (plak düzlemine dik kırılma) 4400-5400 N'dur (Çorapçoğlu, 1995).



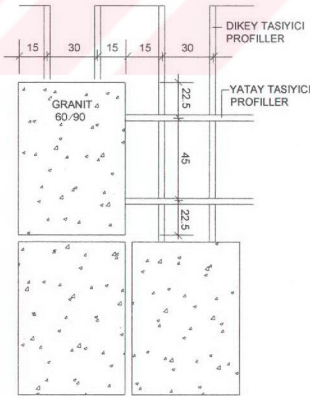
Şekil 3.20 Kancalı yöntem uygulanan granit plak kesiti

- **Profilli-klipsli yöntem:** Plaklar, kat aralarındaki kirişlere braketler aracılığıyla bağlanan profillere, klipslerle asılarak uygulanır. Profil aralıkları plak boyutuna bağlı olarak, köşelerden “plak boyu/4” oranına göre belirlenir (Şekil 3.21).



Şekil 3.21 Profilli-klipsli yöntemde granit plak-profil yerleştirme biçimi (görünüş)

- **Profilli-gizli yöntem:** Uygulamada, profilli-klipsli yöntemde de olan düşey profillere, dik olarak yatay profiller monte edilir. Granit plaklar, arka yüzeylerine açılan yuvalara takılan dübellere aracılığıyla yatay profillere tespit edilir. Dikey ve yatay profillerin aralıkları "plak boyu/4" oranına göre belirlenmektedir (Şekil 3.22).



Şekil 3.22 Profilli-gizli yöntemde granit plak-profil yerleştirme biçimi (görünüş)

Granit plakların, oluşabilecek birtakım hareketlerden etkilenmemesi için aralarında yeterli derz aralıklarının bırakılması gerekir. Bu derz aralıkları, plağın boyutuna ve kalınlığına bağlı olarak değişmektedir.

Yapı gövdesinin ısıl genişleme katsayısı ile granitin ısıl genişleme katsayıları birbirine yakın olduğundan bu plaklar arasındaki derz kalınlıkları 5 mm.den fazla olmamalıdır (Binan, 1961).

Yatay ve düşey derzler birbirine eşit olmalıdır. Derz aralıkları boş bırakılabilir ya da toz ve kirlerden temizlendikten sonra esnek fitillerle tamponlanarak nitelikleri iyi olan elastik derz dolgu ürünleri (silikon, poliüretan, polisülfid vb.) ile doldurulabilir.

### 3.3.1.2 Mermer kaplamalar

Mermer, kireçtaşı ya da dolomitik kireçtaşlarının yüksek sıcaklık, basınç ve kesme kuvveti etkisi altında yeniden oluşuma uğraması sonucu oluşmuş kayalardır. Başkalaşmış (metamorfik) taşlar grubuna girer.

Mermer olarak kullanılan kayalar yeryüzünde masif kütle, filon, dayk şeklinde bulunur. Genellikle diğer kayalarla birlikte ve mostralar halindedir. Jeolojik koşulların elverişli olduğu ortamlarda, uygun olarak yapılacak işletmelerden düzgün geometrik şekillerde bloklar üretilmektedir (DPT, 1991).

Mermerin yapısında, en çok kalsiyum karbonat ( $\text{CaCO}_3$ ) ve daha az oranda magnezyum karbonat ( $\text{MgCO}_3$ ) bulunur. Bunların dışında bileşiminde bulunan diğer mineraller mermere değişik özellikler kazandırır.

Beyazdan siyaha kadar geniş bir renk seçeneğine sahiptir. Mermerlerin çeşitliliğinin fazla olması, renk ve içinde bulunan damar kombinasyonunun çeşitliliğine bağlıdır. Mermerlerin adlandırılması, çıkarıldıkları ocakların buldukları yerlere, renklerine ve dokularına göre yapılabildiği gibi, ticari olarak çeşitli özel adlar verilerek de yapılabilir. Ege bordo mermer, (İtalya) mavi Turchino mermeri, Afyon kaymağı, Afyon şekeri vb...

İnsanlık tarihi kadar eski olan mermer, mimaride ve heykelticilik gibi plastik sanatlarda oldukça fazla kullanılan bir doğal taştır.

Mermeri ilk olarak kullanan Mısırlılar, bu mermeri Kuzey Afrika'da bulunan Cezayir'den sağlamışlardır. Bunun yanında erken Hindistan halkı ve İbraniler gibi birçok toplum mermeri kullanmışlardır. Mermer kullanımı Antik Yunan ile doruğa çıkmıştır. Romalılar döneminde de mermer, oldukça fazla kullanılan ürünlerden biri olmuştur. Romalıların, kendilerinin işlettiği 42 adet in üzerinde taş ocakları vardı ve kullandıkları mermeri buradan elde ediyorlardı. Mermer, tarihin belli dönemlerinde önemini yitirse de kullanımından vazgeçilmemiştir. Rönesans döneminde ünlü heykeltıraşlar ve mimarlar mermeri yeniden kullanmaya başlamışlardır. Yakın ve Uzak Doğu'da da kullanımı artmıştır. Mermer kullanımının en ünlü örneklerinden biri Tac Mahal'dir (Hornbostel, 1961).

Klasik bir ürün olan mermer, eski uygarlıklar boyunca kolon, giriş, duvar ve zemin kaplaması şeklinde, binalarda estetik ve işlevsel olarak kullanılmıştır. Yoğun işçiliği ve zor üretim şartları ile 1960 yıllarına kadar kısıtlı ve lüks bir ürün olmuştur. Ancak son 25-30 yıl içinde, özellikle elmas teknolojisinin bu sektöre girmesi üretimleri artırmış ve bir sanayi dalı haline getirmiştir. Bugün de her geçen gün gelişen teknolojisi ve uygulama yöntemleri mermerin kullanım alanını ve potansiyelini artırmaktadır (Erözlü, 1991).

Günümüzde kaplama olarak kullanılacak olan mermer, kompresörlerle taş çıkartma yöntemi, tel kesme yöntemi, elmas tel kesme yöntemi ve sulu kesme yöntemi gibi çeşitli yöntemlerle ocaklardan çıkartılır.

Kompresörle taş çıkartma yönteminde; çıkartılacak olan blokta, basınçlı hava ile çalışan tabancalar ile üç kenarından 10-20 cm. aralıklarla, 0.80-3.20 m. derinliğinde ve 30 mm. çapında delikler delinir. Daha sonra blok, kamalar ve balyozlarla ana kayadan ayrılır. Ana kayadan kopan blok, kriko ve manivelalar yardımıyla yerinden çıkartılır (Erguvanlı, 1995).

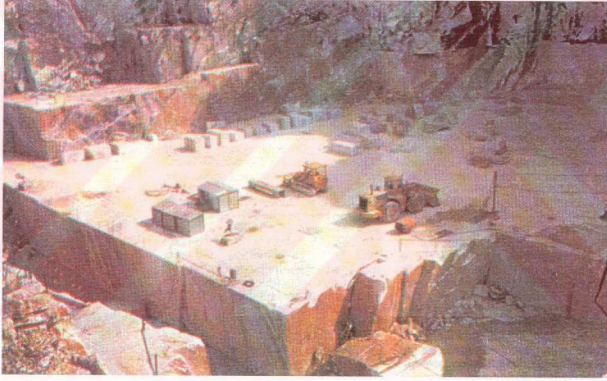
Tel kesme yönteminde, özel alaşımli sonsuz bir tel, dengeleme ve yönlendirme makaraları yardımı ile kesilecek taş yüzeyine bastırılır. Kesmeyi hızlandırmak ve telin sıkışmasını önlemek için su ve kuvars kumu özel bir sistemle kesme yüzeyine aktarılır (Erguvanlı, 1995). Tek katlı olan tel, yüksek karbonlu çelikten bükülmüş bir şerittir ve düzgün kesim işleminin sağlanması için her 15.24 m.de bir tersine bükülmüştür. Kesim sırasında aşınmayı azaltmak için 480 m. uzunluğunu bulan çok uzun teller kullanılır (MTA, 1966).

Günümüzde elmas tel kesme sistemlerinin yaygınlaşmasıyla bu sistem önemini yitirmiştir.

Elmas tel kesme yönteminin uygulama kolaylığı ve verimin yüksekliği bu yöntemin hızla yaygınlaşmasını sağlamıştır. Bu yöntemin ana fikri, kesmenin ilerleyen aşamalarında tel sisteminin gerdirilmesini sağlayan makine geri hareketleridir. Elektro-mekanik üniversal sistemlerde bu işlem bir doğru akım motoru tarafından tahrik edilen kramayer dişli sistemi ile yapılır. Elmas tel kesme sistemleri kapalı bölgedeki kesimleri yapabilmek için tasarlanmıştır (Çorapçoğlu, 1995).

Mermer gibi düşük sertlikteki taşların ocaktan çıkarılmasında daha çok sulu kesme yöntemi kullanılmaktadır. Sistem ayna önünde, düşeyde ve yatayda ray üzerinde hareket eden bir mekanizma üzerinde bulunan memeden yüksek basınçla su püskürtülmesi esasına dayanır. Bu yöntem Fransa'da bazı ocaklarda kullanılmaktadır (Çorapçoğlu, 1995).

Ocaklardan çeşitli yöntemlerle çıkarılan mermer bloklar Şekil 3.23'de görülmektedir.



Şekil 3.23 Mermer ocağı (Carrara, İtalya) (Benk vd., 1986)

Ocakta hazırlanan bloklar fabrikalara gönderilir ve çeşitli teknolojiler kullanılarak boyutlandırılır. Boyutlandırma işlemleri katarakt ile kesme ve elmas disk ile kesme yöntemleri ile yapılır.

Katarakt ile kesme yönteminde; raylar üzerinde hareket edebilen çerçevesi araba üzerine yerleştirilen mermer blokları üzerinde, ayrı bir tablaya monte edilmiş lama bulunur. Lamalı tablanın çevirici bir kuvvet tarafından doğrusal hareketi sağlanarak derinlemesine kesme işlemi sağlanır. Lama tablası sabit olduğu gibi, yukarıdan aşağıya hareket ettirilen katarakt tipleri de vardır (DPT, 1991). Kesme kalınlığı mermerin üzerinde yer aldığı "vagon" ile

ayarlanmaktadır. Kataraktlardan, lama sayısı kadar ve lamaların ayar mesafesi kalınlığında plak alınır. Lamaların hareketi sırasında kesme yüzeylerine su verilmektedir. Kesme işlemi sonunda vagon hareket ettirilerek bloğun tamamının kesilmesi sağlanır (Çorapçıoğlu, 1995).

Katarakt ile kesme yönteminin kumlu kataraktla kesme, elmas lamalı kataraktla kesme ve tek lamalı (monolama) kesme makinesi gibi türleri vardır. Kumlu kataraktla kesme yapılırken, ortama su ile birlikte kum verilir. Katarakt yatay konumda çalışır. Elmas lamalı kataraktla kesme aynı sistemle çalışır. Çelik lamaların mermer yüzeyine gelen kısımlarına elmas parçaları içeren çelik uçlar monte edilmiştir. Kesme işlemi elmas soketli lamalarla yapılır. Kesim sırasında bol su kullanılır. Tek lamalı kesmede ise mermer, kataraktın altına konulmadan önce bloğun kesilecek yüzeyi tek lamalı katarakt ile kesilir. Bunun nedeni mermer ocağından düzgün geometrik şekilde gelmeyen blokların katarakt ile kesilmesi sırasında çok fire vermesidir (DPT, 1991).

Elmas disk ile kesme yöntemi, çevirici bir kuvvet tarafından dairesel hareket verilen diskten mermer bloğu keserek plaka haline getirmesi esasına dayanır. Sürtünmeden oluşan ısı bol su ile alınır. Diskin çemberine elmas soketler takılmıştır. Kesme işlemi elmas soketlerle yapılır. Kesme hızı mermerin sertliğine bağlıdır (DPT, 1991).

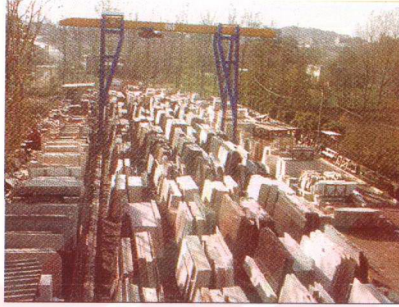
Bu makineler kesme düzlemleri açısından iki gruba ayrılır. Sadece düşey kesim yapan makinelerde kesim, büyük bir elmas disk ile yapılmaktadır. Düşeyde ve yatayda kesim yapan makineler, sadece düşeyde kesim yapan makinelere aynı anda yatayda kesim yapan bir sistemin ilave edilmesiyle geliştirilmiştir. Düşey kesim yapan disk hareketi ile taş kalınlıkları ayarlanmakta, yatayda kesim yapan disk ile kesilen taşın eni ayarlanabilmektedir. En yaygın olarak yapılan kesim, eni 30 cm. ve kalınlığı 2 cm. olan kaplamalık mermerlerin kesimidir (Çorapçıoğlu, 1995).

Bu işlemlerden geçip eni ve kalınlığı ayarlanmış plakları istenilen boyuta getirebilmek için yeniden bir kesme işlemine geçilir. Bu kesim yüzeyde bulunan fissü ve çatlaklara göre yapılır. 30/15, 30/30, 30/60 gibi ölçüler, stok bulunduran fabrikalarda üretilebilmektedir. Bu üretimin dışında, sadece plak boyutu ile sınırlanmış, sonsuz ölçü seçeneği veren üretim biçimi vardır. Köprü kesme ya da yan kesme adı verilen makineler kullanılarak bir kerelik üretimler yapılabilir ve serbest boyutlarda üretim sağlanır (Çorapçıoğlu, 1995).

Mermerlerin boyutları belirlendikten ve köşe açıları ayarlandıktan sonra üst yüzey işlemlerine geçilir. Bu işlemler, mermer yüzeyinin cilalanması ya da yüzeyde çeşitli dokular elde etme

çalışmalarını kapsar. Cilalama, pürüzlü olan mermer yüzeyinin parlatılması ve yüzeyi çeşitli aşındırıcılarla silerek düz yüzeyler elde etme işlemleridir. Yüzeyde çeşitli dokular elde etme ise, çeşitli tekniklerle yüzeyden parçalar koparılarak yeni dokular elde etme işlemleridir.

Boyutları belirlenmiş ve yüzey işlemleri bitmiş mermerler kullanıma hazır hale gelir ve fabrikalarda stoklanır (Şekil 3.24).

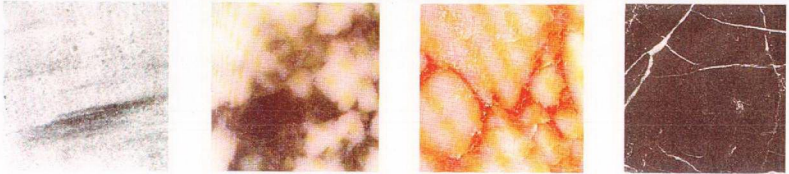


Şekil 3.24 Mermerlerin fabrikada stoklanması (Verona, 2002)

### Mermerin özellikleri

Mermerlerin renk, doku, tane boyutları ve yapı olarak çok çeşitli türleri vardır. Değişik ocaklardan çıkan mermerler, birbirlerinden bu özellikler bakımından farklıdır. Bazen aynı ocaktan çıkan mermerlerde de farklılıklar görülebilmektedir.

Mermer, beyaz ya da renkli, damarlı ya da damarsız olabilmektedir. Yapısında bulunan  $\text{CaCO}_3$ 'tan dolayı rengi beyazdır. Genellikle beyaz ya da gri renklidir. Ancak diğer maddelerin ve özellikle de metal oksitlerin etkisiyle sarı, pembe, kırmızı, siyah vb. değişik renklerde olabilmektedir (Şekil 3.25).



Şekil 3.25 Mermer kaplama çeşitleri (MTA, 1966)

Değişik bölgelerde değişik renklerde mermer çıkarılabilmektedir (Çizelge 3.4).

Çizelge 3.4 Mermerlerin renklerine göre çıkarıldıkları yerler (TS 1910; Everett, 1994)

Renk	Ticari adı	Çıkarıldığı yer
Siyah	Belgium black	Belçika
Gri	Dove	İtalya
Beyaz	Sicilian	İtalya
Beyaz	Afyon kaymağı	Afyon / İncehisar
Beyaz - sarı	Afyon şekeri	Afyon
Krem	Bianco de mare	Yugoslavya
Pembe	Vize pembe mermer	Kırklareli / Vize
Kahverengi	Napoleon	Fransa
Yeşil	Verde antico	Yunanistan

Bazı mermerlerin içinde damarlar bulunmaktadır. Damarların değişik renkli olması, mermerlere hoş bir görüntü vermekte ve bu mermerlerin değerini artırmaktadır.

Parlak ve yarı saydam mermerler de bulunmaktadır. Mermerlerin saydamlığı onların ışık geçirme kapasiteleridir. İnce kristal strüktürlü mermerler cilalanmış gibi parlak görünür ve kristallerden ışık saçılır. Bazı mermer türleri de yarı saydam görüntüdedir.

Mermerler granitler kadar sert değildir. Ağırlıkça su emme oranı azdır. Kireçtaşı ve travertenlere göre yüksek olan ısı iletkenlik katsayıları granitler ile aynıdır. Mermerlerin basınca karşı dayanım değeri ve eğilmede çekme dayanımı granitlere göre düşüktür.

Mermerler mikroskopta incelendiğinde, kalsit kristallerinden yapılmış ve bu kristallerin birbirlerine iyice kenetlenmiş oldukları görülür. Kalsitler iri ise mermerler dişli, kaba ve mattır. Bu mermerlerin dış etkilere karşı direnci az olur. Tane çapları küçüldükçe ve kenetlenme arttıkça mermerin sertliği ve dayanımı artar, dış etkilere kolayca etkilenebilir. Bu mermerlerin yüzeyleri parlak olur.

Mermerlerin homojen yapıda olması ve fazla sert olmaması nedeniyle işlenmesi kolaydır.

Mermerlerin yapısında  $\text{CaCO}_3$ ,  $\text{MgCO}_3$ ,  $\text{Al}_2\text{O}_3$ ,  $\text{Fe}_2\text{O}_3$ ,  $\text{SiO}_2$  ve çözünmeyen maddeler bulunmaktadır (Çizelge 3.5) (Hornbostel, 1961).

Çizelge 3.5 Mermerin kimyasal yapısı (Hornbostel, 1961)

Mermer bileşimindeki elementler	CaCO <sub>3</sub>	MgCO <sub>3</sub>	Al <sub>2</sub> O <sub>3</sub>	Fe <sub>2</sub> O <sub>3</sub>	SiO <sub>2</sub> ve çözünmeyen maddeler
%	98.57	0.65	0.14	0.07	0.57

Mermerlerin fiziksel özellikleri, kimyasal özellikleri, termik özellikleri ve mekanik özellikleri Çizelge 3.6'da verilmiştir.

Çizelge 3.6 Mermerin teknik özellikleri

(Değerler Kocataşkın, 1973; TS 2513; Öztürk, 1987; Everett, 1994; Çorapçıoğlu, 1995; Erguvanlı, 1995; TS 825 ve Eriç, 2002 kaynaklarından alınmıştır).

Fiziksel özellikleri	Değerler
Renk	Siyah-gri-beyaz-pembe-kahverengi-yeşil...
Doku	Cilalı - dokulu
Sertlik değeri	4 mohs
Birim hacim ağırlığı (yoğunluk)	2.73 g/cm <sup>3</sup>
Ağırlıkça su emme oranı	%0.2-0.6
<b>Kimyasal özellikleri</b>	
Şişme ve büzülme değeri	0.10 mm/m
Gazlara vb. maddelere dayanıklılık	etkilenmekte
Radyasyona karşı yüzeysel emicilik katsayısı	Beyaz mermer – 0.2-0.3
<b>Termik özellikleri</b>	
Isı genleşme katsayısı	1.4-11x10 <sup>-6</sup> K <sup>-1</sup>
100 °C ısı farkında ısı genleşmesi	0.75 mm/m
Isı iletkenlik katsayısı	3.5 W/mK
<b>Mekanik özellikleri</b>	
Elastiklik modülü	535000-775000 kg/cm <sup>2</sup>
Basınç dayanımı	300-1800 kgf/cm <sup>2</sup>
Eğilmede çekme dayanımı	en az 50 kgf/cm <sup>2</sup>
Darbeye karşı dayanım değeri	en az 6 kg/cm <sup>2</sup>
Aşınma miktarı	8-18 cm <sup>3</sup> /50cm <sup>2</sup>

### Mermer kaplamaları uygulama yöntemleri

Dış cephe kaplamalarında kullanılacak olan mermerin üretimini yapan fabrikalarda 30/15, 30/30, 30/60 gibi standart ölçülerde mermerler stok olarak bulunur. Bazı mermerler ise, istenilen boyutlarda üretim yapabilmek için sadece plak boyutu ile sınırlanırlar. Böylece serbest boyutlarda üretim sağlanmış olur.

Büyük plaklar halinde kaplama yapımı için, 90-125 cm. genişliğinde, 125-200 cm. boyunda mermerler kullanılmaktadır (Arıkan, 1968).

Dış cephe kaplamasında kullanılacak olan mermer kalınlığı min. 2.5 cm. olmak üzere 3,4,5 cm. olabilir. Uygulanacak olan bina yüksekliği arttıkça plak kalınlığı da artmalıdır. İki kata kadar olan yükseklikte 2.5-3 cm., daha yüksek durumlarda ise 4-5 cm. kalınlığında mermer plak kullanılması gerekir.

Dış cephe kaplaması olarak kullanılacak olan mermer plaklar konumlarından dolayı rüzgar yükünün etkisi altındadır. Bunun için plakların eğilmede çekme dayanım değerleri önemlidir. Mermerlerin eğilmede çekme dayanım değeri en az 50 kgf/cm<sup>2</sup> dir.

### **Yapıştırma yöntemleri**

- **Harç ile uygulama yöntemi:** Hazırlanan mermer plaklar, kaplanacak olan yüzeye alçı ya da yüksek dozajlı çimento harçları ile yapıştırılır. Bazı uygulamalarda nem geçiren bir malzeme olan çimento harcı yerine alçı harcı kullanılmaktadır. Üretimlerinden dolayı arka yüzeyleri oldukça düzgün olan mermer plaklara sürülen harç yeterli aderansı göstermeyecek ve zamanla plak düşecektir.

### **Ankrajlı yöntemler**

Ankrajlı yöntemlerde, kaplamalar için kullanılacak olan tespit parçaları paslanmaz çelik, alüminyum ya da galvanize demir olmalıdır. Değişik türlerde seçilen tespit parçalarının betonarme demirleri ile teması halinde oluşacak olan paslanmayı önlemek için, kullanımdan önce bu parçaların paslanmayı önleyici bir boya ile boyanması gerekmektedir.

Mermer plakları arkalarındaki taşıyıcı sisteme tespit eden parçaların, kendilerini etkileyecek olan yüklerden etkilenmemeleri ve taşıma özelliklerini kaybetmemeleri gerekir. Bu tespit parçalarının boyutlandırılmasında kendi paylarına düşen her türlü yük göz önünde bulundurulmalı ve yapılacak olan hesaba katılmalıdır.

Mermer plakların tespit pimlerinin çapı 4 mm. olmalıdır. (Çorapçioğlu, 1995). Plak kalınlığının 2.5 cm. den az olduğu durumda, tespit pimlerinin yerleştirileceği yuvalar açıldığında, plağın her iki yüzünde kalan et kalınlıkları üstüne gelen yükleri karşılayamayacaktır. Bu nedenle mermer plak kalınlıkları 2.5 cm. den az olmamalıdır.

Mermer plakların, taşıyıcı konstrüksiyona asılması için, arka yüzlerine açılan pim yuvalarının her birinin yük taşıma sınırı (plak düzlemine dik kırılma) 3900-4800 N'dur (Çorapçıoğlu, 1995).

- **Harçlı-kenetli yöntem:** Bu yöntemde alçı ya da çimento harcı, duvarda açılan, metal kenetlerin uygulanacağı boşluklara doldurulmaktadır. Mermer plaklar ile kaplanacak olan duvar yüzeyi arasındaki mesafe en az 4 cm. olmalıdır. Bronz, alüminyum, galvanize demir ya da paslanmaz çelik malzemelerden seçilen metal kenetlerin değişik türleri bulunmaktadır (Şekil 3.26) (Arkan, 1968).



Şekil 3.26 Metal kenet türleri (Arkan, 1968)

- **Kancalı yöntem:** Mermer plaklar kaplanacak olan duvar yüzeyine kancalarla bağlanır. Harçlı-kenetli yöntemin ileri bir derecesi olan kancalı yöntemde, mermer plaklar duvar yüzeyine dübellere tutturulur (Bölüm 3.2).

Cepheye asılan mermer plaklar üzerinde zamanla birtakım deformasyonlar oluşacaktır. Bu deformasyonların, diğer plaklar üzerinde basınç gerilimleri yaratmasını önlemek ve arkalarındaki konstrüksiyona zarar vermemesini sağlamak için mermer plaklar arasında yeterli derz aralıkları bırakılmalıdır.

Mermer plaklar arasındaki derz kalınlıkları 5 mm.den fazla olmamalıdır (Binan, 1961). Derz aralıkları kullanılacak olan mermer plakların kalınlığına göre de değişebilmektedir. Plak kalınlıkları arttıkça derz aralıklarının da büyütülmesi gerekir.

Yatay ve düşey derzlerin birbirine eşit olması gerekir. Zamanla oluşacak olan deformasyonlara karşı derzler boş bırakılmalı ya da elastik derz dolgu ürünleri ile doldurularak geçirimsizliği sağlanmalıdır.

### 3.3.1.3 Kireçtaşı kaplamalar

Karalar üzerinde önceden var olan kayaların ayrışması, bu parçaların su ve rüzgar gibi dış etkenlerle taşınarak çökmesi sonucunda oluşan tortul taşların bir türüdür. Yerkürede çok bol bulunan bir taş olan kireçtaşının yapısında en fazla bulunan bileşen kalsiyum karbonat ( $\text{CaCO}_3$ ) tır.

Kireçtaşları kökenlerine ve bileşimlerine göre (Ketin, 1994);

- **Organik kireçtaşları:** Süngerler, mercanlar gibi taş yapan organizmalardan ya da bunların irili ufaklı parçalarından ve kırıntularından oluşur. Organizmaların katı kısımları taşlaşır ve çimentolaşmış kireçli parçalar birikir.
- **Çökeltme kireçtaşları:** Doygun eriyiklerin çökmesi ve tuzlu suların buharlaşması sonucu oluşan tortulardır. Tüfler ve travertenler kaynak çökelleridir.

Kireçtaşları her zaman saf  $\text{CaCO}_3$ 'dan oluşmaz. Bileşimlerinde, türüne göre değişen miktarlarda  $\text{MgCO}_3$  (magnezyum karbonat), kuvars, feldspat taneleri, kil mineralleri ve organik maddeler bulunur (Çoğulu, 1995).

Kireçtaşının yapı ve dokusuna göre; oolitik kireçtaşı, dolomitik kireçtaşı, traverten, albatr vb. türleri vardır.

Bütün kireçtaşlarının ana bileşeni kalsiyum karbonat ( $\text{CaCO}_3$ ) tır. Bunun yanında içinde bulunan magnezyum karbonatın hacmi %10'un altında ise taş, yüksek kalsiyumlu kireçtaşı olarak adlandırılır. Magnezyum karbonat hacmi %10'un üstünde ise dolomitik kireçtaşı olarak bilinir. Eğer hacim %45'e yaklaşırsa taş, çift karbonatlı kalsiyum ve magnezyum ( $\text{CaCO}_3$ – $\text{MgCO}_3$ ) içeren dolomit adını alır (Hornbostel, 1961).

Oolitik kireçtaşları kalsiyum karbonatın 0.1-1.0 mm. çapında olan tanelerinden meydana gelir. Genellikle bir çekirdek etrafında oluşur ve kalsitin hızlı çökeldiği dalgalı ve akıntılı sularda gelişir (Ketin, 1994).

İçinde fazla miktarda kil bulunan kireçtaşları ise marn adını alır. Marnlar yumuşak bir yapıya sahiptir.

Kireçtaşlarının adlandırılmaları çıkarıldıkları yerlere göre yapılır. Antalya kireçtaşı vb...

Geniş kitlelere yayılmış olan kireçtaşı, dayanıklı ve kolay işlenen bir taş olduğundan her zaman kullanılan bir ürün olmuştur. Mısırlılar, Romalılar, yakın ve uzak doğu insanları yapılarında kireçtaşını kullanmışlardır. Amerika'da da halk mimaride yapı ürünü olarak kireçtaşını tercih etmiştir. Kireçtaşı günümüzde de oldukça fazla kullanılan yapı ürünleri arasındadır.

Kireçtaşı, ocaklardan çoğunlukla kamalama yöntemi ve elmas zincir testereyle taş çıkartma yöntemi ile çıkartılır.

Kamalama yönteminde, çıkarılması düşünülen blok belirlendikten sonra, bu bloğun kenarlarından 10-15 cm. aralıklarla, 6-20 cm. çaplarında ve 30-40 cm. derinlikte delikler delinir. Açılan deliklere kamalar sıkıştırılır, kamalara balyozla vurularak taşa gerilmeler yaratılır ve taşın belirlenen çizgi boyunca yarılması sağlanır. Tamamen insan gücüne bağlı olan bu yöntem kireçtaşı gibi sert olmayan taşların çıkartılmasında kullanılır. Elmas zincir testere ile taş çıkartma yönteminde, bir testere üzerinde hareket eden ve üzerine elmas kesicilerin takıldığı zincirin sonsuz hareketi aracılığıyla taş çıkartılmaktadır (Çorapçioğlu, 1995).

Ocaklardan çıkartılan kireçtaşı blokları işlenmek üzere fabrikalara getirilir. Getirilen pürüzlü bloklar kataraktlarda plaklar şeklinde kesilir. Kataraktlar, ileri geri hareket eden bir çerçeve içinde birbirlerine paralel bir şekilde yerleştirilmiş çelik bıçakları içerir. Bu bıçaklar su ve aşındırıcı bir madde olan, çok ince kuvars kumu ile taşı keser. Bu şekilde bloklar bıçakların arasındaki mesafeye göre bölünür. Bundan sonraki kesimler için elmas testereler kullanılır. Bu testereler kenarlarında dört köşe dişler bulunan yuvarlak disklerdir. Dönme hızı çok büyük olan testereler düz bir satı oluşturarak taşı keser. Kesilen plakları istenilen boyut ve yüzeyde elde etmek için planyalar kullanılır. Planya bıçağının dikey ve yatay hareketi vardır. Böylece plağın üst yüzü ve iki yanı istenilen boyutta düzeltilebilir (MTA, 1966).

Kireçtaşı plak yüzeylere düz bir doku verilebildiği gibi, istenirse çeşitli yöntemlerle çeşitli yüzey şekilleri de verilebilir. Sert çelikten yapılmış dişli tarakla şekil verilen yüzeylerde, ince ve birbirine paralel yivler yapılır. Dişli çekiçler kullanılarak plak yüzeyinde değişik dokular yaratılabilir. Ucu koni şeklinde olan murçla taş yüzeyinden parçalar kopartılarak girintili çıkıntılı yüzeyler elde edilebilir.

Boyutları belirlenmiş ve istenilen dokusu verilmiş olan kireçtaşı plaklar kullanıma hazır hale gelir.

### Kireçtaşının özellikleri

Kireçtaşının yapısında bulunan maddeler ve bu maddelerin miktarları onun rengini, dokusunu, yapısını ve çeşitliliğini etkiler. Aynı kireçtaşı ocağından farklı görünümde ve özellikle taş çıkartılabilir. Kireçtaşının görünümü bu özellikler dışında kireçtaşının oluşumuna da bağlıdır.

Kireçtaşları genellikle açık gri ve siyah tonlarındadır. Kireçtaşı kırmızı, yeşil, gri, siyah gibi renklerde olabilmektedir (Şekil 3.27). Saf  $\text{CaCO}_3$  ve  $\text{MgCO}_3$ 'ın renkleri beyazdır (Dürüs, 1988). İçinde bulunan demiroksitler kırmızımsı ve yeşilimsi renkleri üretir. Çürümüş bitkilerden oluşan organik maddeler de koyu gri ve siyah tonlarındaki renkleri verir (Hornbostel, 1961).



Şekil 3.27 Kireçtaşı kaplama çeşitleri (Pekmer, 2002; [11] )

Genel olarak kireçtaşları, ince taneli, yoğun, aynı cins kum içeren, açık gri ve siyah tonlarında olan taşlardır (Hornbostel, 1961).

Mermer ve travertene göre daha mat bir yüzeyi vardır. Mermerler ile hemen hemen aynı sertlik değerine sahiptir. Ağırlıkça su emme değeri travertenlere göre azdır. Isı iletkenlik katsayısı granit ve mermere göre düşüktür. Basınç ve eğilmede çekme dayanımları granitlere göre düşüktür.

Bütün kireçtaşlarının belirli bir kristal şekli vardır. Kristal yapı, çeşitli gruplaşmalar ile sürekli olarak büyür. Kireçtaşı çok aktif bir yüzey içerir. Kireçtaşının en önemli özelliği çift kristal yapıda oluşmasıdır. Çift kristal oluşumu gösteren kireçtaşlarında boşluklar bulunur (Dürüs, 1988).

Kireçtaşının yapısında  $\text{CaO}$ ,  $\text{MgO}$ ,  $\text{CO}_2$ ,  $\text{Fe}_2\text{O}_3$ ,  $\text{Al}_2\text{O}_3$ ,  $\text{SO}_3$ ,  $\text{SiO}_2$  ve çözünmeyen maddeler bulunmaktadır (Çizelge 3.7) (Hornbostel, 1961).

Çizelge 3.7 Kireçtaşının bileşiminde bulunan maddelerin % değerleri (Hornbostel, 1961)

Kireçtaşı türleri	CaO	MgO	CO <sub>2</sub>	Fe <sub>2</sub> O <sub>3</sub>	Al <sub>2</sub> O <sub>3</sub>	SO <sub>3</sub>	SiO <sub>2</sub> ve çözünmeyen maddeler
Oolitik	54.68	0.68	43.12	0.18	0.52	0.06	0.76
Dolomitik	27.68	18.70	41.50	0.55	-	-	11.57

Kireçtaşının fiziksel özellikleri, kimyasal özellikleri, termik özellikleri ve mekanik özellikleri Çizelge 3.8'de verilmiştir.

Çizelge 3.8 Kireçtaşının teknik özellikleri

(Değerler MTA, 1966; Kocataşkın, 1973; TS 2513; Dürüş, 1988; Everett, 1994; Çorapçıoğlu, 1995; Erguvanlı, 1995; TS 825; Toydemir vd., 2000 ve Eriç, 2002 kaynaklarından alınmıştır).

Fiziksel özellikleri	Değerler
Renk	Beyaz, kırmızı, yeşil, gri, siyah...
Doku	Mat
Sertlik değeri	3-4mohs
Birim hacim ağırlığı (yoğunluk)	2.4-2.7 t/m <sup>3</sup>
Porozite (boşluk) oranı	%0.5-2
Ağırlıkça su emme oranı	%0.2-0.6
<b>Kimyasal özellikleri</b>	
Islanmada şişme değeri	0.09-0.16 mm/m
Kurumada büzülme değeri	0.13-0.4 mm/m
Gazlara vb. maddelere dayanıklılık	Bazı derecelerde etkilendir.
Radyasyona karşı yüzey emicilik katsayısı	Açık renk-0.2-0.3 Koyu renk-0.9-1.0
<b>Termik özellikleri</b>	
Isı genleşme katsayısı	2.4-9x10 <sup>-6</sup> K <sup>-1</sup>
100 °C ısı farkında ısı genleşmesi	0.70 mm/m
Isı iletkenlik katsayısı	2.3 W/mK
Isısal öz direnç (1 / iletkenlik)	0.65 mK/W
<b>Mekanik özellikleri</b>	
Elastiklik modülü	340000-380000 kg/cm <sup>2</sup>
Basınç dayanımı	800-1800 kgf/cm <sup>2</sup>
Eğilmede çekme dayanımı	30-150 kgf/cm <sup>2</sup>
Darbeye karşı dayanım değeri	en az 6 kg/cm <sup>2</sup>
Aşınma miktarı	15-40 cm <sup>3</sup> /50cm <sup>2</sup>

### Kireçtaşı kaplamaları uygulama yöntemleri

Kireçtaşı kaplamalar genellikle 12x24, 16x16, 24x24 gibi boyutlarda üretilmektedir. Plak kalınlıkları ise 20-40 mm. arasında değişmektedir.

Cepheye asılan kireçtaşı plaklar diğer kaplama türlerinde de olduğu gibi birtakım yüklerin etkisi altındadır. Dış cephe kaplamaları için bu yüklerden en önemlileri rüzgar kuvvetleridir.

Bu nedenle plakların eğilme dayanımlarının yüksek olması gerekir. Kireçtaşı plakların eğilme dayanımları  $30-150 \text{ kgf/cm}^2$  değerleri arasında değişmektedir.

### Yapıştırma yöntemleri

- **Harç ile uygulama yöntemi:** Kireçtaşı plaklar çimento esaslı harçlar ile duvara yapıştırılır.

Burada önemli olan harcın içindeki çimentonun su geçirmez olması, kumun temiz olması ve taşın tepki göstereceği tuz ya da katkı maddeleri içermemesidir (Hornbostel, 1961).

### Ankrajlı yöntemler

Kireçtaşı plakların ankrajlı yöntemler ile uygulanmasında kullanılan tespit parçaları, paslanmaz çelik bağlayıcılardan seçilmelidir. Farklı iki ürün birbirine temas ettiğinde kireçtaşı plakları etkileyebilecek bir paslanma olayının oluşmaması için bu ürünler tercih edilir.

Kireçtaşı plakların cepheye takılmasını sağlayan tespit parçalarının yeterli dayanımı göstermeleri ve üzerilerine gelen yükleri güvenle taşıyabilmeleri gerekmektedir. Yeterli dayanımı gösterebilmesi için kullanılacak olan tespit pimlerinin çapı 4 mm. olmalıdır. Plakların arka yüzüne açılan, tespit pimlerinin geçeceği yuvaların her birinin yük taşıma sınırı ise  $2700-3500 \text{ N}$ 'dur (Çorapçıoğlu, 1995).

- **Harçlı-kenetli yöntem:** Kireçtaşı plakların uygulanmasında harçlı-kenetli yöntem de kullanılmaktadır. Bu uygulamada plaklar, duvara harç ile bağlanan metal kenetler aracılığı ile monte edilir (Bölüm 3.2).
- **Kancalı yöntem:** Kireçtaşı plaklar, arka yüzeylerine açılan yuvalara tespit edilen taşıyıcı ve tutucu kancalar ile duvara bağlanır. Her plağın duvara, en az dört noktadan tutturulması gerekir (Bölüm 3.2).

Dış cephe plak kaplamalarının tümünde olduğu gibi kireçtaşı plak kaplamaların arasında da birtakım etkilerden dolayı sorunların oluşmaması için yeterli derz aralıkları bırakılmalıdır. Kireçtaşı plaklarda, birbirine eşit olan yatay ve düşey derzlerin aralıkları 4 mm. olarak yapılır (Schaupp, 1967).

### 3.3.1.4 Traverten kaplamalar

Travertenler, eriyiklerin çökmesi ve tuzlu suların buharlaşması sonucunda oluşan tortulardır. Tortul taşlar grubunda yer alırlar. Çökme kireçtaşlarının bir türü olan travertenler, kaynaklar etrafında taşlaşarak oluşmuşlardır. Travertenlerin ana bileşeni  $\text{CaCO}_3$ 'tür (Ketin, 1994).

Genellikle saman renginde olan travertenlerin yapısında, sünger gibi irili ufaklı delik ve boşluklar bulunmaktadır.

Traverten, eski Roma'da kullanılan inşaat ürünleri içinde, tarihsel bakımdan en sonucusudur. Cumhuriyet döneminde bu taş türünden çok sınırlı ölçüde yararlanılmıştır. O dönemde traverten çok pahalı bir ürün olduğundan lüks bir taş sayılırdı ve bu nedenle anıtların en çok görünen bölümlerinde kaplama geci olarak ya da çok sağlam oldukları için sütunların dayanak noktalarında ve tonozların kilit taşlarında kullanılırdı. İmparatorluk döneminde daha çok kamu yapılarında kullanıldı. Marcellus tiyatrosu, Flavius amfitiyatrosu, Tiburtinus kapısı gibi... (Benk vd., 1986).

Traverten, kireçtaşı blokların çıkarımında olduğu gibi, ocaklardan çoğunlukla kamalama ve elmas zincir testereyle taş çıkartma yöntemleri ile çıkartılır.

Kamalama yöntemiyle taş çıkartılırken, belirlenen blok, yüzeyine çizilen çizgiler doğrultusunda, murçla, belli aralıklarla delinir. Bu deliklere birtakım demir lamalar konulur ve kamalara balyozla vurularak taşa gerilmeler yaratılır. Gerilen taş belirlenen çizgiler ve delinmiş olan delikler doğrultusunda yarılarak ana kütlede koparılır.

Elmas zincir testere ile taş çıkartma yönteminden, daha çok traverten ve kireçtaşı gibi sertliği fazla olmayan taşların çıkarımında yararlanır. Bu yöntem, bir testere üzerinde hareket eden ve üzerinde elmas kesicilerin bulunduğu zincirin sürekli olarak hareketi ile çalışmaktadır. Bu hareket sonucunda blok ana kütlede ayrılır.

Ana kütlede ayrılan bloklar işlenmek üzere fabrikalara getirilir. Kireçtaşı üretiminde olduğu gibi düzgün geometrik şekli olmayan traverten blokları, katarakt makinelerinde plaklara ayrılır ve istenilen boyuta getirilir.

Traverten plakların boyutları ayarlandıktan sonra üst yüzey işlemlerine geçilir. Traverten cilalanmadan da kullanılabilme özelliğine sahiptir. Kendi doğal dokusu ile oldukça güzel

görünümlem vermektedir. Ancak traverten plaklara, parlatıcılarla cilalanarak parlak görünümlem de verilebilir. Plakların parlatılması için genellikle sentetik parlatıcılar kullanılır.

Yüzey dokusu tamamlanan plakların, gerekirse kenarları düzeltilir ve plaklar ambalajlanarak kullanıma hazır hale gelir.

### Travertenin özellikleri

Diğer doğal taş türlerinde olduğu gibi, travertenlerin de çeşitli renk ve dokularda türleri bulunmaktadır. Dış cephe kaplaması olarak kullanılan traverten plaklar açık gri, bej, sarı, kahverengi, kırmızı, yeşil vb. renklerde dir. Kireçtaşı ve mermere göre daha parlak renklere sahiptir (Şekil 3.28).



Şekil 3.28 Traverten kaplama çeşitleri (MTA, 1966)

Değişik bölgelerden değişik renklerde traverten çıkarılabilmektedir (Çizelge 3.9).

Çizelge 3.9 Bazı travertenlerin renklerine göre çıkarıldıkları yerler (TS 1910)

Renk	Ticari adı	Çıkarıldığı yer
Bal rengi	Çermik traverteni	Sivas-Yıldızeli
Açık-koyu sarı	Denizli traverteni	Denizli
Sarı-koyu bej	Başkale taşı (traverten)	Van-Başkale
Bej	Malıköy traverteni	Ankara-Malıköy

Yapısında irili ufaklı delikler bulunmaktadır. Bu delikler, hava kabarcıklarından ve içindeki kalıntıların zamanla çürümesinden oluşmuştur.

Travertenler ocaktan çıktığı zaman yumuşaktır ve hava ile temasında ocaktaki nemini kaybederek sertleşir. Yeterli miktarda sertleşmemiş olan travertenler yapı taşı olarak kullanılmaz [1]. Havada sertleşen travertenlerin basınç dayanımları artar.

Kireçtaşlarının bir türü olan travertenler, yumuşak olmalarından ve gözenekli yapılarından dolayı kolay işlenir.

Ağırlıkça su emme değeri diğer doğal taşlara oranla yüksektir. Isı iletkenlik katsayısı granit ve mermere göre düşüktür. Basınç ve eğilmede çekme dayanımları mermerlere göre düşüktür.

Travertenlerin yapısında CaO, MgO, CO<sub>2</sub>, Fe<sub>2</sub>O<sub>3</sub>, SiO<sub>2</sub> ve çözünmeyen maddeler bulunmaktadır (Çizelge 3.10) (Hornbostel, 1961).

Çizelge 3.10 Travertenin kimyasal yapısı (Hornbostel, 1961)

Traverten bileşimindeki elementler	CaO	MgO	CO <sub>2</sub>	Fe <sub>2</sub> O <sub>3</sub>	SiO <sub>2</sub> ve çözünmeyen maddeler
%	30.80	19.70	45.70	0.60	3.20

Travertenin fiziksel özellikleri, kimyasal özellikleri, termik özellikleri ve mekanik özellikleri Çizelge 3.11’de verilmiştir.

Çizelge 3.11 Travertenin teknik özellikleri

(Değerler Kocataşkın, 1973; TS 2513; Çorapçıoğlu, 1995; TS 825 ve Eriç, 2002 kaynaklarından alınmıştır).

Fiziksel özellikleri	Değerler
Renk	açık gri, bej, sarı, kahverengi, kırmızı, yeşil...
Doku	Cilalı-doğal dokulu
Birim hacim ağırlığı (yoğunluk)	2.3 –2.5 gr/cm <sup>3</sup>
Porozite (boşluk) oranı	%5-12
Ağırlıkça su emme oranı	%2-5
<b>Kimyasal özellikleri</b>	
Şişme ve büzülme değeri	0.10-0.12 mm/m
Gazlara vb. maddelere dayanıklılık	etkilenebilir
Radyasyona karşı yüzey emicilik katsayısı	Açık renk-0.2-0.3 Koyu renk-0.9-1.0
<b>Termik özellikleri</b>	
Isı genişleme katsayısı	6-7x10 <sup>-6</sup>
100 °C ısı farkında ısı genişmesi	0.68 mm/m
Isı iletkenlik katsayısı	2.3 W/mK
<b>Mekanik özellikleri</b>	
Basınç dayanımı	200-600 kgf/cm <sup>2</sup>
Eğilmede çekme dayanımı	40-100 kgf/cm <sup>2</sup>
Darbeye karşı dayanım değeri	en az 6 kg/cm <sup>2</sup>

### Traverten kaplamaları uygulama yöntemleri

Dış cephelerde uygulanan traverten plaklar, projesine uygun olarak istenilen boyutlarda üretilmektedir. Traverten plakların kalınlığı ise 2-4 cm. arasında değişmektedir.

Dış cephede kullanılan bütün plak kaplamalarda olduğu gibi, traverten plakların da üzerine rüzgar yükü, deprem yükü, sistemin kendi yükü vb. birtakım yükler gelir. Bu nedenle plakların belli bir eğilme ve basınç dayanımı göstermeleri gerekir.

Traverten plakların eğilme dayanımları 40-100 kgf/cm<sup>2</sup>, basınç dayanımları ise 200-600 kgf/cm<sup>2</sup> arasındadır (Kocataşkın, 1972).

### **Yapıştırma yöntemleri**

- **Harç ile uygulama yöntemi:** Bu yöntemde traverten plaklar, arka yüzeyine sürülen harç ile duvara yapıştırılır.

### **Ankrajlı yöntemler**

Traverten plakların ankrajlı yöntemler ile uygulanmasında her türlü paslanma etkisine karşı paslanmaz çelik tespit parçaları kullanılmalıdır. Plakların cepheye bağlanmasını sağlayan bu tespit parçalarının, üzerilerine gelecek olan yükleri zorlanmadan taşıyabilmeleri için yeterli dayanımı göstermeleri gerekir.

Tespit pimlerinin, traverten plakları rahatça taşıyabilmeleri için çaplarının 4 mm. olması yeterlidir. Traverten plak arkasına açılan pim yuvasının yük taşıma sınırı ise 2400-3300 N'dur (Çorapçioğlu, 1995).

- **Harçlı-kenetli yöntem:** Kaplanacak olan duvarda açılan boşluklara metal kenetler yerleştirilir ve bu boşluklar harç ile doldurulur. Kaplama plakları, duvara yerleştirilen metal kenetler aracılığı ile taşınır (Bölüm 3.2).
- **Kancalı yöntem:** Bu yöntemde, harçlı-kenetli uygulama yönteminde kullanılan metal kenetlerin yerini geliştirilmiş kancalar almaktadır. Traverten plaklar, arka yüzlerine açılan yuvalara takılan kancaların duvara bağlanması sonucunda taşınır.

Diğer doğal taş plak kaplamalarda olduğu gibi traverten plak kaplamalar arasında da birtakım sorunların oluşmaması için yeterli derz aralıkları bırakılmalıdır.

Traverten plak kaplamalar arasında 1mm. derz aralığı bırakmak yeterli olacaktır [1].

### 3.3.2 Yapay taş kaplamalar

Yapay taş, çimento ya da sentetik reçine kullanılarak yapay yollarla hazırlanmış beton, mozaik gibi kagir bir üründür. Yapısında alçı, kireç ya da manyezit olan yapay taşlar da bulunmaktadır. Tuğla gibi ürünlerin yapay taş olarak adlandırılması gerekirse de bu terim daha çok çimentolu taşlar için kullanılır (Hasol, 1988).

Yapay taşın yapımı ve kullanımı, çimento tuğlasının gelişimiyle paraleldir. 1868'de betonarmenin bulunmasından sonra yapay taş yapım teknikleri geliştirildi. İlk ürünler, doğal taşın kullanımının zor olduğu ve boyutlarının yetersiz kaldığı pencere denizlikleri, merdiven basamakları, lento, harpušta gibi yerlerde kullanıldı. Yapay taşın dokusu ve renginin doğal taşın doku ve rengine benzemesi yapay taşın kullanım alanını artırdı. 1. Dünya Savaşı'ndan sonra solmaz, kirece dayanıklı renkler geliştirildi ve yapay taş, yapı tasarımlarında geniş ölçüde süsleme işlerinde kullanıldı. Daha sonra daha iyi yüzey etkileri yaratmak için yeni yapım teknikleri kullanılmaya başlandı. Taşların, istenilen renk ve dokudaki küçük parçaları birleştirilerek silindi ve cilalandı. Böylece ilk gerçek yapay taş elde edilmiş oldu.

Yapay taşın ilk örnekleri kalıba konulmuş beton plaklar olmasına karşın, bugün geliştirilen tekniklerle istenilen renk, doku, ölçü ve boyutlarda yapay taş kullanma olanağı vardır.

Dış cephede kullanılan yapay taş plaklar arasında; brüt beton plaklar, yapay taş kaplı beton plaklar, gre seramik plaklar, gre mozaik plaklar, klinker plaklar, kuvars esaslı plaklar ve çimentolu yonga plaklar vardır.

#### 3.3.2.1 Brüt beton kaplamalar

Brüt beton kaplamalar, fabrikada yapay yollarla hazırlanan, bileşiminde agrega, çimento, su ve boya maddesi (pigment) bulunan kaplamalardır. Yapısında bulunan bu maddelerin oranlarındaki değişimler, elde edilen plakların renk, yoğunluk, aşınma miktarı ve benzeri özelliklerini değiştirebilmektedir.

Brüt beton kaplama, üst yüzeyleri doğal görünümü ile bırakılan ya da çeşitli dokusal etkilerin arandığı, yüksek kaliteli ve kalıp sisteminde aşırı özen gösterilen beton yüzeylerdir (Eriç, 2002).

Brüt beton kaplamaların üretiminde makinelerin kullanılmasıyla büyük ölçüde üretim sağlanmakta, istenilen biçim ve ölçülerdeki plakların üretimi yapılabilmektedir. Aynı zamanda makinelerin kullanılması, elde edilen plakların niteliklerinin de daha yüksek olmasına neden olmaktadır.

Beton, Etrüsk ve Romalılar zamanından beri bilinen bir yapı malzemesidir. Ancak bu çağlardaki kullanılış şekli bir dolgu malzemesi niteliğinde olmuştur. Bugünkü anlamıyla beton yapımındaki ilk adım, J. Aspdin'in (İng.-1825) portland çimentosunu bulmasıyla atılmıştır (Eriç, 2002). Yapay bir taş olan beton kaplamaların üretimi, betonarmenin keşfinden sonra geliştirilmiştir ve ilk yapay taş örnekleri arasında sayılabilmektedir.

Brüt beton kaplamaların üretiminden önce, uygulanacak projeye göre birtakım ayarlamaların yapılması gerekmektedir. Bunun nedeni, projede istenilen plak boyutu ile hazırlanan plağın boyutunun, üretim sırasında yapılabilen kalıp hataları, betonun rötresi gibi etkenlerle birbirini tutmamasıdır. Bu ayarlamalardan sonra üretime geçilir.

Beton plağın yapısını oluşturan agrega, çimento, su ve isteğe göre renklendirici ya da katılaşmayı hızlandırıcı katkı maddeleri belli oranlarda karıştırılır. Bu ürünlerin oranları, oluşacak olan plağın nitelikleri açısından oldukça önemlidir.

Çimentonun tam hidratasyonu için su/çimento oranının 0.22-0.25 olması gerekir. Yeterli işlenebilme ve sıkıştırma için su/çimento oranı bu değerlerden oldukça fazladır. Bu nedenle karışımda daima birleşmemiş su bulunur ve bu su zamanla buharlaşarak su ya da diğer sıvıların girmesi için geçitler bırakır. Böylece plağın geçirgenliği ve çatlama olasılığı artmış olur (Addleson, 1972b). Karışımda çimento fazlalığı olduğunda da plakta aşınma ve çatlamlar artacaktır. Kullanılacak olan kumun yıkanmış ve temiz olmasına özen gösterilmelidir.

Belli oranlarda hazırlanan karışım isteğe göre biçimlendirilmiş, boyutu ayarlanmış ve temizlenmiş kalıplara dökülür. Kalıp titreştirilerek, dökülen karışımın yayılması ve eşit kalınlıklarda olması sağlanır.

Beton, istenilen bütün özellikleri sağlasa da, hatalı bir döküm ya da yerleştirme sonucu, içinde meydana gelen boşluklar kalitenin düşmesine sebep olur. Dökümde prensip, betonun çözülmesini önlemek ve boşluksuz bir şekilde sıkıştırılmasını sağlamaktır (Eriç, 2002).

Kalıp olarak genellikle doğal ya da yapay ahşap, çelik ve plastik kalıplar kullanılır. Çelik kalıplar seri üretime daha uygun olduğundan inşaat piyasasında daha çok tercih edilir. Çelik kalıplara istenen şekiller verilerek beton dökülür. Plastik kalıplarla üretilen plakların pürüzsüz ya da isteğe göre dokulu yüzeyleri olur. Bu kalıplara, çelik kalıplara göre daha kolay eğrisellik verilebilir. Betonun dökümünden sonra, kalıpların deformasyon ve sızıntı yapmayacak şekilde düzenlenmesi gerekir.

Kalıba dökülen beton, gerekli dayanımı alması için bekletilir. Bu nokta da önemli olan bu sürenin uzunluğudur. Ancak karışıma, katılaşmayı hızlandırıcı katkı maddeleri katarak ya da yüzeye buhar-sıcak hava kürleri uygulayarak süre kısaltılabilir. Hangi yöntem kullanılırsa kullanılsın döküm ve kalıptan çıkarma arasındaki gecikme süresi birkaç saattir (Çolak, 1989).

Kalıptan çıkarılan beton plaklar, kurumaları için ahşap çıtalar üzerinde ve birbirlerine dayandırılarak dik olarak dizilir. Plakların kurumadan sonra yüzey işlemlerine geçilir. Brüt beton plakların yüzeyleri için betonun dökümünden önce ve sonra uygulanacak çeşitli yöntemler vardır. Plak kurduktan sonra silme makinelerinde silinip cilalanır ve böylece plakların düzgün yüzeyleri olur.

Dokusal ya da dekoratif yüzeylerin elde edilebilmesi için betonun dökümünden önce kalıp altına ahşap, plastik gibi kalıp astarları yerleştirilebilir. Betonun dökümünden kısa bir süre sonra yüzeyin tel fırça ile fırçalanması ya da basınçlı su ile yıkanması gibi yöntemler de bulunmaktadır (Eriç, 1984).

Üst yüzey işlemi tamamlanan beton plaklar kullanıma hazır hale gelir.

### **Brüt beton kaplamaların özellikleri**

Brüt beton kaplamaların nitelikleri bileşiminde bulunan kum, çimento, su ve diğer katkı maddelerinin oranlarına bağlı olarak değişebilmektedir.

Beton plağın rengi, büyük ölçüde yapısında bulunan çimento ve agreganın rengine ve yapısına bağlıdır. Normal gri çimento kullanımının yanında beyaz ve renkli çimentonun kullanımı renk çeşitliliğini artırır. Çimentonun bulunan renkleri beyaz, krem rengi, pembe, kırmızı, kahverengi, açık yeşil, mavi ve siyahtır (Çolak, 1989).

Ayrıca beyaz çimentoya boya maddesi katılarak da renkli yüzeyler elde edilebilmektedir. Karışıma katılan agregaların rengi ve dokusu elde edilen plağın rengini ve dokusunu etkiler. Brüt beton plaklar, cilalanmış yüzeyler ya da çeşitli aletlerle fırçalanarak elde edilen dokulu yüzeyler gibi çok çeşitli yüzeylere sahip olabilir. Üretimde kullanılan kalıpların tasarımı ile değişik biçimlerde ve boyutlarda kaplama üretme olanağı bulunmaktadır.

Beton plakların gözenekliliği ve geçirgenliği üretimi sırasında yapılan hatalara bağlıdır. Karışıma fazla su konulduğunda, betonun erken kurummasına izin verildiğinde ve döküm ve karıştırma hatalarından dolayı plak içinde boşluklar kalabilmekte ve tam geçirimsizlik sağlanamamaktadır (Çolak, 1989).

Brüt betonun fiziksel özellikleri, kimyasal özellikleri, termik özellikleri ve mekanik özellikleri Çizelge 3.12’de verilmiştir.

Çizelge 3.12 Brüt betonun teknik özellikleri  
(Değerler Çolak, 1989; Everett, 1994; TS 825; Eriç, 2002 ve [1] kaynaklarından alınmıştır).

<b>Fiziksel özellikleri</b>	<b>Değerler</b>
Renk	Gri, beyaz, pastel krem rengi, deri sarısı...
Doku	Düz - dokulu
Birim hacim ağırlığı (yoğunluk)	1800-2400 kg/m <sup>3</sup>
Ağırlıkça su emme oranı	%1-8
<b>Kimyasal özellikleri</b>	
Su ve nem etkisi	Ph < 7 olan sular asit etkisi yapar.
Su buharı difüzyon direnç katsayısı ( $\mu$ )	70-150
Gazlara vb. maddelere dayanıklılık	Bazı gazlardan etkilenebilir.
Kimyasallara dayanıklılık	Etkilenirler.
Radyasyona karşı yüzeysel emicilik katsayısı	0.3-0.5
<b>Termik özellikleri</b>	
Isı iletkenlik katsayısı	1.74 W/mK
Isı genişleme katsayısı	10-12 x 10 <sup>-6</sup> cm/cm °C
Isısal öz direnç (1/iletkenlik)	1.78-1.33 mK/W
<b>Mekanik özellikleri</b>	
Elastiklik modülü	21000 N/mm <sup>2</sup>
Basınç dayanımı	5-60 N/mm <sup>2</sup>
Çekme dayanımı	2.5-3.5 N/mm <sup>2</sup>

### **Brüt beton kaplamaları uygulama yöntemleri**

Brüt beton plakların boyutu ve kalınlığı projeye uygun olarak ayarlanmaktadır. İstenilen en, boy ve kalınlık belirlenerek kullanılacak olan kalıp hazırlanır ve döküm yapılır. Ancak beton plakların en az kalınlığı 4 cm. ve en küçük boyutu 25 cm. den az olmayacaktır [1].

Cepheye uygulanan brüt beton plakların dayanımı, plakları cepheye bağlayan harcın, metal kenetlerin ve kancaların dayanımına bağlıdır.

### **Yapıştırma yöntemleri**

- **Harç ile uygulama yöntemi:** Bu yöntemde brüt beton plak kaplamalar duvar yüzeyine harç ile yapıştırılır.

Burada önemli olan harcın kaliteli olması ve boşluk içermemesidir. Harç içinde boşluk olduğu zaman, herhangi bir nedenle kaplamadan içeriye sızan su, bu boşluklarda toplanarak don etkisi altında kaplamanın düşmesine neden olabilir.

### **Ankrajlı yöntemler**

Ankrajlı yöntemlerle uygulanan beton plakların dayanımı, plakları taşıyan metal kenetlerin ve kancaların dayanımına bağlıdır. Metal kenetler ve kancalar, nemli ortamlarda korozyona uğrayarak taşıma özelliklerini kaybedebilir. Bu nedenle bağlayıcı parçaların paslanmayan ürünlerden seçilmesi, plakların dayanımı açısından oldukça önemlidir.

- **Harçlı-kenetli yöntem:** Bu yöntemde harç, plakları taşıyan metal kenetlerin duvara bağlanmasında kullanılır. Plaklar metal kenetler ile taşınır (Bölüm3.2).
- **Kancalı yöntem:** Brüt beton plaklar, taşıyıcı ve tutucu kancalar ile duvara bağlanır. Kaplanacak duvar yüzeyi ile plak arasında 3 cm. lik bir hava boşluğu bırakılır (Eriç, 1984).

Beton plaklar duvara uygulanırken aralarında derz boşlukları bırakılır. Bu derz boşlukları 5 mm. den daha fazla olmayacak şekilde bırakılabilir [1].

Plakların birleşme derzlerinin su yalıtımını sağlamak için doldurulması ya da metal bir çita ile kapatılması gerekmektedir (Eriç, 1984).

### **3.3.2.2 Yapay taş kaplı beton kaplamalar**

Alt ve üst tabaka olmak üzere iki ayrı tabakadan oluşan, alt tabakası kumlu çimento harcı, üst tabakası ise çimento ve istenilen türde ve büyüklükte mermer tozu ya da doğal taş kırıklarından meydana gelen plaklardır.

Yapay taş kaplı beton plak kaplamalar ilk olarak merdiven basamağı, lento, harpuşa ve denizlik gibi yerlerde kullanıldı. Daha sonra teknolojinin gelişmesiyle ileri teknikler kullanılarak bu ürünün renkleri geliştirildi. Zamanla bu ürünün kullanım alanları arttı ve dış cephe kaplaması olarak da kullanılmaya başlandı. Bugün, yapısında bulunan agreganın ve doğal taş kırıklarının renk, şekil ve boyutuna bağlı olarak ya da içine katılan maddelerle istenilen renk ve dokuda kaplama üretmek olanaklıdır.

Brüt beton kaplamalarda olduğu gibi, bu plakların da üretiminden önce birtakım hesaplamaların yapılması gerekir.

Hesaplama işleminden sonra karışım, alt tabaka ve üst tabaka karışımı olarak iki ayrı yerde hazırlanır. Alt tabaka için normal beton hamuru (agrega, çimento ve su karışımı) yapılır. Üst tabaka karışımı ise, çimento ve suya, renkli doğal taş tozu ya da kırıkları katılarak hazırlanır. Hazırlanan karışımlara, istenilirse plakların fiziksel ya da mekanik dayanımlarını artırıcı katkı malzemeleri katılabilmektedir.

İstenilen boyutlardaki ve şekillerdeki çelik kalıplar temizlenerek döküm için hazırlanır. İlk önce üst tabakayı oluşturan karışım, hazırlanan kalıba dökülür. Karışımın kalıp içinde aynı kalınlıkta yayılması sağlanır. Bu işlem yapılmazsa, üst yüzey işlemleri sırasında alt tabaka ortaya çıkabilmektedir.

Kalıp içine yayılan karışım üzerine çimento tozu serpilir. Bunun amacı alt ve üst katman arasında bağlantıyı kısa bir süre içinde sağlamak ve karışımdaki su fazlasını gidermektir (Çolak, 1989). Çimento tozu üzerine alt tabakayı oluşturacak olan karışım dökülür. Döküm işlemi bitirildikten sonra hazırlanan tabakalar preslenir ve yeterli dayanımı alması sağlanır.

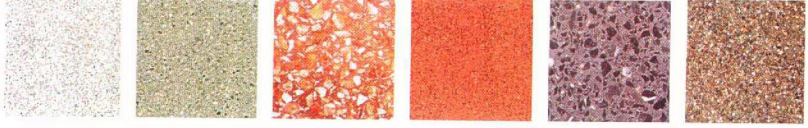
Standart ölçülü plaklar 500 tonluk bir basınç altında, çelik kalıplar içerisinde prefabrike olarak üretilir. Standart ölçü dışındakiler ise, vibrasyon yöntemi ile üretilmektedir [1].

Kalıptan çıkarılan plaklar 3-5 gün boyunca kurutulur. Daha sonra plaklar bünyesindeki mermer tozu ya da aynı sertlikte renkli doğal taş kırıklarını ortaya çıkaracak şekilde karborondum disklerle silinir ve son şeklini alır (Eriç, 2002).

Yapay taş kaplı beton plak kaplamaların üretimi, uygulanmasına yönelik armatürlü olarak da yapılabilir [1].

## Yapay taş kaplı beton kaplamaların özellikleri

Yapay taş kaplı beton plakların nitelikleri, yapısında bulunan, alt ve üst tabakayı oluşturan karışımların içindeki bileşimlerin oranlarına bağlıdır. Renkleri, üst tabakada bulunan doğal taş kırıklarına bağlı olarak değişir. İstenilen renk ve dokuda plak elde etmek olanaklıdır (Şekil 3.29). Yüzey dokusu olarak, cilalı yüzeyler yapılabildiği gibi üst tabakadaki agregaları açığa çıkararak dokulu yüzeyler de yapılabilir.



Şekil 3.29 Yapay taş kaplı beton plak kaplama çeşitleri (Famerit kataloğu)

İki tabaka halinde üretilen yapay taşlar farklı malzemelerden üretilmelerinin sonucu olarak şekil değiştirme eğilimindedir. İnce toz oranı (mermer tozu) yüksek olan plakların birim hacim kütleleri küçük ve malzemedeki boşluk oranı büyüktür. Ayrıca eğilimde çekme dayanımı azalmakta ve yüzey aşınma kaybı en yüksek değerine ulaşmaktadır. Karışıma giren agregaların dağılımlarının karışık ve özgül ağırlıklarının büyük oluşu aşınma kaybını azaltmaktadır. Alt ve üst tabaka karışımına giren çimento ve su miktarı farklı olduğu için boşluk miktarları katmanlara göre değişmektedir. Yoğunlukları farklı olan bu iki katmanın ısıl genişleme katsayıları ve buhar geçirimsizlikleri de farklıdır (Çolak, 1989).

Yapay taş kaplı betonun fiziksel, kimyasal ve mekanik özellikleri Çizelge 3.13’de verilmiştir.

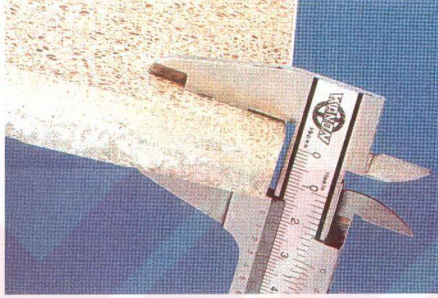
Çizelge 3.13 Yapay taş kaplı beton plakların teknik özellikleri  
(Değerler Çolak, 1989; Everett, 1994; Toydemir vd., 2000 ve Greton Kataloğundan alınmıştır).

Fiziksel özellikleri	Değerler
Renk	Gri, kırmızı, yeşil, krem rengi vb...
Doku	Cilalı - dokulu
Birim hacim ağırlığı (yoğunluk)	2.2 gr/cm <sup>3</sup>
Ağırlıkça su emme oranı	%2-5
<b>Kimyasal özellikleri</b>	
İslanmada şişme değeri	0.16-0.2 mm/m
Kurumada büzülme değeri	0.2 mm/m
Gazlara vb. maddelere dayanıklılık	İyi kalitede çok az etkilenir.
Çözünür tuzlara karşı dayanıklılık	Nadiren etkilenir.
<b>Mekanik özellikleri</b>	
Eğilimde çekme dayanımı	7.2-8.6 N/mm <sup>2</sup>
Aşınma miktarı	14.8-38.7 cm <sup>3</sup> /50cm <sup>2</sup>

## Yapay taş kaplı beton kaplamaları uygulama yöntemleri

Dış cephe kaplaması olarak kullanılan yapay taş kaplı beton plaklar, projeye göre özel boyutlarda üretilebilmektedir. Plaklar standart olarak 20x40, 30x30, 40x40, 40x60, 50x50 cm. ölçüsündedir.

Plak kalınlıkları ise, 1.5-4.5 cm. arasında değişmektedir (Şekil 3.30) ([1]; Greton kataloğu).



Şekil 3.30 Yapay taş kaplı beton plak kalınlığı (Gretton kataloğu)

Cephede rüzgar yükü etkisinde kalan plaklar için eğilmede çekme dayanımları önemlidir. Yapay taş kaplı beton plakların eğilmede çekme dayanımları  $7.2-8.6 \text{ N/mm}^2$  arasında değişmektedir.

### Yapıştırma yöntemleri

- **Harç ile uygulama yöntemi:** Plaklar dış cepheye harç yada çimento esaslı diğer yapıştırıcılarla kolaylıkla uygulanabilir.

### Ankrajlı yöntemler

- **Harçlı-kenetli yöntem:** Yapay taş kaplı beton plakların uygulanmasında harçlı-kenetli yöntem de kullanılmaktadır. Bu yöntemde, metal kenetler plakların arkasına takılarak plaklar duvara uygulanır. Metal kenetlerin plak arkasına takılması, plakların üretimleri sırasında da yapılabilir.

- **Kancalı yöntem:** Yapay taş kaplı beton plaklar, duvar yüzeyine taşıyıcı ve tutucu kancalar ile bağlanır. Her plak, iki adet taşıyıcı kanca ve iki adet tutucu kanca olmak üzere dört kanca ile taşınır.

Yapay taş kaplı beton plaklar duvara uygulanırken aralarında derz boşlukları bırakılır. Her türlü etkiden gelebilecek hareketlere karşı yatay ve düşey derz aralıklarının 4mm. olması gerekmektedir.

### 3.3.2.3 Seramik kaplamalar

Seramik, doğal kayaların yapay yollarla yeniden üretilmesiyle elde edilir. Kilin pişirilmesi sonucunda elde edilen sert, sağlam ve değişmez yapı kazanan ürünlerdir.

Pişmiş toprak olan seramik yapı malzemelerini ilk olarak M.Ö. 3000 yıllarında Sümerler üretilip kullanmışlardır. M.Ö. 20.yy.da Romalılar, seramiği ilk kez kiremit üreterek yapıda kullanmışlardır. M.Ö. 13.yy.da Çinliler porseleni, M.Ö. 6.yy.da Orta Asya'da Türkler ilk sırlı seramiği üretmişler, M.S. 13.yy.da Anadolu'da Selçuklular çini uygulamasında doruğa ulaşmışlardır. M.S. 16.yy.da Osmanlı devrinde İznik ve Kütahya çinilerinin en güzel örneklerinin verilmesi, M.S. 17.yy.da İtalya'nın Fienze şehrinde sırlı seramiğin görülüşü, 1896'da II. Abdülhamit'in Yıldız Sarayı içinde porselen atölyesi kurması pişmiş toprak malzemenin gelişiminde önemli adımlar olmuştur (Eriç, 2002).

Zamanla yaygınlaşarak birçok yerde kullanılan seramik ürünler, günümüzde teknolojik gelişmelerin de etkisiyle bugünkü şeklini almıştır. Ancak bütün yapı ürünlerinde olduğu gibi seramik ürünlere de yeni niteliklerin kazandırılması için çalışmalar sürmektedir.

Boşluklu, yarı boşluklu ve boşluksuz olarak üretilen seramik ürünleri arasında, dış cephe kaplaması için kullanılan tür, boşluksuz seramik ürünlerdir.

Boşluklu seramik malzemelerde, sır tabakasının genleşme katsayısı sırlanan malzemenin genleşme katsayısının iki katı dolayında olduğu için, bu tür seramiklerin dış cephede kullanılması halinde sır tabakasının çatlama olasılığının yüksek olduğu bilinmelidir. Bu nedenle bu tür seramik kaplamaların dış cephede kullanılmasından kaçınılmalıdır (Toydemir vd., 2000).

Bütün seramiklerin ana maddesi olan ve hamura plastikleştirici özelliği veren kile, plastik olmayan kum ve kuvars, bünyeyi camlaştıran feldspat ve tebeşir gibi eriticiler katılır. Bu karışım öğütücü değirmenlerde sulu olarak karıştırılır. Su fazlası, vakumlu preslerle alınır ya da kurutma ile giderilir. Hazırlanan hamura şekillendirme makinelerinde biçim verildikten sonra kurutulan parçalar yüksek ısıli fırınlarda pişirilir. Ancak pişirme işlemi bir kerede bitmez. Değişik özellikler kazandırabilmek için her parça, özelliğine uygun derecelerde pişirilir. Pişirilen seramik parçaları türüne göre gerekiyorsa parlatılır ve ambalajlanarak kullanıma hazır hale gelir (Benk vd., 1986).

Seramik ürünlerin kullanım alanlarına göre çeşitli türleri vardır. Dış cephe kaplaması için kullanılan seramik ürünler arasında gre seramik, gre mozaik ve klinker kaplamalar bulunmaktadır.

### 3.3.2.3.1 Gre seramik kaplamalar

Gre seramik karo, kil ve feldspatı uygun oranda karıştırarak ve gerektiğinde kaolin, kuvars ve kalker gibi hammaddeleri de katarak meydana getirilen karışımın ya da bünyesinde bu maddeleri uygun oranda bulunduran hammaddelerin, özel kalıplarda, yüksek basınç altında preslenerek şekillendirilmesinden sonra sırlanarak ya da sırlanmaksızın, 1100 °C'den daha yüksek sıcaklıklarda pişirilmesi ile elde edilen az gözenekli bir seramik plakadır (TS 3450).

Gre seramik, son yıllarda hızla gelişme gösteren seramik ürünlerin, kullanımı giderek yaygınlaşan bir türüdür.

Gre seramiklerin sırlı seramiklerden en önemli farkı, plağın sır ve bünye olarak iki tabakadan oluşmayıp, sır özelliği kazandırılmış tek bir bünyeden oluşmasıdır. Bu nedenle gre seramik bünyesi sır gibi, tamamen renklendirilip yüksek sıcaklıklarda pişirilmiş ve porozitenin sıfıra düşürülmesine çalışılmıştır.

Gre seramik plaklar, genel seramik ürünler içinde sırsız sınıf içinde yer alır. Ancak son yıllarda gittikçe yaygınlaşan yeni teknoloji ile sırlı gre seramik üretimi de mümkün olmaktadır. Gre seramik plakların üretim şekli presleme olduğundan plağın kesin ölçülerde ve düzgün yüzeyli olarak üretilmesi mümkün olmaktadır. Kullanım amacı ve kullanıcının isteğine göre çeşitli boyutlarda üretilebilmektedir.

Gre seramik plakların da kendi içinde değişik türleri vardır. Bu türler farklı yüzeyler elde etmek için kullanılan farklı yüzey işleme tekniklerinden oluşur.

Gre seramik, seramik endüstrisi içinde son on yılda gelişme gösteren bir üründür. Dünya genelinde tüm seramik kaplamaların üretimi içerisinde %40 gibi büyük bir payı vardır. 1997 yılında gre seramik üretimi yapan firmaların sayısında 30'un üzerinde bir artış görülmüştür ve bu sayı gün geçtikçe artmaktadır (Oğuzoğlu, 2002).

Bugün, İtalya seramik sektöründe yer alan 50 önemli firma gre seramik üretimi yapmaktadır. Gre seramik üretiminde birinci olan İtalya'da 1997 yılında sırlı gre seramik üretimine de başlanmıştır. 1998 yılında gre seramik, tek pişirimli karo pazarının bir bölümünü almıştır. Gre seramik pazarının gelişmesi sonucunda, Türkiye'nin de içinde olduğu diğer ülkeler, yatırımlarını bu pazara yöneltmiştir. Gün geçtikçe gre seramik ve bir noktaya kadar sırlı gre seramiğin, seramik endüstrisi içindeki payları artış göstermektedir (Oğuzoğlu, 2002).

Gre seramik ürünler, her türlü teknolojik olanakların bulunduğu fabrikalarda üretilmektedir (Şekil 3.31).



Şekil 3.31 Bir gre seramik fabrikasından görünüm (Akgün Seramik Kataloğu)

Gre seramik ürünlerin üretiminde önemli olan temiz ve kaliteli hammadde kullanılmasıdır. Kil, kaolen, feldspat, ve kuvars ince olarak öğütülerek çamur hazırlanır. Öğütme zamanının azaltılmasına yardımcı olmak amacıyla sert hammaddeler mikronize öğütülmüş olarak kullanılmaktadır. Hazırlanan çamur daha sonra renklendirilir.

Renklendirme işlemi için, ayrı bir yerde çamur haline getirilmiş renkli boya, çamur havuzlarında renksiz çamura karıştırılır. Daha sonra granülasyon işlemine geçilir.

Granülasyon işlemi, havuza alınmış ve renk kontrolü yapılmış %35 su içeren çamurun, püskürtmeli kurutucuda %5-6 rutubet aralığında kurutulması işlemidir. Oluşan granüllerin elek dağılımı oldukça önemlidir. Çünkü özellikle çok küçük çaplı granül tanecikleri, stoklarda beklerken ya da şekillendirme aşamasında düzensiz dağılım göstererek, plak yüzeyinde istenmeyen farklı bölgelerde yoğunlaşıp, homojen renkli tanecik görünümünün bozulmasına ve plaklar arasında renk-ton hatasının oluşmasına yol açmaktadır.

Granülasyon işleminden sonra şekillendirme işlemine geçilir. Şekillendirme aşaması üretimin en önemli bölümüdür. Şekillendirilecek renkli granüllerin, belirli yüzey görünümü verecek oranlarda karışımı ve dekoratif görünümler sağlayan aletlerle değişik yüzeylerin oluşturulması bu aşamada olmaktadır. Plaklar genelde 30x30 ve daha büyük boyutlarda şekillendirilir. Gre seramiklerin bünyesinin pişme işleminde camsılaşp sıfır poroziteye yakın olması istendiğinden 400-450 kg/cm<sup>2</sup> basınçta sıkıştırılmaktadır. Bu amaçla şekillendirme işleminde yaklaşık 5200 ton ağırlığında hidrolik presler ve izostatik kalıplar kullanılmaktadır.

Şekillendirme sonrasında bünyesinde %5 oranında bulunan gre seramik neminin, pişirme öncesinde azaltılması gerekir. Bu nedenle plağa sıcak hava üflenir ve plak kurutulur. Böylece plağın içerdiği nem oranı %0.5'e düşer ve pişirme işlemine geçilir.

Pişirme işlemi hızlı pişirim fırınlarında, yüksek sıcaklıkta ve yavaş olarak yapılmaktadır. Fırın içinde, plağın geçtiği farklı ısıda bölgeler bulunmaktadır. 200-350 °C'de ön ısıtma işlemi, 350-400 °C'de fiziksel suyun bünyeden atılması işlemi, 400-600 °C'de kimyasal suyun atılması işlemi, 600-900 °C'de organik maddelerin yakılması işlemi, 900-1220 °C'de pişme işlemi gerçekleştirilmektedir. Bu aşamalardan sonra soğutma işlemi başlar (Oğuzoğlu, 2002).

Gre seramik plaklar soğuduktan sonra mat plaklar, boyut, deformasyon ve yüzey düzgünlüğü olarak kalite ayırımından geçerler. Bu ayırım özel makineler tarafından elektronik olarak yapılır. Başka bir noktada renk tonu kontrolleri de yapılır (Şekil 3.32). Kalite ayırımında boyut problemi olan plaklar parlatılacak olan diğer plaklarla parlatma hatlarına gönderilir. Parlatma işlemi, kalitesi ayrılan mat plakların uygun özellikte olanların, bir dizi aşındırıcı taş ve su kullanılarak parlaklığının %70-80 civarına yükseltilmesidir. Parlatma sonrası plaklar, yüzey kontrolü için çalışanlar tarafından kalite kontrolünden geçirilir. Parlak ya da mat olarak üretilen ürünler son olarak ambalajlama bölümüne getirilir. Burada renk, ton ve boyutuna göre ambalajlanıp kutulanırlar. Kutular ateş tabancasıyla ısıtılan kalın bir naylonla sıkıştırılarak kaplanır ve stok alanlarına gönderilir (Oğuzoğlu, 2002).



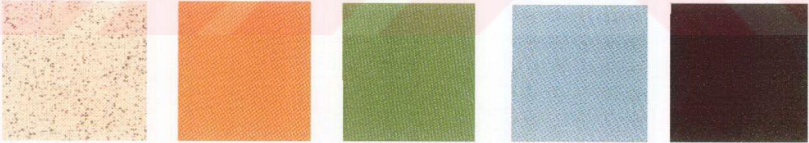
Şekil 3.32 Gre seramik plakların kalite kontrolden geçirilmesi (Akgün Seramik Kataloğu)

### Gre seramik özellikleri

Gre seramik plakların rengi, üretim aşamasında hazırlanan çamura katılan boya ile belirlenir. Mat gre seramik (Şekil 3.33) ve parlak gre seramik (Şekil 3.34) olarak üretilen gre seramiklerin çok çeşitli renk ve tonlarda seçenekleri bulunmaktadır. Gre seramikler krem rengi, gri, turuncu, mavi, yeşil, siyah vb. renklerde olabilmektedir.



Şekil 3.33 Mat gre seramik örnekleri (Eczacıbaşı, 2002)



Şekil 3.34 Parlak gre seramik örnekleri (Eczacıbaşı, 2002)

Yüzey sertliği, doğal taşlar grubunda bulunan granitler ile eşdeğerdedir. Boşluksuz seramik ürünler arasında olan gre seramiklerin su emme değeri oldukça azdır. Yapısında boşluk bulunmamaktadır. Bu nedenle dona karşı da dayanıklıdır. Basınç ve eğilme dayanımları diğer yapay taşlara göre oldukça yüksektir.

Gre seramiklerin fiziksel özellikleri, kimyasal özellikleri, termik özellikleri ve mekanik özellikleri Çizelge 3.14'de verilmiştir.

Çizelge 3.14 Gre seramik plakların teknik özellikleri  
(Değerler TS 3450; Oğuzoğlu, 2002; Eczacıbaşı, 2002 ve Akgün Seramik Kataloğundan alınmıştır).

<b>Fiziksel özellikleri</b>	<b>Değerler</b>
Renk	krem rengi, gri, mavi yeşil, siyah vb...
Doku	Parlak-mat
Sertlik değeri	7-8 mohs
Birim hacim ağırlığı (yoğunluk)	2.0 g/cm <sup>3</sup>
Ağırlıkça su emme oranı	%0.05
<b>Kimyasal özellikleri</b>	
Kimyasallara dayanıklılık	Dayanıklı
Radyasyona karşı yüzeysel emicilik katsayısı	Açık renk 0.3-0.5 Koyu renk 0.9-1.0
<b>Termik özellikleri</b>	
Isı genleşme katsayısı	7.5x10 <sup>-6</sup> K <sup>-1</sup>
Isı iletkenlik katsayısı	1.7 W/mK
<b>Mekanik özellikleri</b>	
Basınç dayanımı	180-200 N/mm <sup>2</sup>
Eğilme dayanımı	50-55 N/mm <sup>2</sup>
Kırılma dayanımı	> 50 N/mm <sup>2</sup>
Aşınma direnci	5 cm <sup>3</sup> /50 cm <sup>2</sup>

### Gre seramik kaplamaları uygulama yöntemleri

Dış cephelerde kullanılan gre seramik kaplamaların büyük boyutlar da dahil olmak üzere çok çeşitli boyutlarda üretimi yapılmaktadır. Mat ve parlak olmak üzere 30x30, 30x60, 50x50, 60x60, 50x100, 60x120 gibi boyutlarda gre seramik plaklar bulunmaktadır.

Gre seramik plak kaplamalar, et kalınlığı 8-10 mm. olacak şekilde üretilebilmektedir. Ancak dış cephe kaplamasının dayanımı için daha kalın plaklar kullanılmalıdır.

Gre seramik plaklara etki eden rüzgar kuvveti bina yüksekliğine göre değişmektedir. Cephede, rüzgar kuvveti etki eden gre seramik plaklarda eğilme dayanımı önem kazanır. Gre seramik plakların eğilme dayanımı 50-55 N/mm<sup>2</sup>'dir.

### Yapıştırma yöntemleri

- **Yapıştırıcı ile uygulama yöntemi:** Bu yöntemde gre seramik plaklar, duvar yüzeyine özel yapıştırıcılar ile yapıştırılır.

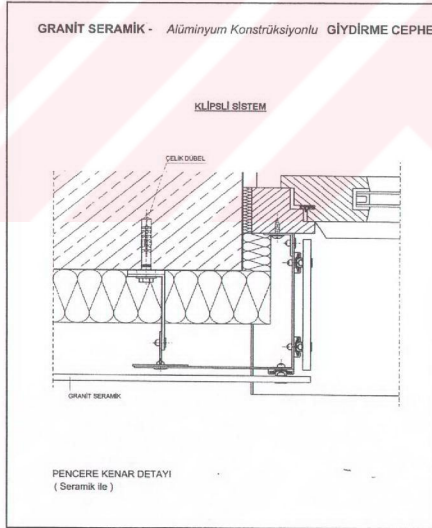
Gre seramik plakların yapıştırma yöntemleri ile uygulanmasında çimento ya da reçine esaslı yüzey yapıştırıcıları kullanılmaktadır. Bu yöntemde önemli olan, yapıştırılacak olan yüzeyin niteliğidir. Kaplanacak olan yüzey sıvalı ise bu sıvanın, kireç kullanılmadan tamamen çimento esaslı yapılmış bir kaba sıva olması gerekir (Oğuzoğlu, 2002).

## Ankrajlı yöntemler

Cepheye ankrajlı yöntemlerle bağlanan gre seramik plakların uygulanmasında kullanılan tespit parçalarının, üzerlerine gelen yükleri güvenle taşıyabilmeleri gerekmektedir. Bu nedenle hesaplamalarda çıkan sonuçlara uygun boyutlarda ve kalitede tespit parçası seçilmelidir.

Gre seramik uygulamalarında bağlantı elemanları ile tüm sistemin ortalama ağırlığı 30-40 kg/m<sup>2</sup> dir. Sistemin ağırlığı ve rüzgarın etkisi, cephe plaklarının hesaplamalarında önemlidir. Rüzgarın cepheye açılmal olarak girmesi ve akışının bozulması sonucunda plaklarda titreşimler olabilmektedir. Bu nedenle plakların çok iyi sabitleştirilerek, uygulamada rüzgar akışını bozacak delik ve açıklıklardan sakınılması gerekir (Büyükdede, 1999).

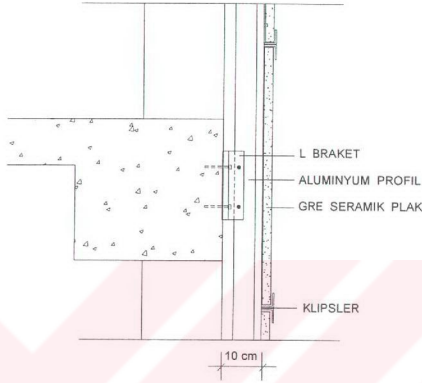
Ankrajlı yöntemler ile uygulanan gre seramik plakların arka yüzüne dört köşesinden tespit parçaları takılmaktadır. Bu tespit parçalarının paslanmaz çelik türlerinden seçilmesi verimliliğinin sürmesi için daha iyidir (Şekil 3.35).



Şekil 3.35 Pencere kenar detayında tespit parçalarının gösterimi (Oğuzoğlu, 2002)

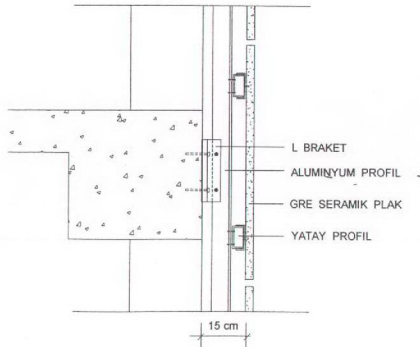
- **Kancalı yöntem:** Bu yöntemde gre seramik plaklar, duvara monte edilen taşıyıcı ve tutucu kancalara asılarak uygulanır (Bölüm 3.2).

- **Profilli klipsli yöntem:** Bu yöntemde duvara tutturulan L braketlere profiller takılır. Düşey akslar halinde yapılan bu konstrüksiyon, duvar yüzeyinden yaklaşık 10 cm. uzaklıkta oluşturulur. Gre seramik plaklar, düşey profiller üzerinde bulunan klipslere asılarak taşınır (Şekil 3.36).



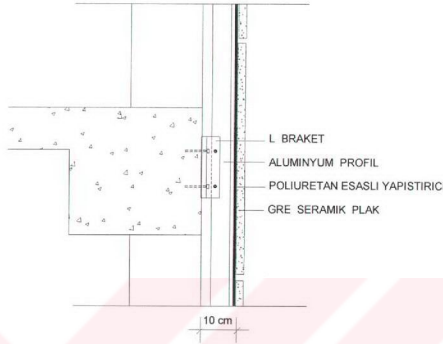
Şekil 3.36 Profilli klipsli yöntem uygulanan gre seramik plak kesiti

- **Profilli-gizli yöntem:** Bu yöntemde profilli klipsli yöntemde olduğu gibi, L braketlere alüminyum düşey profiller tutturulur. Düşey profillere dik olarak yatay profiller takılır. Yatay profillerin üzerine klipsler yerleştirilir. Bu konstrüksiyon için gre seramik plaklar ile duvar yüzeyi arasında 15 cm. kadar aralık bırakılır. Gre seramik plakların arkalarına açılan kırılmaç kuyruğu şeklindeki kanallara geçen klipsler aracılığı ile plaklar taşınır (Şekil 3.37).



Şekil 3.37 Profilli gizli yöntem uygulanan gre seramik plak kesiti

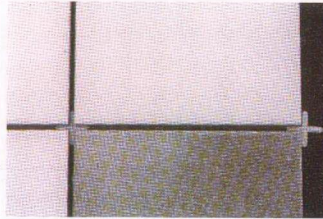
- **Profillere yapıştırma yöntemi:** Bu yöntemde duvara takılan L braketler üzerine düşey alüminyum T profiller monte edilir. Gre seramik plaklar bu profillerin yüzeyine poliüretan esaslı yapıştırıcılar ile yapıştırılır. Bu yöntemde duvar yüzeyi ile plaklar arasında 10 cm aralık bırakılır (Şekil 3.38).



Şekil 3.38 Profillere yapıştırma yöntemi uygulanan gre seramik plak kesiti

Dış cephede kullanılan gre seramik plaklarda, oluşabilecek deformasyonların yanlarındaki plakları etkilememesi için yeterli derz aralıkları bırakılmalıdır. Seramik kaplamaların ısıl genleşme katsayıları duvarınkinden fazla olduğu için en az 2 mm. derz bırakılması gereklidir (Gürdal, 1988).

Kaplamanın boyutuna bağlı olarak 3-5 mm. genişlikte bırakılan derzler, hem kaplamanın genleşmesine olanak verecek hem de görsel yönden daha iyi bir sonuç elde edilecektir. Derzlerin eşit aralıkta ve düzgün oluşturulabilmesi için derz artısı kullanılmalıdır (Şekil 3.39) (Toydemir vd., 2000).



Şekil 3.39 Seramik kaplamalarda derz artısının uygulanması (Toydemir vd., 2000).

Yeterli derz bırakılmazsa ya da derzler çok rijit bir derz dolgusu ile kapatılırsa meydana gelen boy değişimleri köşelerde kendini gösterir ve birtakım sorunlar oluşur. Derzler, kaplamanın genişlemesine olanak verecek şekilde özel derz dolgu malzemesi ile doldurulmalı ya da boş bırakılmalıdır.

### 3.3.2.3.2 Gre mozaik kaplamalar

Gre mozaik, gre mozaik hamurunun preslenmesi yolu ile elde edilen, boşluksuz, ince seramik duvar kaplamasıdır.

Gre, genellikle pişince camlaşan killerden oluşan, eritici katılmamış doğal bir üründür. Ancak feldspat gibi eriticiler ve ateşe dayanıklı killerle yapay olarak da elde edilebilmektedir (Benk vd., 1986).

Mozaik kaplama, küçük boyutlu malzemelerin kaplanmasını anlatan bir deyimdir. Günümüzde, değişen ihtiyaçlar karşısında, mozaik kaplamaların tek tek kaplanması zor olduğundan bu kaplamalar, bir yüzlerinden kağıda ya da plastik bir yüzeye yapıştırılmış olarak üretilir ve çok sayıda mozaik kaplama bir araya getirilerek büyük boyutlarda plaklar oluşur.

Gre mozaik kaplamalar, diğer gre hamurlarından farklı olmayan bir hamurdan elde edilen, küçük boyutlu parçaların biraraya getirilmesiyle oluşan plaklardır. Gre mozaik plakları diğer grelerden ayıran farklar, boyutlarının küçüklüğü ve uygulama tekniğidir. Gre mozaik plaklar çeşitli renklerde ve desenlerde uygulanabilmektedir.

Gre mozaik üretiminde ilk önce, yabancı maddelerden arındırılmış olan kil hamuru hazırlanır. Bu noktada hamurun kıvamı, üretilecek olan malzemenin özelliğini etkilediği için önemlidir. Gre ürünler için hamurun, yarı kuru kıvamda (%9-20 oranında su) olması gereklidir (Eriç, 2002).

Elde edilecek olan gre mozaik parçalarının renklendirilmesi, hamurun renklendirilmesiyle sağlanabildiği gibi dekoratif amaçla sırlanarak da sağlanabilir. Renklendirilen hamur, şekillendirilmek amacıyla küçük kalıplara dökülür. Şekillendirilen hamur, belli bir süre doğal ya da yapay yollarla kurutulularak pişirme aşamasına geçilir.

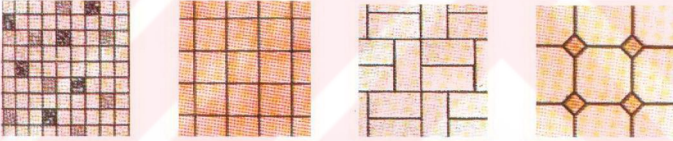
Piştirme, malzemenin dayanım kazanması ve su geçirimsiz hale getirilmesi açısından oldukça önemlidir. Üretim sırasında en çok önem verilmesi gereken aşamadır. Piştirme sırasında malzemede çatlama oluşmaması için, sıcaklığın yavaş olarak yükseltilmesi ve düşürülmesi sağlanmalıdır. Gre piştirim sıcaklığı 1100 °C'de gerçekleşmektedir. Bu aşamadan sonra sırlama aşamasına geçilir.

Sırlama, malzemeyi su geçirimsiz hale getirmek ve dekoratif görünüm kazandırmak amacıyla yapılan bir işlemdir. Çeşitli metal oksitlerin malzeme yüzeyine daldırma, fırça ve pistole ile uygulanması sonrasında 650 °C'de pişirilmesi ile yapılır.

Hazırlanan gre mozaikler, görünecek yüzlerinden bir kağıda ya da arka yüzlerinden plastik bir yüzeye yapıştırılarak kullanıma hazır hale getirilir.

### Gre mozaik özellikleri

Gre mozaik kaplamalar, hamuru içine katılan renkli boyalarla, beyaz, sarı, mavi, yeşil, kırmızı vb. çeşitli renklere üretilebilmektedir (Şekil 3.40). Ayrıca dekoratif amaçla sırlanan türleri de bulunmaktadır.



Şekil 3.40 Gre mozaik kaplama örnekleri (Toydemir vd., 2000)

Gre karolar sınıfında olan gre mozaik kaplamaların birim hacim ağırlıkları gre seramikler ile hemen hemen aynıdır. Gre mozaik kaplamaların yüzey sertliği gre seramiklerden daha düşüktür. Bu nedenle gre mozaiklerin aşınma miktarı daha fazladır.

Gre mozaik plakların fiziksel özellikleri, termik özellikleri ve mekanik özellikleri Çizelge 3.15'de verilmiştir.

Çizelge 3.15 Gre mozaik plakların teknik özellikleri (TS 3450)

Fiziksel özellikleri	Değerler
Renk	beyaz, sarı, mavi, yeşil, kırmızı vb...
Doku	parlak
Sertlik değeri	5-6 mohs
Birim hacim ağırlığı (yoğunluk)	1.9-2.0 g/cm <sup>3</sup>
<b>Termik özellikleri</b>	
Isı genleşme katsayısı	8x10 <sup>-6</sup> K <sup>-1</sup>
<b>Mekanik özellikleri</b>	
Eğilme dayanımı	en az 250 kgf/cm <sup>2</sup>

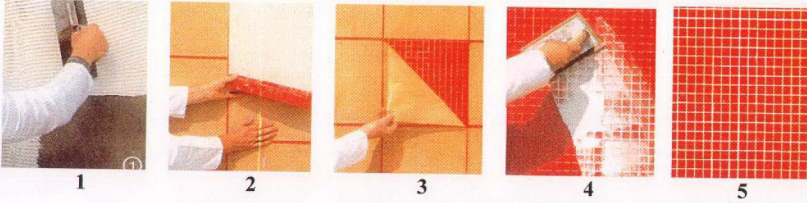
### Gre mozaik kaplamaları uygulama yöntemleri

Gre mozaik kaplamalar, 2x2, 2x4, 4x4 cm. boyutlarında üretilir ve yanyana getirilerek istenilen boyutlarda plak oluşturulabilir. Gre mozaik plakların et kalınlığı ise 5 mm. dir.

### Yapıştırma yöntemleri

- **Harç ile uygulama yöntemi:** Bu yöntemde, gre mozaik plakların duvara yapıştırılmasında su, kum ve çimentodan oluşan harç kullanılmaktadır. Uygulama cam mozaik kaplamalardaki gibi yapılmaktadır.

Uygulamada ilk önce duvar üzerine yapıştırıcı harç sürülür (1). Gre mozaik plaklar, kağıt yapıştırılmış yüzeyleri üste gelecek şekilde bu duvara yapıştırılır (2). Daha sonra kağıtlar ıslatılarak plaktan çıkartılır (3). Yapıştırılan mozaik plakların derz araları macun ile doldurulur (4). Derz araları, sert kılı nasyon fırça ile düzgünce temizlenir. Son olarak bütün yüzey silinerek parlatılır (5) (Şekil 3.41).



Şekil 3.41 Gre mozaik kaplamaların uygulanma sırası (Erkutlu kataloğu)

Gre mozaik plaklarda derz aralıkları 2 mm. olacak şekilde bırakılmalıdır. Uygulama sırasında derz araları macun ile doldurulmaktadır.

### 3.3.2.3.3 Klinker kaplamalar

Klinker kaplamalar, yanmış kilden yapılan ve yapısında su akıtma kanalları bulunan kaplamalardır. Klinker seramik cephe kaplamalarının en gelişmiş olduğu yer, terracotta malzemelerinin en önemli üretici firmalarının bulunduğu Almanya'dır.

Kesiti özel olarak detaylandırılmış olan klinker kaplamaların ilk aşaması yağmur-perdesi (rainscreen) sistemidir. Bu sistem, açık ve kapalı derzlerle arkası havalandırılmalı olarak yapılan kaplamalardan oluşmaktadır. Yağmur-perdeli sistem, fazla miktarda su emen gözenekli malzemeler ile yapılan duvarlara uygulanarak duvarı korumaktadır. Perde ile duvar arasında kalan hava boşluğunun havalandırılması ile oluşan su buharı dışarı atılabilmektedir [9].

Duvar arkası havalandırma sisteminin avantajları, 1950 sonlarında İngiltere'de "Building Research Station" ve diğer kurumlar tarafından araştırıldı. Alüminyum profillerle uygulanan, gelişmiş yağmur-perdeli sistem örnekleri ilk olarak 1952'de Amerika'da görülmüştür. Yağmur-perdeli (rainscreen) sistem, tam olarak 1980'lerde anlaşılmiş, Kanada'da ve Avrupa'da geniş ölçüde kullanılmaya başlanmıştır.

Almanya'da üretici firmalar, bu sistemi çok farklı karakterdeki malzemeler ile birleştirmişlerdir. Klinker kaplamalar, 1980'lerin başlarında doğal kilin güzelliği ile yağmur-perdeli sistemin avantajları birleştirilerek üretilmiştir [9].


Klinker plaklar ekstrüzyon yöntemiyle üretilir. Ekstrüde plaklar, hazırlanan hamurun bir kalıptan sıkılarak fişkırtılması ve şekillenmesi ile oluşmaktadır [3].

#### **Klinker özellikleri**

Klinker seramik cephe kaplamaları, kahverengi, koyu kırmızı, oksit kırmızısı, doğal kırmızı, pastel kırmızısı, sarımsı pembe, bej, kum rengi, inci grisi, mavi-gri, demir grisi ve volkan grisi gibi renklerde, yivli, dokulu, cilalı vb. dokularda üretilebilmektedir (Çizelge 3.16).

Klinker plaklar donmaya karşı dayanıklıdır. UV ışınlarına karşı da dayanımlı olan klinker plaklar, solmaz ve renklerinde bir değişim olmaz. Yangın sırasında 90 dakikalık dayanım süresi göstermektedir.

Çizelge 3.16 Renk ve dokularına göre klinker plak örnekleri [9]

Renk	Doku	Yivli	Dokulu	Cilalı	Standart
Kahverengi					-
Koyu kırmızı					-
Oksit kırmızısı					
Doğal kırmızı					
Pastel kırmızısı					
Sarımsı pembe					
Bej					
Kum rengi					
İnci grisi					
Mavi-gri					
Demir grisi					-
Volkan grisi					-

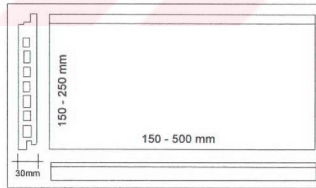
Klinker plakların fiziksel özellikleri, kimyasal özellikleri, termik özellikleri ve mekanik özellikleri Çizelge 3.17’de verilmiştir.

Çizelge 3.17 Klinker plakların teknik özellikleri  
(Değerler; [8]; [9] ve Ekos Kataloğundan alınmıştır).

Fiziksel özellikleri	Değerler
Renk	kahverengi, koyu kırmızı, demir grisi vb...
Doku	yivli, dokulu, cilalı
Birim hacim ağırlığı (yoğunluk)	4.25 g/cm <sup>3</sup>
Ağırlıkça su emme oranı	%2-4
<b>Kimyasal özellikleri</b>	
Asitlere dayanıklılık	malzeme kaybı – max. %4
Kimyasallara dayanıklılık	etkilenebilir.
<b>Termik özellikleri</b>	
Isı genişleme katsayısı	5-8x10 <sup>-6</sup> K <sup>-1</sup>
<b>Mekanik özellikleri</b>	
Basınç dayanımı	627-657 kgf/cm <sup>2</sup>
Aşınma miktarı	4-5.5 cm <sup>3</sup> /50cm <sup>2</sup>

### Klinker kaplamaları uygulama yöntemleri

Dış cephelerde kullanılan klinker kaplamaların çok çeşitli boyutlarda üretimi yapılabilmektedir. Klinker plalarda en 150–500 mm., boy ise 150–250 mm. arasında değişmektedir. Ancak 225x450 mm. ölçülerindeki klinker plak daha ekonomik olmaktadır. Klinker plak kaplamaların et kalınlığı ise 30 mm. dir (Şekil 3.42).

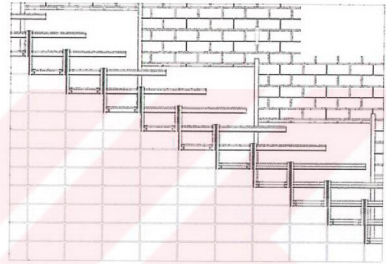


Şekil 3.42 Klinker plalarda en, boy ve kalınlık [9]

### Ankrajlı yöntemler

- **Profilli-gizli yöntem:** Klinker plaklar cepheye düşey ve yatay alüminyum profiller ile bağlanır.

Duvar yüzeyine braketlerle bağlanan düşey alüminyum profillere (4), yatay profiller (2) monte edilir. Yatay profillere takılan parçalar ile klinker plaklar taşınır (1). Derz aralarına gelen bu parçalar ön görünümde görünmez. Yatay profiller ile plakların arasında, klinker plakların derz aralıklarına gelen bölümlere düşey parçalar takılır (3). Bu parçaların amacı, plakların rüzgar ya da yağmurlu rüzgar gibi etkiler karşısında şingirdamasını ve yerinden çıkmasını engellemektir. Yatay profillerin arkasına ısı yalıtımı yerleştirilebilir (5). Böylece ısı yalıtım tabakaları yatay profiller ile desteklenerek daha güvenli olur (Şekil 3.43).

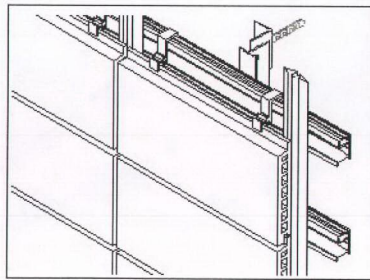


Şekil 3.43 Klinker plakların profilli-gizli yöntem ile uygulanması [9]

Plaklar, alt ve üst kenarları L şeklinde detaylandırılarak üretilir ve uygulama sırasında birbirinin üstüne oturtulur (Şekil 3.44).



KESİT



PERSPEKTİF

Şekil 3.44 Klinker plak kaplama kesiti ve perspektifi [9]

Dış cephede uygulanan klinker plaklar arasında, her türlü etkiden dolayı plakta oluşabilecek hareketlere karşı derz aralıkları bırakılır.

Klinker plaklar arasında 4 mm. lik derz aralıkları bırakılır. Bu derz aralıkları herhangi bir derz dolgu ürünü ile doldurulmamaktadır. Boş bırakılan derzlerin iç tarafı düşey profiller ile kapatılmaktadır.

### **3.3.2.4 Kuvars esaslı kaplamalar**

Kuvars esaslı kaplamalar, reçine bağlayıcılı bir yapay taştır. İleri teknolojiler kullanılarak, doğal taşların olumsuz özelliklerinden arındırılmış taş türlerinden biridir. Doğanın en sert ve sağlam taşlarından biri olan kuvarsin öğütülerek yeniden yapılandırılması yolu ile elde edilir. Yapısında %95 oranında kuvars bulunmaktadır.

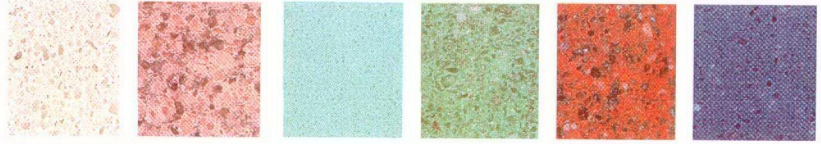
Kuvars esaslı plaklar, iç ve dış cephe kaplamaları, zemin kaplamaları, mutfak bankoları, banyo tezgahları, merdiven basamakları, denizlik ve süpürgelik gibi çok çeşitli bölümlerde kullanılabilir. Kullanım alanlarına göre, çok çeşitli renklerde ve dokularda, uygun şekillerde ve boyutlarda seçenekleri bulunmaktadır. Ancak isteğe göre özel boyutlarda da üretim yapılmaktadır. Plaklar, döşenme biçimi dikkate alınarak fabrikalarda üretildiklerinden uygulamada boyut şaşmaları meydana gelmemektedir.

Dış cephe kaplaması olarak kullanılan ürünler arasında bulunan kuvars esaslı kaplamaların kullanımı son yıllarda giderek artmaktadır. Kuvars esaslı kaplamalar, dünyanın en ileri taş üretim sistemi olan İtalyan-Breton Terastone sistem teknolojisi ile üretilmektedir [2]. Kuvars esaslı plaklar, yapı malzemeleri piyasasında çimstone ve dekostone olarak adlandırılmaktadır.

Kuvars esaslı kaplamaların üretiminde vibro-pres tekniği kullanılmaktadır.

### **Kuvars esaslı kaplamaların özellikleri**

Kuvars esaslı plakların istenilen renkte, tonda, dokuda ve desende çeşitleri bulunabilmektedir (Şekil 3.45). Projeye göre özel ürün çalışmaları ve üretimler yapılabilmektedir. Plakların üst yüzeyleri parlaktır. Ancak parlaklığını kuvarsin doğal ışıltısından almakta, üretimi sırasında plaklara parlatma işlemi yapılmamaktadır.



Şekil 3.45 Kuvars esaslı plak kaplama örnekleri (Çimentaş kataloğu)

Kuvars esaslı plaklarda iri kristal, kılcal çatlaklar, damar ve gözenekler bulunmamaktadır. Kompakt bir yapıya sahiptir. Yapısında %95 oranında kuvars ve mikron boyutunda kuvars pudrası bulunmaktadır. Elmasın sertliğine yakın olan kuvars nedeniyle plakların sertliği fazladır [4].

Üretiminde 'vibro-pres tekniği kullanıldığından basınç dayanımları yüksektir. Yapısında mikron boyutunda bulunan kuvars pudrası nedeniyle eğilme dayanımı da yüksektir. Plaklara donma deneyi uygulandığında yüzeylerinin ve kütlelerinin hiçbir teknik özelliğini kaybetmediği görülmüştür. Kuvars esaslı kaplamalar A1 sınıfı yanmaz ürünler arasındadır (Çimentaş kataloğu).

Kuvars esaslı kaplamalar bazı asit ve bazlardan etkilenebilir. PH değeri 1-3 arasında değişen asitler ve PH değeri 11-14 arasında olan bazlar, kuvars esaslı plakları etkiler. Ancak plaklar bunların dışındaki asit ve bazlardan etkilenmemektedir.

Kuvars esaslı plakların fiziksel özellikleri, kimyasal özellikleri ve mekanik özellikleri Çizelge 3.18'de verilmiştir.

Çizelge 3.18 Kuvars esaslı kaplamaların teknik özellikleri [4]

Fiziksel özellikleri	Değerler
Renk	Krem rengi, pembe, kırmızı, yeşil vb...
Doku	Parlak
Sertlik değeri	7 mohs
Birim hacim ağırlığı (yoğunluk)	2.42 gr/cm <sup>3</sup>
Ağırlıkça su emme oranı	%0.02-0.1
<b>Kimyasal özellikleri</b>	
Gazlara vb. maddelere dayanıklılık	Bazı asit ve gazlardan etkilenebilirler.
Kimyasallara dayanıklılık	Bazı kimyasallardan zarar görebilir.
<b>Mekanik özellikleri</b>	
Basınç dayanımı	2200 kg/cm <sup>2</sup>
Eğilme dayanımı	40-70 N/mm <sup>2</sup>
Kırılma dayanımı	52.4-58.5 N/mm <sup>2</sup>

### **Kuvars esaslı kaplamaları uygulama yöntemleri**

Kuvars esaslı plaklar genelde 30x30, 30x60, 40x40, 40x60, 60x60, 120x180 boyutlarında üretilmekte ve stoklu olarak bulundurulmaktadır. Ancak isteğe ve projeye göre değişen özel boyutlarda da üretim yapılabilmektedir. Kuvars esaslı plakların et kalınlığı 1-2-3 cm. olacak şekilde üretilmektedir.

### **Yapıştırma yöntemleri**

- **Harç ile uygulama yöntemi:** Bu yöntemde kuvars esaslı plaklar, arkasına sürülen çimento bazlı yapıştırıcılar ile duvara yapıştırılır.

Harç sürülecek olan yüzey, sağlam, pürüzsüz ve çatlaksız olmalıdır. Uygulama sırasında çevre ısısının +5 °C ile +30 °C arasında olmasına dikkat edilmelidir [4].

- **Yapıştırıcı ile uygulama yöntemi:** Her türlü etkiye açık olan dış cephede kullanılan kuvars esaslı plakların yapıştırılmasında elastikliği ve yapıştırıcılığı yüksek olan organik yapıştırıcılar kullanılmaktadır. Organik yapıştırıcı olarak Henkel-Thomrit P-625 ve Mapei-Keralastic kullanılabilir. Organik yapıştırıcı sürülecek olan yüzey nemini atmış olmalıdır [4].

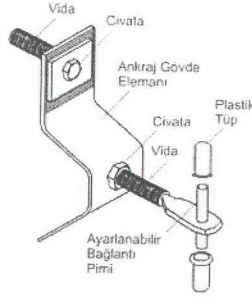
Dış cephelerde 2.50 m. ye kadar olan yüksekliklerde yapıştırma yöntemleri, daha yüksek cephelerde ise ankrajlı yöntemler kullanılmaktadır.

### **Ankrajlı yöntemler**

Kuvars esaslı plakların cepheye uygulanmasında ankrajlı yöntemler kullanıldığında, her plak en az dört köşesinden arkasındaki konstrüksiyona sabitlenmelidir. Ancak takılan tespit parçalarının plaklara alt ve üst köşesinden takılması istenir. Zorunlu hallerde yan kenarlarda sabitlenmeye gidilebilir. Çünkü yan kenarlara takılan her bir tespit parçasına iki kat yük gelecektir. Alt ve üst kenarlardan yapılan uygulamada, alt kenardaki tespit parçalarının her biri altında olduğu plağın düşey yükünün yarısını ve üstünde olduğu plağın yatay yükünün (emme ve basınç rüzgar yükü) yarısını alır. Plaklarda tespit parçaları için açılacak olan yuvalar, plağın her bir köşesinden “plak boyu/4” uzaklıkta olmalıdır [4].

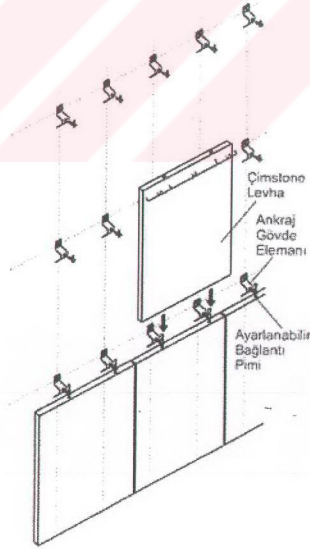
Ankrajlı yöntemler ile uygulanan kuvars esaslı plakların tespitinde kullanılan parçaların paslanmaz çelik olması gerekmektedir. Plakları ankraj profillerine tutturun bu çelik pimlerin

boyu min. 50mm., çapı min. 5 mm. olmalı ve bu pimler plağa gelebilecek ısı genleşmeleri, bina oturmaları ve deprem yükleri gibi gerilmeleri alabilmeleri için plastik bir kapsül ile uygulanmalıdır (Şekil 3.46). Paslanmaz çelik pimler plağın dört köşesine de takılır [4].



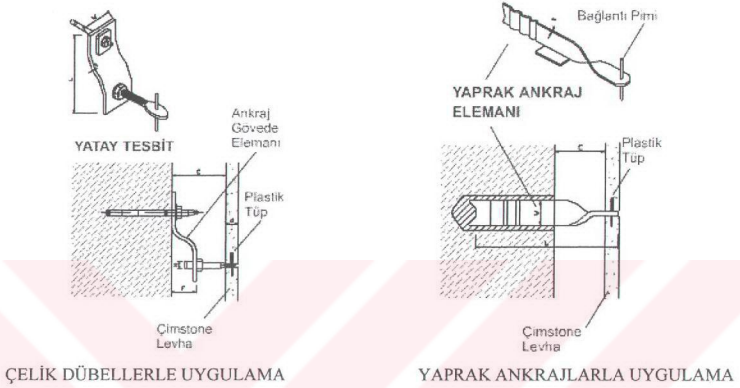
Şekil 3.46 Kuvars esaslı plakların tespit parçası [4]

- **Kancalı yöntem:** Bu yöntemde, kuvars esaslı plaklar duvara kanca olarak adlandırılan parçalarla tutturulur. Her plak dört adet kanca ile duvara bağlanır (Şekil 3.47).



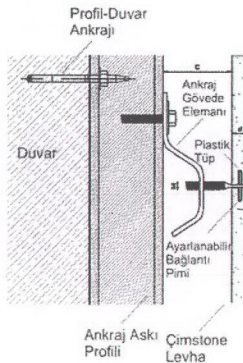
Şekil 3.47 Kuvars esaslı plakların kancalı yöntem uygulanma detayı [4]

Kaplanacak olan yüzey taşıyıcı ise, plaklar çelik dübellere duvara bağlanır. Duvar ile plak arka yüzeyinin arasındaki mesafe 3-9 cm. arasında olabilir. Kaplanacak olan yüzey taşıyıcı değil ise, plaklar yaprak ankrajlar ile duvara bağlanır. Duvar ile plak arka yüzeyinin arasındaki mesafe 1.5-6 cm. arasında olabilir (Şekil 3.48).



Şekil 3.48 Kancalı yöntem detayları [4]

- **Profilli klipsli yöntem:** Bu yöntemde plaklar, kat aralarındaki kirişlere ankrajlar ile bağlanan düşey askı profillerine asılarak taşınır. Plaklar profillere ankraj gövdeleri ile asılır (Şekil 3.49). Kaplanacak yüzey ile plağın arka yüzü arasındaki mesafe min. 7 cm., max. 22 cm. olabilmektedir.



Şekil 3.49 Kuvars esaslı plakların profilli yöntem ile uygulanma detayı [4]

Dış cephede uygulanan kuvars esaslı plaklarda zamanla farklı etkilerden dolayı birtakım deformasyonların oluşmaması için uygun derz aralıklarının bırakılması gerekir.

Plaklar yatayda ve düşeyde eşit olarak min. 4 mm. derzli olarak uygulanmalıdır. Yatay ve düşey derzler silikon ya da poliüretan mastik ile doldurulabilir. Ancak ankrajlı yöntemlerle uygulanan plaklarda, duvarla plak arasında kalan boşluğun havalandırılması gerekirse, derzler açık bırakılabilir. Derzlerin doldurulması durumunda korozyonu engellemek için bazı yatay derzler açık bırakılarak havalandırma sağlanmalıdır.

### 3.3.2.5 Çimentolu yonga kaplamalar

Çimentolu yonga plaklar, çimento ve küçük ahşap yongalarının karıştırılarak belirli sıcaklık altında preslenmesiyle elde edilen yapay plaklardır. Bu plaklar yüksek teknolojiler kullanılarak üretilmektedir. Yapısında Portland çimentosu, sarı çam, mineraller ve su bulunmaktadır.

Ahşabın hafiflik, işlenebilirlik ve elastikiyet özellikleri, çimentonun suya, rutubete ve çürümeye karşı dayanım özellikleri ile birleştirilerek, daha üstün nitelikli olan çimentolu yonga plaklar oluşturulmuştur.

Çimentolu yonga plaklar yapı malzemeleri piyasasında betopan olarak adlandırılmaktadır. Bu plaklar, dış cephe kaplamaları (yalı baskı, lambalı, plak), iç bölmeler, kiremit altı kaplamalar, asma tavan, zemin ile temaslı döşemelerin kaplamaları gibi yapının çok çeşitli bölümlerinde kullanılabilir.

1920'lerin başlarına kadar ayrı ayrı kullanılan çimento ve ahşap, bu tarihlerde karışım halinde kullanılmaya başlandı. 1920'lerin sonlarında çimento ile ahşap yongalarını karıştırmak yaygınlaştı. 1940'ların başlarında bu karışımın levhaya dönüştürülebilmesi için bilgi birikimi oluştu ve 1940'ta çimentoya çok uzun elyaflar katılıp preslenerek ilk ahşap elyaflı levhalar üretildi. Bunu takiben İsveç'te çimentoya az miktarda testere talaşı karıştırılarak ilk paneller elde edildi. Günümüzde çimentolu yongayı ilk üreten fabrika 1967'de İsviçre'de kuruldu. 1970'ten sonra bu malzemeyi üreten fabrikalar dünyada yaygınlaştı. Türkiye'de 1984 yılında, Tepe grubu, betopan fabrikasını kurarak çimentolu yonga üretimine başladı (Yıldırım, 1998).

Çimentolu yonga plakların üretiminde, ilk olarak çimento, ahşap yongalar, katkı maddeleri ve su mikserde karıştırılarak bir hamur hazırlanır. Karışımda kullanılan ürünlerin kalitesi, oluşturulan plağın nitelikleri açısından oldukça önemlidir.

Kullanılan çimento, yüksek kaliteli PZ 45 F tipi Portland çimentosu olmalıdır [5].

Ahşap yongalar, orta sertlikte ağaç türüne giren reçineli sarı çamdan elde edilmelidir. Sarı çam, bünyesinde reçine olduğundan dolayı dayanıklı ve uzun ömürlüdür. Karışıma renklendirmek amacıyla katkı maddeleri de katılır.

Oluşturulan hamur çelik levhaların üzerine serilerek preslenir. Preslenen plaklar sekiz saat süre ile fırında kürlenir. Hava kürlenmesi için 4 hafta süre ile paletler üzerine istiflenir. Daha sonra plaklar, nem oranlarını %5'e indirmek için kurutma fırınına gönderilir. Fırından çıkan plaklar, istenilen boyutlara göre kesilir. Son olarak kesilen plakların kenar bitişleri yapılı ve kullanıma hazır hale gelir (Yıldırım, 1998).

#### **Çimentolu yonga kaplamaların özellikleri**

Çimentolu yonga plaklarının nitelikleri, üretimleri sırasında yapısına katılan ürünlerin oranlarına ve kalitelerine bağlıdır.

Çimentolu yonga plaklar, yapısına katılan katkı maddeleri ile çeşitli renklerde üretilebilmekte ve istenilen renklerde herhangi bir dış cephe boyası ile de boyanabilmektedir. Plak yüzeyleri kabartma taş dokulu ve kabartma ahşap dokulu olarak yapılabilmektedir (Şekil 3.50).



Kabartma taş dokulu



Kabartma ahşap dokulu

Şekil 3.50 Çimentolu yonga plak örnekleri (Tepe betopan, 2002)

Yapısındaki ürünler, %60 çimento, %25 ahşap yonga, %10 su ve %5 mineraller oranındadır. Bu oranların değişmesi durumunda elde edilen ürünün nitelikleri de değişmektedir.

Çimentolu yonga plak kaplamada yonga oranı arttıkça, plağın birim hacim ağırlığı, basınç ve eğilme dayanımları azalmakta, su emme oranı artmaktadır (Onursal, 1996).

Çimentolu yonga plaklar çok iyi bir ısı ve su yalıtımı sağlamaktadır. Plaklar neme, yangına ve darbelere karşı da dayanıklıdır.

Çimentolu yonganın fiziksel özellikleri, termik özellikleri ve mekanik özellikleri Çizelge 3.19'da verilmiştir.

Çizelge 3.19 Çimentolu yonganın teknik özellikleri (TS 5115; [5])

<b>Fiziksel özellikleri</b>	<b>Değerler</b>
Renk	Gri, beyaz vb...
Doku	Kabartma taş ve ahşap dokulu
Birim hacim ağırlığı (yoğunluk)	1.200-1.400 kg/m <sup>3</sup>
Kalınlığına şişme oranı	% 2
<b>Termik özellikleri</b>	
Isı iletkenlik katsayısı	0.24 kcal/mh <sup>0</sup> C
Isı genleşme katsayısı	0.01 mm/m <sup>0</sup> K
<b>Mekanik özellikleri</b>	
Elastiklik modülü	en az 3000 N/mm <sup>2</sup>
Basınç dayanımı	en az 15 N/mm <sup>2</sup>
Eğilme dayanımı	en az 9 N/mm <sup>2</sup>

### Çimentolu yonga kaplamaları uygulama yöntemleri

Dış cephe kaplaması olarak kullanılan çimentolu yonga plaklar, eni 125 cm., boyu 250-300 cm. olarak üretilmektedir. Ancak isteğe göre değişik boyutlarda da üretim yapılmaktadır. Çimentolu yonga plakların et kalınlığı ise 8-24 mm. arasındadır.

Dış cephelerde kullanılmak üzere hazırlanan plaklar, her iki yüzü ve alınları astarlanmış, dış yüzüne son kat boya uygulanmış şekilde hazırlanmalıdır.

Çimentolu yonga plaklar, sentetik reçineli levhalarda kullanılan aletlerle işlenebilir, testere ile kesilebilir, delinebilir ve zımbalanabilir (Yıldırım, 1998).

Cephede çimentolu yonga plaklara etki eden rüzgar kuvveti nedeniyle plakların eğilme dayanımları önem kazanır. Çimentolu yonga plakların eğilme dayanımı 6.4-7.4 N/mm<sup>2</sup> arasında değişmektedir.

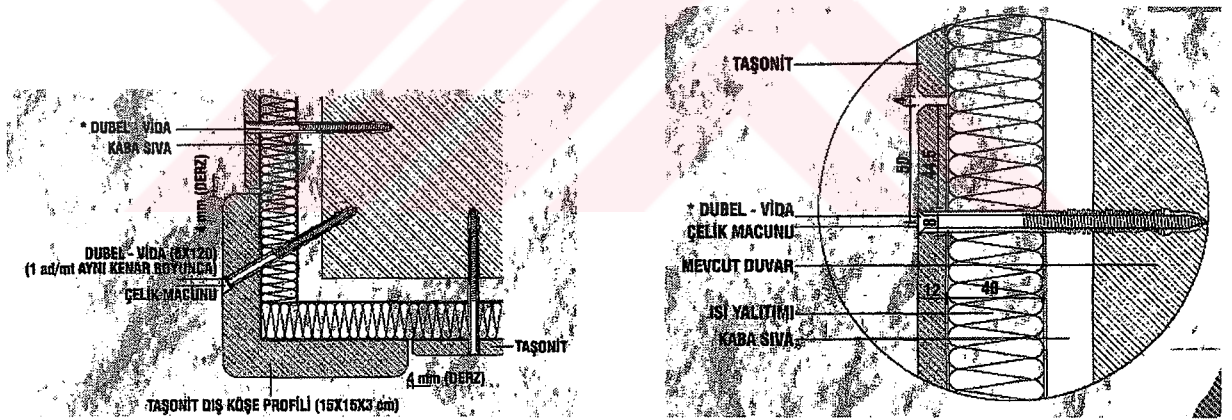
## Ankrajlı yöntemler

Ankrajlı yöntemlerde kullanılacak olan vida, dübel, metal profiller gibi tespit parçalarının üzerlerine gelen yükleri güvenle taşıyabilmeleri için yeterli büyüklükte olması önemlidir.

- **Vidalama yöntemi:** Bu yöntemde çimentolu yonga plakların duvara uygulanmasında vidalar kullanılmaktadır. Duvara vidalanan plaklarda, vida başları dolgu macunu ile kapatılır ve son kat dış cephe boyası uygulanır (Gürel, 1995).

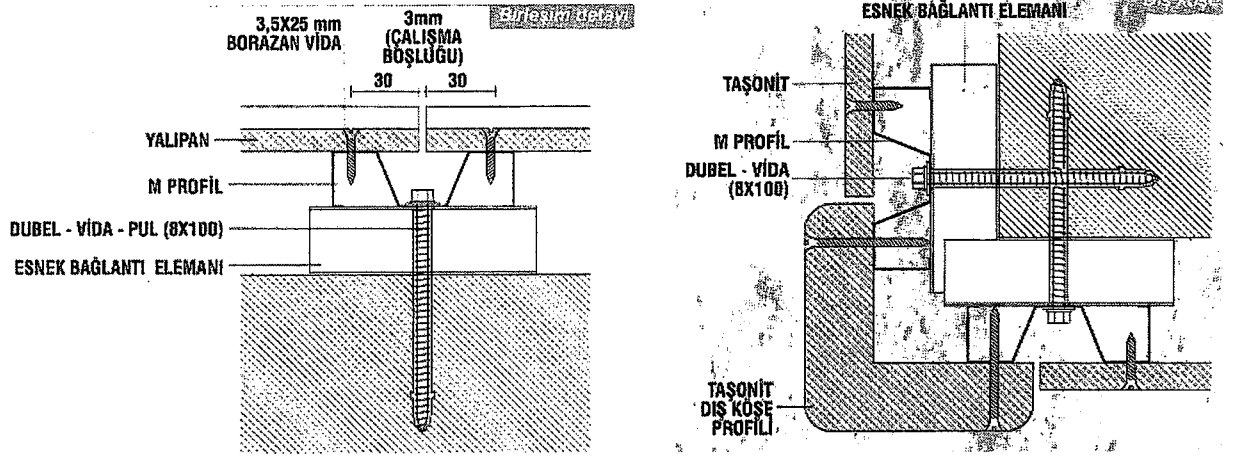
Vidalama yönteminde çimentolu yonga plakların taşınması konstrüksiyonsuz ya da konstrüksiyonlu olarak sağlanabilmektedir.

Konstrüksiyonsuz vidalama yönteminde plaklar doğrudan dübel ve vidalar ile duvara bağlanır. Plakların dayanımları açısından vidalar, plak köşelerinden 50 mm. içeriden uygulanır. Kullanılan dübel ve vidaların boyutları plak ile duvar arasında uygulanan ısı yalıtımının kalınlığına göre değişir. Bu yöntemde 2-3 cm. lik yalıtım için  $\varnothing 8 \times 100$ , 4-5 cm. lik yalıtım için  $\varnothing 8 \times 120$ 'lik dübel kullanılmalıdır (Şekil 3.51).



Şekil 3.51 Konstrüksiyonsuz vidalama ile uygulanan çimentolu yonga plak detayları (Tepe betopan, 2002)

Konstrüksiyonlu vidalama yönteminde plakların arka yüzlerine 3.5x25 ya da 3.5x50 mm. lik vidalar ile bağlanmış metal M profiller, duvara esnek bağlantı elemanları ile birlikte asılır. M profillerin duvara asılmasında 8x100'lük dübel ve vida kullanılır. Plakların dayanımları açısından, plak arkalarına takılan vidalar, plak köşelerinden 30 mm. içeriden uygulanır (Şekil 3.52). Kullanılan metal M profiller galvanize ya da antipas boyalı profillerdir.



Şekil 3.52 Konstrüksiyonlu vidalama ile uygulanan çimentolu yonga detayları (Tepe betopan)

Çimentolu yonga plakların, her türlü etki karşısında çalışması ve herhangi bir deformasyona uğramaması için aralarında 3-4 mm. lik derz aralıkları bırakılmalıdır.

Derz aralıklarının kapatılmasında ise, alüminyum profiller ya da Sıkaflex Pro 1 FC dolgu macunu kullanılabilir (Gürel, 1995).

## **4. DOĞAL ve YAPAY TAŞ PLAK KAPLAMALARDA OLUŞAN SORUNLAR ve ÇÖZÜM ÖNERİLERİ**

Yapıların dış cephelerinde uygulanan doğal taş ve yapay taş plak kaplamalarda, zamanla birtakım etmenlerden dolayı sorunlar oluşmaktadır. Yapının dış kaplamasında oluşabilecek bir sorun, ilerledikçe yapı duvarına da etki edecek ve yapının ömrünü kısaltacaktır. Böyle bir durumun oluşmaması için plak kaplamalarda sorunları meydana getiren etmenler önceden bilinmeli ve tasarımın başından itibaren gereken önlemler alınmalıdır.

### **4.1 Doğal ve yapay taş plak kaplamalarda sorunları oluşturan etmenler**

Doğal taş ve yapay taş plak kaplamalarda oluşabilecek sorunlar, bu kaplamalara etki eden etmenlerden kaynaklanmaktadır. Etmenler zamanla etkilerini artırır ve plak kaplamalarda sorunlar oluşmaya başlar. Bu nedenle dış kaplama niteliğini kaybeder ve karşılaması gereken görevleri tam olarak yerine getiremez.

Yapıların dış cephelerine uygulanan plak kaplamalara etki eden etmenler; atmosferik etmenler (ısı, su ve nem, zararlı gazlar ve güneş ışınları), katı zararlılar ile ilgili etmenler (toz, çamur, kimyasal maddeler vb.), biyolojik etmenler (yosun, bakteri, bitkisel parazit vb.), yangın ile ilgili etmenler, yükler ve kuvvetler ile ilgili etmenler (rüzgar ve deprem) ile onarım ve temizlik gibi kullanım süreci ile ilgili etmenler, plak türüne bağlı olan özellikler ve hatalı üretim gibi yapı ürünlerine bağlı etmenler, tasarım, hatalı uygulama ve hatalı işçilik gibi yapım süreci ile ilgili etmenlerdir.

#### **4.1.1 Kullanım süreci ile ilgili etmenler**

Yapılar kullanıldıkları sürece atmosferik etmenlerin, katı zararlıların, biyolojik etmenlerin, yangın, yükler ve kuvvetler gibi etmenlerin etkisi altında kalmaktadır. Yapılara doğal olarak etki eden bu tür etmenler, kullanım süreci ile ilgili etmenler içinde yer almaktadır ve yapıda ve dış kaplamada sorunlar oluşturmaktadır. Bu etmenler daha sonraki bölümlerde incelenecektir.

Bunun yanında kullanım sürecinde yapılarda ve yapının dış kaplamasında kullanıcıların davranışları sonucunda da birtakım sorunlar oluşmaktadır. Periyodik bakımda ve mimari

cephenin korunmasında yapılan hatalı uygulamalar, cepheye sonradan uygulanan bazı parçalar dış kaplama malzemelerine zarar vermektedir.

Yapıya dış ortamdaki gelebilecek her türlü etkiyle ilk olarak, yapı kabuğunu saran dış kaplama malzemeleri karşılaşır ve bu etkilerden etkilenir.

Periyodik bakım yapılırken, kaplama plağının türüne ve üzerine etki eden kirin cinsine göre doğru temizlik ürünlerinin seçilmesi ve bu ürünlerin doğru yöntem ile uygulanması gerekmektedir.

Dış kaplama malzemeleri kullanımdan dolayı birtakım mekanik etkilerle de karşılaşabilir. Darbe ve sürtünme gibi bu etkiler plak yüzeylerine ve dokusuna zarar verebilir.

Kullanıcıların yapı cephesini korumak amacıyla yaptıkları, dış cephe plağı ile uyumsuz hatalı uygulamalar da kaplama plağına zarar verecektir. Cephede, taş plak üzerine birtakım amaçlar için çeşitli metal parçaların takılması sorun oluşturabilir.

Yapının kullanımı sırasında ıslak hacimlerden sızan sular, temel ya da zeminden kılcal yolla gelen sular, içeriden insanların nefesleriyle ya da iç ortamda su ile çalışılması sonucunda suyun buharlaşması ile oluşan buhar yapı kabuğuna geçer ve soğumaya uğrarsa yoğunlaşır. Bu durum duvar için oldukça tehlikelidir (Koçu, 1995). Yoğuşmanın duvarda oluşturacağı sorundan dış kaplama da etkilenecektir.

Kullanım süreci ile ilgili diğer etmenlerden birincisi atmosferik etmenlerdir.

#### **4.1.1.1 Atmosferik etmenler**

Yapı duvarını saran ve onu dış etmenlere karşı koruyan dış cephe kaplamaları uygulandıkları ve kullanılmaya başlandıkları andan itibaren dışardan gelen her türlü atmosferik etkiye açıktır. Kaplamalar, yapıya gelen her türlü dış etkiyi karşılar ve bu etkilerin duvar gövdesine girmesini engeller.

Plak kaplamaları etkileyen atmosferik etmenler; ısı, su ve nem, zararlı gazlar ve güneş ışınları ile ilgili etmenlerdir.

#### 4.1.1.1.1 Isı ile ilgili etmenler

Isı, bir cisimdeki sıcaklığın artmasına neden olan fiziksel bir enerji türüdür. Birimi joule (j) ve kalori (cal)'dir. Isı kütle ile bağımlıdır. Kütle büyüdükçe ısı miktarı artar. Bir maddenin moleküllerinin hareket enerjileri ile moleküller arası bağlanma enerjilerinin toplamı ısı enerjisini verir.

Sıcaklık, bir maddenin ısı durumunu belirten bir ölçümdür. Birimi K, °C, F, R'dür. Isı alan maddelerin moleküllerinin hızı ile ilgili bir büyüklüktür. Sıcaklığın derecesi ısı miktarı ile bağlantılıdır.

Bir malzemedeki ısı miktarı, o malzemenin atomlarının titreşimi ve kinetik enerjilerinin toplamıdır. Isınma ısıısı ise, bir malzemenin bir gramının sıcaklığını 1 °C yükseltmek için gereken ısı miktarıdır. Isı alan bir malzeme, moleküllerinin artan kinetik enerjileri ile düzensiz harekete geçip katı halden sıvı hale geçer (erime) ya da buharlaşır. Erimiş malzemelerden ısı alındığı takdirde moleküllerinin kinetik enerjileri azalarak kohezyon kuvvetleri yardımı ile düzenli bir sisteme geçerler (katılaşma ya da donma) (Eriç, 2002).

Malzemelerin ısı ile hacimlerini değiştirmelerine ısısal deformasyon denir. Katı malzemelerin uzaması ile bir doğrultudaki genleşmeleri uzama adını alır. Isı değerinin düşmesi ile bu uzama yerini kısılmaya bırakır. Bu olayın ana nedeni ısı değişimleri ile farklı titreşime uğrayan atomların birbirleri arasındaki mesafelerin değişmesidir (Eriç, 2002).

Cephe kaplaması olarak kullanılan plaklarda taşın boyutlarına ve ısı genleşme katsayısına ( $\alpha$ ) bağlı olarak  $\Delta t$  sıcaklık farkında beklenen deformasyon (doğrusal uzama ya da kısılma):

$$\Delta l = \Delta t \cdot L \cdot \alpha \text{ (mm)'} \text{dir (Çorapçioğlu, 1995).} \quad (4.1)$$

$\Delta l$  = Taşın L boyundaki uzama ve kısılma (mm)

$\Delta t$  = Taşın etkisinde kaldığı sıcaklık farkı (°C)

L = Isı genleşmesinin hesaplandığı taşın boyutu ( m )

$\alpha$  = Taşın ısı genleşme katsayısı (mm/m.°C)

Çeşitli malzemelerin ısı genleşme katsayıları Çizelge 4.1'de verilmiştir.

Çizelge 4.1 Çeşitli malzemelerin ısı genleşme katsayıları  
(Değerler [8]; Everett, 1994; Çorapçıoğlu, 1995; Toydemir vd., 2000 ve  
Eczacıbaşı, 2002 kaynaklarından alınmıştır).

Malzeme adı	Isı genleşme katsayısı (K <sup>-1</sup> ) - (mm/m <sup>0</sup> C)
Granit	8-10x10 <sup>-6</sup>
Mermerler	1.4-11x10 <sup>-6</sup>
Kireçtaşları	2.4-9x10 <sup>-6</sup>
Travertenler	6-7x10 <sup>-6</sup>
Değişik çakıllı betonlar	10-12x10 <sup>-6</sup>
Harçlar	11-13x10 <sup>-6</sup>
Tuğla	4-8x10 <sup>-6</sup>
Gre seramik	7.5x10 <sup>-6</sup>
Klinker	5-8x10 <sup>-6</sup>
Kuvars betonu	12x10 <sup>-6</sup>
Alüminyum	24x10 <sup>-6</sup>
Paslanmaz çelik	17.3x10 <sup>-6</sup>
Bakır	17.3x10 <sup>-6</sup>
Pirinç	18x10 <sup>-6</sup>

Isının, enerji kaynağından başlayarak bir ortamdan diğer bir ortama geçmesi ısının taşınması olayı ile gerçekleşir. İki malzeme arasındaki sıcaklık farkı nedeniyle ısı, sıcak maddeden soğuk maddeye doğru bir geçiş yapar. Isının taşınması olayı, maddelerin buldukları ortamlara göre kondüksiyon (iletim), konveksiyon (taşınım) ve radyasyon (ışınım) olmak üzere üç şekilde gerçekleşir.

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

Bir malzemenin ısı geçirimsizliği, malzemenin kalınlığına ve ısı iletkenlik katsayısına bağlıdır. Isı iletkenlik katsayısı malzemelerin kendi iç yapılarına bağlı olarak değişir ve her malzeme için ayrı değerdedir. Birimi W/mK'dır. Birim ağırlığı az olan malzemelerin ısı iletkenlik katsayısı düşüktür. Çeşitli malzemelerin birim hacim kütlelerine göre ısı iletkenlik katsayıları Çizelge 4.2'de verilmiştir.

Çizelge 4.2 Çeşitli malzemelerin birim hacim kütlelerine göre ısı iletkenlik katsayıları (TS 825)

Malzeme adı	Birim hacim kütlesi kg/m <sup>3</sup>	Isı iletkenlik katsayıları (λ) W/mK
Kristal yapılı püskürük ve metamorfik taşlar (granit, bazalt, mermer, vb.)	> 2800	3.5
Tortul taşlar (traverten, kumtaşı, vb.)	2600	2.3
Gözenekli püskürük taşlar	< 1600	0.55
Kum, kum-çakıl	1800	0.7
Kil, sıkı toprak	2000	2.1
Kireç harcı, kireç-çimento harcı	1800	0.87
Çimento harcı	2000	1.40
Donatılı beton	2400	2.10
Donatısız beton	2200	1.74
Hafif agregalı betonlar	800	0.39
Hafif betondan duvar plakları	800	0.29
Dolu tuğla	1800	0.81
Dolu klinker-seramik klinker	2000	0.94

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

Bir malzemenin ısı geçirgenliği ( $\Lambda$ ), o malzemenin ısı iletkenlik katsayısının ( $\lambda$ ), kalınlığına ( $d$ ) oranı ile bulunur (4.2).

$$\Lambda = \lambda / d \text{ (W/m}^2\text{K)} \quad (4.2)$$

Malzemede ısı etkisiyle oluşan genleşme ve büzülme malzemenin mekanik dayanımını etkiler. Hızlı ve büyük ısı değişimleri (yazın bir günlük değişim), küçük ve yavaş ısı değişimlerinden (bütün bir yıl boyunca meydana gelen değişimler) daha zararlıdır. Isısal genleşme sonucu plak malzemelerde ortaya çıkan iç gerilmeler, sıcaklık değişim hızı ve malzemelerin ısı iletkenlik değeri ile ilgilidir (Eriç, 2002).

#### 4.1.1.1.2 Su ve nem ile ilgili etmenler

Su, doğada, yeraltı ve yerüstü kaynakları ile hava içindeki nem olarak üç şekilde bulunmaktadır.

Gaz olarak atmosferde ve malzemenin boşluklarında, sıvı olarak yağmur, sel, birikinti suyu, yeraltı suları, göl, nehir ve denizlerde, katı olarak kar, buz ve buzul biçiminde bulunmaktadır (Avlar, 2000). Sıcaklığın düşmesi sonucunda atmosferde bulunan nem yağmura, suyun biçimi de sıvı halden katı hale dönüşür. Böylece çiglenme ve donma olayları meydana gelir.

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

Su ile malzemenin etkileşiminde, malzeme suyun içindedir ya da su malzemeye yüzeysel olarak etkilemektedir. Ayrıca buhar basıncından ortaya çıkan kondansasyon (buhar geçirirliliği) ise, malzeme iç yapısında ya da yüzeysel olarak malzemeyi etkilemektedir. Su içinde bulunan bir malzemeyi etkileyen faktörler, malzemenin boşluğu ve suyun basıncıdır. Su ile yüzeysel olarak temas eden malzemelerde ise su, malzeme yapısındaki kılcal kanallarda kapiler basınç etkisi ile hareket etmekte ve su hareketi atmosfer basıncını dengelemektedir. Düzgün yüzeyli taşlarda, kapiler su geçirirliliği somutlaştırıcı bir damla (50 mg) suyun taş yüzeyince emiliş süresi 6-38 sn arasında değişmektedir. Elle işlenmiş taşlarda ise bu değer 2 sn'ye düşmektedir (Eriç, 2002).

Bünyesi boşluk içeren tüm taş bünyeli cisimler suyla temas ettiklerinde boşlukları dolduracak miktarda su emerler. Boşlukların su ile dolmasında, bu boşlukların birbiriyle ilişkisini sağlayan kanal, borucuk ve çatlakların varlığı ve boyutları önem kazanır. Cismin emeceği su miktarı, bu boşluklar arasındaki bağıntıyla doğrudan ilişkilidir (Toydemir vd., 2000). Çeşitli doğal ve yapay taş plaklarda ağırlıkça su emme değerleri Çizelge 4.3'de verilmiştir.

Çizelge 4.3 Çeşitli doğal ve yapay taş plaklarda ağırlıkça su emme değerleri (Değerler Kocataşkın, 1973; Eriç, 2002 ve ilgili kataloglardan alınmıştır).

Malzeme	Ağırlıkça su emme değeri (%)
Granit	0.2-0.5
Mermer	0.2-0.6
Traverten	2-5
Beton	1-8
Yapay taş kaplı plaklar	2-5
Gre-seramik	0.05
Klinker	2-4
Kuvars esashi yapay taş	0.02-0.1

Suyun buz haline gelmesiyle hacmi %9 oranında artar. Malzemenin boşluklarında bulunan suyun da, sıcaklığın düşmesiyle donarak hacmi genişler ve malzemede gerilmeler oluşur. Bu gerilmeler, malzemenin genişlemesine ve giderek çatlamasına, parçalanıp dağılmasına neden olur.

Malzemenin su emmesi sonucunda suyun donması dışında malzemede şişme ve büzülme olayları da meydana gelmektedir.

Şişme olayı, yapısında değişik nitelik ve boyutta boşluk içeren malzemelerin ıslanması sonucu hacminin artması olarak tanımlanabilir. Her ıslanma olayını bir kuruma devresi izleyeceğinden, cismin emdiği suyu kaybederek kurumasıyla büzülme olayı gerçekleşecektir. Bu durum sonucunda da malzemede çatlaklar oluşacaktır (Toydemir vd., 2000). Bazı doğal ve yapay taşlarda görülen şişme ve büzülme değerleri Çizelge 4.4'te gösterilmiştir.

Çizelge 4.4 Bazı doğal ve yapay taşlarda şişme ve büzülme değerleri (Toydemir vd., 2000)

Malzeme	Islanmada şişme değeri	Kurumada büzülme değeri
Granit	0.06-0.2 mm/m	0.15-0.2 mm/m
Kireçtaşı	0.09-0.16 mm/m	0.13-0.4 mm/m
Yapay taş	0.16-0.2 mm/m	0.2 mm/m
Gre	0.3-0.6 mm/m	0.3-0.6 mm/m
300 kgf/cm <sup>2</sup> lik beton	0.14-0.16 mm/m	0.2 mm/m
180 kgf/cm <sup>2</sup> lik beton	0.16-0.19 mm/m	0.2 mm/m
Çimento harcı	0.2 mm/m	0.3-0.45 mm/m
Melez harç	0.35 mm/m	0.4-0.6 mm/m

Dış cephelerde korunmayı gerektiren suyun kaynağı yağmur sularıdır. Yağmur suları, cephede, rüzgarın da etkisiyle sorun yapıcı etmenlerin başında gelir.

Yağmur damlası, bir yüzeye çarptığında sıçrama, emilme ve akma olayları gerçekleşir. Yağmur yeterli şiddet ve sürede devam ederse akan damlalar yüzeyde bir su katmanı oluşturur. Bu katman da, malzemenin yüzeysel karakterine bağlı olarak emilecek, sıçrayacak ve küçük ölçekli yağmur dereleri oluşturarak akacaktır (Özdeniz, 1978).

Yağmur ile temas eden cephelerde yağmur suları, rüzgarın da etkisiyle cepheyi ıslatır. Duvar kaplamasında bulunan boşluklardan giren su, buradaki çözünebilen tuzları çözerek tuzlu bir su haline getirir.

Su ile birleşerek malzemeye çeşitli zararlar veren çözünebilir tuzlar, malzemenin kendi iç yapısından kaynaklanan tuzlar (doğal taşlar, çimento bileşenli yapay taşlar, yanmış kil ürünler), malzemenin yapıda uygulanmasından sonra atmosferik etkilerin sonucunda ayrışmasından kaynaklanan tuzlar (kalkerli taşlar, özellikle kireçtaşları) ve dış kaynaklardan gelen (derz malzemeleri, uygulamada kullanılan bağlayıcı malzemeler) tuzlardır (Addleson, 1972a).

Çözünebilen bu tuzların su ile birleşmesinden oluşan tuzlu sular, hem plakların kendisinde hem de plakları duvara bağlayan yapıştırıcılarda ve profillerde sorun oluşturur.

Dış duvar kaplama plaklarına suyun yanında nem de etki eder. Hava içindeki su buharı olan nem, kondansasyon, terleme ve nemlenme gibi yapı elemanlarına zarar veren olayların asal kaynağıdır. Suyun sıvı ya da buz olması için belirli sıcaklıkların gerekli olmasına karşın, su buharı her sıcaklıkta oluşmaktadır (Avlar, 2000).

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

Havadaki maksimum su buharına “rölatif nemlilik (bağlı nem)” denir. Belirli koşullarda ve sıcaklıktaki hava, bünyesinde maksimum su buharı bulunduruyorsa, bu havaya “buhara doymuş hava” denir. Ancak sıcaklığın düşmesi sonucu, buhara doymuş olan bu havanın içinde bulunan buharın bir kısmı yoğunlaşarak su haline dönüşür. Ayrıca malzemedeki yüzeysel soğukluklarda bu olaya sebep olur (Eriç, 2002).

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

Buhar akımının geçişi, malzemelerin kendi su buharı difüzyon direnç katsayısına ( $\mu$ ) bağlıdır. Çeşitli malzemelerin buhar geçirimsizlik katsayıları Çizelge 4.5’de verilmiştir.

Çizelge 4.5 Çeşitli malzemelerin buhar geçirimsizlik katsayıları (TS 825; Eriç 2002)

Malzeme	Su buharı difüzyon direnç katsayısı ( $\mu$ ) (birimsiz)
Doğal taşlar	70–150
Kireç ve çimento harçları	15–35
Alçı harcı	10
Beton	70–150
Tuğla (Dolu klinker, seramik klinker)	50–100

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

#### 4.1.1.1.3 Gazlar ile ilgili etmenler

Teknolojinin gelişmesiyle, özellikle büyük kentlerde, konutların düzensizliği ve bacalarından çıkan zararlı gazlar, fabrika ve işyerlerinden çıkan toz, kükürtlü ve karbonik asitli gazlar, ulaşım araçlarının yaydığı gaz artıkları atmosfere yayılmaktadır. Yayılan gazlar, atmosferin, karbondioksit, karbonmonoksit ve kükürtdioksit gibi kirletici kimyasal maddelerle kirlenmesine neden olmaktadır.

Atmosfere yayılan duman, yanmanın görünebilir bir ürünüdür. Duman içindeki küçük partiküller gaz gibi davranır ve hava içine karışıp zor tanınır. Kömür, çok miktarda karbon içerir. Tamamlanmamış yanmasından bölünmüş partiküller artar, karbon ya da karbonifer halde şiştiği zaman siyah görünür. Kömür, aynı zamanda katran kaplı hidrokarbonlar içerir ve partiküllerin yapışma gücüne eklenerek isli, kurumlu tabakalar oluşturma eğilimi gösterir (Zaim, 1985).

Dış cephe kaplama malzemesi üzerine yapışan duman partiküllerinin oluşturduğu isli tabakalar, kirli görünümünün yanında büyük miktarda su tutma kapasitesine de sahiptir. İsin analizi sonucunda, isin siyahlaşmaya neden olan katranlı maddeler ve karbonata ek olarak serbest asitleri ve eriyebilir tuzları da taşıyabildiği bulunmuştur (Zaim, 1985).

Malzemeler doğrudan ya da dolaylı olarak bazı asit ve bazların etkisi altında kalabilir. Bu etkileşim sonucunda malzemelerde sorunların oluşması kaçınılmazdır.

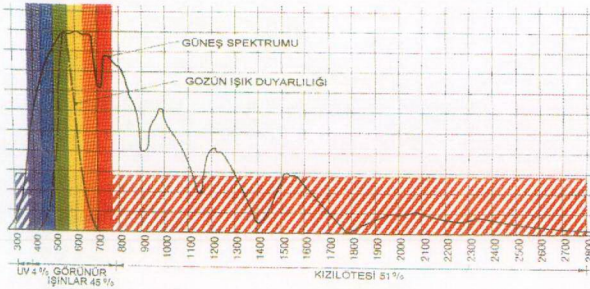
Yapıların dış cepheleri her türlü atmosferik etmeden etkilenmektedir. Ancak dış cephe doğal ve yapay taş plak kaplamalar üzerinde oluşan sorunların büyük bir kısmı gazlar ile ilgili etmeden kaynaklanmaktadır.

#### 4.1.1.1.4 Güneş ışınları ile ilgili etmenler

Güneş ışınları ile ilgili etmenler, güneş ışığı ve onun gözle görülmeyen zararlı ışınlarıdır. Güneş ışınları, güneşten yayılan, atmosfer katmanlarından geçerek dünyaya gelen ışınlardır. Güneş ışınları içerisinde, ısıtıcı (kızılaltı-enfraruj-IR ışınları) ve renk değiştirici (morötesi-ultraviyole-UV ışınları) gözle görünmeyen ışınlar da bulunmaktadır. Bu ışınlar, belli bir süreç sonunda, doğal ve yapay taşların her ikisinde de birtakım olumsuz özelliklerin ortaya çıkmasına neden olur.

Kızılaltı (enfraruj-IR) ışınları, ısı enerjisi taşıyan ışınlardır. Dalga boyları uzundur. Çarpıtları yüzeyleri renklerine bağlı olarak ısıtır ve yüzeylerin sıcaklığını yükseltir. Morötesi (ultraviyole-UV) ışınlar, renk değiştirici ışınlardır. UV ışınları kısa dalga boylu oldukları için kinetik enerjileri ve girişimleri fazladır.

Görünür ışınların içerisinde mor rengin dalga boyu kısa, kırmızı rengin dalga boyu ise uzundur. Mor ışınların daha kısa dalga boyunda olanlarına morötesi ışınlar, kırmızı ışınların daha uzun dalga boyunda olanlarına kızılaltı ışınlar denilmektedir (Şekil 4.1).



Şekil 4.1 Güneş ışığı tayfının frekans dağılımı (Toydemir vd., 2000)

Güneş radyasyonları etkilediği malzemenin yüzeysel durumuna ve rengine göre değer kazanmaktadır. Parlak yüzeyler radyasyonu yansıtmakta, koyu renkli yüzeyler ise radyasyonu yutmaktadır. Bu özellikten dolayı, malzeme yüzeyinin renklerine göre yüzeysel emicilik katsayısının (a) % olarak belirlenmesi gerekir (Çizelge 4.6) (Eriç, 2002).

Çizelge 4.6 Çeşitli renk ve malzemelerde yüzeysel emicilik katsayıları (Eriç, 2002)

Renk	Malzeme	Yüzeysel emicilik katsayısı (a)
Beyaz	Mermer	0.2–0.3
Sarı, turuncu, açık kırmızı	Taş, tuğla, beton, seramik	0.3–0.5
Açık mavi	Taş, seramik	0.5–0.7
Koyu mavi	Seramik	0.7–0.9
Koyu kahve, siyah	Taş, seramik	0.9–1.0

Çizelge 4.6'da görüldüğü gibi koyu renkli malzemelerin emicilik katsayısı daha yüksektir. Koyu renkli yüzeyler, gelen ışınların büyük bir kısmını emerler ve yüzey sıcaklıkları artar.

#### 4.1.1.2 Katı zararlılar ile ilgili etmenler

Malzemeleri olumsuz yönde etkileyen katı zararlılar toz, kum, çamur vb. etmenlerdir.

Doğal tozlar, çoğunlukla rüzgarın sürüklediği karasal parçacıklar, bazı volkanik küller ve çok az oranda uzaydan gelen kozmik tozlardan oluşan, yaklaşık 1-100 mikron arasında değişen büyüklüklerdeki küçük parçacıklardır (Çorapçoğlu, 1983).

Yapı çevresinde bulunan toz ve kumlar, rüzgarın etkisiyle havalanarak cephede birikirler. Tozların rüzgarla sürüklenmesi bitki örtüsü olmayan alanlarda kolaylaşmaktadır. Cephede biriken tozlar yağmurun da etkisiyle plaklarda yüzey kirliliğinin nedenlerinden biri olmaktadır.

Aynı zamanda havada bulunan tozlar, yağmur damlaları içinde taşınarak ya da kuvvetli rüzgar ile cephedeki taş plaklara çarpar. Cepheye çarpan kum tanecikleri partiküllerin büyüklüğüne bağlı olarak yüzeyleri mekanik yönlerden etkilemektedir.

Tozlar içindeki kalsit bileşenleri asitlerle kolayca reaksiyona girebilmektedir (Çorapçoğlu, 1983).

#### 4.1.1.3 Biyolojik etmenler

Malzemeleri etkileyen biyolojik etmenler yosun, mantar, bakteri, bitkisel parazit, kemirici hayvan vb. etmenlerdir.

Yosun, mantar, bakteri, bitkisel parazit, kemirici hayvan gibi mikroorganizmalar, doğal ve yapay taşında içinde olduğu inorganik malzemeler üzerinde birtakım zararlı etkiler oluşturmaktadır.

Yosun ve mantarların su emici özelliği, suyu uzun süre tutarak altındaki taş yüzeyleri uzun süre nemli tutmaktadır. Taş yüzeyi nemden arındırılmadığı zaman bu nemlilik sorunlara yol açmaktadır (Çorapçıoğlu, 1983).

Bitki kökleri asit çıkartarak taşlara olumsuz etki etmektedir. Aynı zamanda bitki köklerinin güçlü kimyasal etkilerinin yanında mekanik etkileri de bulunmaktadır.

Havada uçan polenlerle ya da tozlarla savrulan bitki tohumları girintili çıkıntılı cephelerde yer bularak ürer. Duvar yüzeyini saran bitkiler, yağmur suyunu tutarak suyun cepheden uzaklaşmasını engellemektedir.

Nemli ve havalandırılmayan yerlerde üreyen mikroorganizmalar, bulunduğu yerdeki yapıştırıcı karışımlara ya da metal bağlantı parçalarına zarar verebilir. Bu nedenle ankrajlı yöntemlerle uygulanan kaplamaların arkasındaki hava boşluğunda organizmaların ürememesi için gereken önlemler alınmalıdır.

#### 4.1.1.4 Yangın ile ilgili etmenler

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

Bir yapının yangınlığı, yapıyı oluşturan ana malzemeler ve bitirme malzemelerinin niteliği ile ilgilidir. Bu nedenle yapıda kullanılacak olan malzemelerin yangıcı olup olmadığının bilinmesi gerekir.

Yanmazlık, bir yapı malzemesinin, yanmanın gelişimine doğrudan katkıda bulunmama durumudur (TS 1912). Malzemeler, yanmaz (A sınıfı) ve yanıcı (B sınıfı) malzemeler olarak iki gruba ayrılabilir (Çizelge 4.7).

Çizelge 4.7 Yanmaz ve yanıcı malzemelerin sınıflandırılması (Toydemir vd., 2000)

A SINIFI YANMAZ YAPI MALZEMELERİ	A-1 HIÇ YANMAZ	MALZEMELER	
		<ul style="list-style-type: none"> <li>• Kum, çakıl, kil, yapı taşları</li> <li>• Mineraller, toprak, lav, sünger taşı</li> <li>• Çimento, kireç, alçı, anhidrit</li> <li>• Cüruf, genleşmiş kil ve şist, cam, perlit, vermikülit</li> <li>• Harç, beton, betonarme, öngerilmeli beton, mineral dolgululu yapı taşları, yapı blokları</li> <li>• Asbestli çimento ve mineral lifler</li> <li>• İnce toz halinde olmayan metaller ve alaşımlar (alkali ve toprak alkali dışında)</li> </ul>	
	A-2 ZOR YANICI	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Yanmaz dolgu maddeleri içeren polimer kompozitler</li> </ul>	
B SINIFI YANICI YAPI MALZEMELERİ	B-1 ZOR ALEVLENİCİ	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Ahşap talaşı malzemeler</li> <li>• Alçı-karton levhalar (yüzeyi deliksiz)</li> <li>• Asbestli mukavva ve kağıt</li> <li>• Sert polivinilklorür (PVC) boru (<math>d \geq 3.2</math> mm)</li> <li>• PVC zemin kaplamaları</li> <li>• Ahşap parke</li> </ul>	
	B-2 NORMAL ALEVLENİCİ	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Ahşap <math>\delta \geq 400</math> kg/m<sup>3</sup> <math>d &gt; 2</math> mm</li> <li>• <math>\delta \geq 230</math> kg/m<sup>3</sup> <math>d &gt; 5</math> mm</li> <li>• Yapay ahşap levha <math>d &gt; 2</math> mm</li> <li>• Sert polivinilklorür (PVC) levha</li> <li>• Polipropilen (PP), polietilen (PE), ABS; borular</li> <li>• Polyester <math>d &gt; 1.3</math> mm</li> <li>• Polietilen <math>\delta \geq 940</math> kg/m<sup>3</sup> <math>d &gt; 2</math> mm</li> <li>• Asfalt ve bitümlü çatı örtüleri</li> </ul>	
	B-3 KOLAY ALEVLENİCİ	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Ahşap <math>d &lt; 2</math> mm</li> <li>• Kağıt, saz, talaş, saman, pamuk, selüloz lifi</li> <li>• Gevşek ve toz halinde her tür yanıcı madde</li> </ul>	

Doğal ve yapay taşlar (A-1) yanmaz malzemeler sınıfındadır. Ancak kompozit yapay taşlardan biri olan çimentolu yonga plakların bileşiminde bulunan malzemeler, (A-2) yanmaz ve (B-1) yanıcı malzemeler grubundadır. Bu nedenle çimentolu yonga plakların yangına karşı davranışı, yapısına, malzemelerin türüne ve karışım oranlarına bağlıdır (Toydemir vd., 2000).

Doğal ve yapay taşların çoğunun yanmaz malzemeler grubunda bulunması, onların yangın sırasında etkilenmeyecekleri anlamına gelmez. Yangın, bu malzemeler üzerinde de birtakım

fiziksel ve kimyasal değişiklikler meydana getirir. Sıcaklığın artmasıyla malzeme erimekte ve kimyasal ayrışmaya uğrayabilmektedir.

Fiziksel değişim ısısız deformasyonlar ve erimedir. Isısız deformasyonlar, malzemelerin ısı ile hacimlerini değiştirmelerine denir. Erime ise, sıcaklığın artışı sonucu, malzeme iç yapısında molekül bağlarının uzaması, elastik şekil değiştirme değerinin artması ve sonuç olarak iç yapının kristal sisteminin dağılarak malzemenin katı halden sıvı hale geçmesi olayıdır. Erime sıcaklığı metallerde 232-1800 °C, seramik malzemelerde 1000-1400 °C'dir. Malzemede kimyasal değişim ise, molekül yapısının bozulmasıdır (Eriç, 2002).

Çimentonun bünyesinde yer alan CaO, yüksek sıcaklıklarda Ca(OH)<sub>2</sub> haline dönüştürerek hacim genişlemesine ve çimentonun kristal suyunu kaybederek bağlayıcılık değerinin yok olmasına yol açmaktadır (Everett, 1994; Eriç, 2002).

Doğal ve yapay taşların yapıştırılarak uygulanmasında kullanılan bağlayıcı harç, yangın sırasında, içindeki çimentodan dolayı bağlayıcılık değerini kaybederek sorun kaynağı olabilmektedir.

Metaller yanıcı değildir fakat dayanımlarını kaybedebilirler. Alüminyum, kurşun ve çinko yüksek ısı derecelerinde erir. Alüminyumun erime noktası yaklaşık 650 °C'dir. Genleşmeleri rahatsız edici ölçülerde olabilir. Yüksek ısı iletkenlikleri ısı kaynağından uzak olan yüzeylerdeki derecelerin yükselmesine ve yangının sıçramasına neden olmaktadır. Çelik ise, 500 °C'de bozulup yıkılma hareketine başlar (Everett, 1994).

#### **4.1.1.5 Yükler ve kuvvetler ile ilgili etmenler**

Yükler ve kuvvetler gibi mekanik etkilerden kaynaklanan sorunlar, genelde taşıyıcı duvar sisteminin kaplama ile bir beraberlik içinde bulunmasıyla daha belirgin bir hal alır. Taşıyıcı sisteme gelen yatay ya da düşey yüklerin etkisiyle ortaya çıkan küçük deformasyonlar sistemle ilişkide olan kaplama malzemelerinde de sorunların oluşmasına yol açacaktır (Eriç, 1986).

Duvar gövdesinde yükler, taşınmalar ve çeşitli zorlamalar sonucunda oluşabilecek deformasyonlar, çatlamlar ve burulmalar kaplamayı da yakından etkileyecektir (Kafesçioğlu, 1984).

Yapıya ve buna bağılı olarak dış kaplamaya etki eden yükler; düşey yükler (yapının kendi yükü ve kullanım yükü) ve yatay yükler (rüzgar ve deprem yükü) dir.

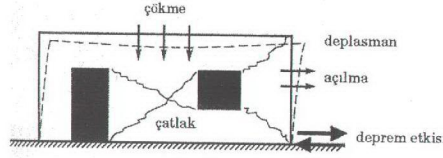
Projelendirme aşamasında, yapıya etki eden düşey ve yatay kuvvetler karşısında gerekli kesit boyutlarının bulunması için birtakım hesaplar yapılmaktadır. Ancak yapının uygulanması ya da kullanılması aşamasında, deprem, hatalı bir uygulama vb. nedenlerden dolayı bu yüklerin dengesi bozulabilmektedir.

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

Aşırı ve devamlı yüklemeler sonucunda, yapının taşıyıcı sisteminde ve taşıyıcı sistemi örten kaplama malzemesinde çatlaklar oluşacaktır. Taşıyıcı sistem içinde bulunan kirişlerde meydana gelen çatlaklar, özellikle kesme kuvvetinin ve maksimum momentin olduğu bölgelerde ve daha çok çekme gerilmesinin söz konusu olduğu yerlerde görülür. Sonuçta malzeme kesiti zayıflayarak yapı elemanının kırılma ve çökmesi ile karşılaşılır. Taşıyıcı sistemlerde meydana gelen deformasyonlar sonucu, bu sistemleri örten kaplama malzemeleri ile taşıyıcı sistem malzemeleri arasındaki aderans zayıflar (Eriç, 2002).

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

Deprem meydana getirdiği yatay etkiler sonucu, yapının süredurumu (ataleti) nedeniyle doğan kuvvetler ile yapı özelliklerine bağılı olarak, malzemede, dolayısıyla yapının çeşitli kesimlerinde gerilmeler meydana gelir. Bu gerilmelerin kritik bir değere ulaşması sonucu en zayıf noktada çatlaklar, giderek çökme ve kırılmalar meydana gelir (Şekil 4.2) (Eriç, 2002).



Şekil 4.2 Yapıda deprem etkisi (Eriç, 2002)

Yapıyı etkileyen deprem yükleri, dış duvarlarda kullanılan kaplama malzemelerini de etkiler. Dış duvarlara yapıştırma yöntemleri ve ankrajlı yöntemlerle uygulanan doğal ve yapay taş plaklarda, deprem etkisiyle birtakım sorunlar oluşabilir.

Dış duvarlara harç ile yapıştırılan kaplamalarda, kullanılan harçların çekme ve aderans dayanımları ve kopma birim deformasyonlarının çok yüksek olmadığı bilinmektedir (Çamlıbel, 1994).

Yapıya ve dış kaplama plaklarına yatay olarak etki eden diğer bir yük rüzgar yüküdür. Rüzgarlar, dış duvar yüzeylerinde, bina boyutu ve biçimine bağlı olarak, basınç ve emme kuvvetleri oluşturur.

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

#### 4.1.2 Yapı ürünleri ile ilgili etmenler

Dış cephe doğal ya da yapay taş plak kaplamalarında oluşan sorunların bir bölümü, yapı ürünlerine bağlı olarak, ürünlerin ocaklardan çıkarılmaları ve üretimleri sırasında yapılan hatalar ile ürünün teknik özelliklerinin değerlendirilmeden seçilmesinden kaynaklanmaktadır.

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

Dış cephe kaplaması olarak kullanılacak olan doğal ve yapay taş plakların, çeşitli standartlara uygun olarak seçilmesi ve kullanılması gerekmektedir. Kullanılan yapı ürünlerinin ilgili

standartların altında olması durumunda, ürünler beklenen dayanım süresinden çok daha önce bozulmaya ve eskimeye uğrar.

Yapıda ürün seçimi yapılırken, yalnız ürünün fiyatına ve bulunabilmesine bakılmasından ve ürün hakkında yetersiz bilgilerden kaynaklanan yanlış ürün seçimi nedeniyle ürün, beklenen dayanım süresini gösteremez.

Doğal taşlar, özelliklerini kontrol edebilmemize ve yapıda sorun oluşmasına meydan vermeyecek şekilde uygulayabilmemize daha az olanak sağlar. Örnek olarak, doğal taşların oluşum şartları ve tabakalarına bağlı olarak mekanik ve fiziksel özelliklerinin farklı değerler göstermesi verilebilir. Bu tür malzemelerde oluşabilecek çeşitli sorunların önceden kestirilmesi güçtür (Eriç, 1975).

Ocaktan çıkarılan doğal taşların, işlenmesinden önce bünyesinde bulunan ocak suyu denilen sudan arınması ve sertleşmesi için belli bir süre bekletilmesi gerekir. Ocaktan çıkmış yeni taşlar hemen kullanılmamalıdır.

Kaplama olarak kullanılacak olan doğal taşlarda; kil içeren damarlardan (killi damar), yabancı maddeler içeren damarlardan (çürük damar), boşluk, çatlak ve bu boşluk ve çatlakları dolduran ve taşın görünüşüne olumsuz etki eden yabancı maddelerden (dolgu), doğal taşların kırık ve çatlaklarını birleştirmede kullanılan yapay bağlayıcılardan oluşan kusurlar bulunmamalıdır (TS 1910).

Fabrikalarda işlenirken, doğal taşlar üzerinde yapılan eksik işlemler ya da hatalı uygulamalar sonucunda, elde edilen üründe ortaya çıkan doku ve boyut farklılıkları, damar yapıları gibi farklılıklar, cephelerdeki kullanımda olduğu gibi tekrarlayan kullanımlarda sorunlar yaratır.

Yapay taşlarda üretimden doğan hataların yapıdaki yerini almadan önlenmesi daha kolaydır. Çünkü bu ürünler, üretim yerinde gerekli denetimlerden geçirilmekte ve yapı yerine denetimden geçmiş, hatalı görülenler ayıklanmış bir halde getirilmektedir. Ancak yine de titiz bir seçime gerek vardır (Eriç, 1975).

Yapay taş plakların üretimi sırasında yapılan, yapay taşın türüne bağlı olarak, bileşimine katılan maddelerin ve ürünlerin eksikliği ya da fazlalığı, pişirme sıcaklıklarının yanlış ayarlanması gibi hatalar sonucunda, elde edilen üründe ortaya çıkan renk, ton, basınca ve

çekmeye dayanım, ısı genleşme katsayısı, vb. her türlü değer farklı olması çeşitli sorunlara neden olabilir.

Doğal ve yapay taş plakların uygulanmaları aşamasında kullanılan, çimento harçları ya da özel yapıştırıcılar, metal kenetler, kancalar ve profiller gibi yardımcı ürünlerin de doğru seçilmesi ve kullanılması gerekir.

Yapıştırma yöntemlerinden harç ile uygulamada kullanılan harç içindeki kumun nem çeken tuzlardan ve tozlardan arındırılmış ve yıkanmış olması, çimento ve su oranının iyi ayarlanması gerekir. Şantiyede üretilen harç gibi ürünler kontrolden geçmediği için bütün sorumluluk, mimara ya da yetkili teknik elemanlara aittir. Oluşan hataların büyük çoğunluğu kontrol eksikliğinden kaynaklanmaktadır.

#### **4.1.3 Tasarım ile ilgili etmenler**

Dış kaplamada sorun oluşmasına neden olan etmenlerden biri de yanlış tasarım ve detaylandırmalardan kaynaklanmaktadır.

Yapıda taşıyıcı elemanların hatalı düzenlenmesi, taşıyıcı sistemi örten dış kaplama ne kadar başarılı olursa olsun, dış kaplama ürününe zarar verecektir.

Yapının taşıyıcı sisteminde yanlış düzenleme yapılmış, hatalı kabuller ile taşıyıcı sistemin boyutlandırılması ve donatısı yeterli düzeyde yapılmamış ise yapının taşıyıcı sistemi, gelen düşey yükleri taşıyamaz, yatay kuvvetleri karşılayamaz ve sonuçta yıkılma olayı kaçınılmaz olur (Eriç vd., 1994).

Yapı zemininin sağlam olmaması yapı dış kabuğunda sorunlara neden olacaktır. Yapıda, zamanla meydana gelen oturmalar, dilatasyon derzlerinin yapılmaması ya da zeminin bir kısmının zayıf, bir kısmının yüksek dayanımlı olması nedeniyle çökmeler görülür (Koçu, 1995).

Yapıda meydana gelen oturmalar ve çökmeler, doğrudan yapı dış kabuğunu etkileyecek ve dış kaplama sisteminde sorunlar oluşacaktır.

Bunların dışında projelendirilmede, ürün özellikleri göz önüne alınmadan yapılan detaylandırma sonucu ortaya çıkan hatalar da bulunmaktadır. Birleşme noktalarında

özellikleri birbirinden farklı olan iki ürünün yan yana getirilmesi ya da birleşme parçasının gereği gibi detaylandırılmaması sonucu sorunlar ortaya çıkar (Eriç, 1975).

Su ile temas halinde bulunan yüzeylerde, suyu tutan ve akmasına engel olan girintili çıkıntılı, profilli detaylandırmalar yapmak hata kaynağı olacaktır.

Cephede, pencere denizliklerinin ve balkon gibi öne doğru gelen çıkmaların hatalı detaylandırılmaları, bu bölgedeki plakları olumsuz etkileyecektir.

Dış kaplama arkasında, gerekli hesaplar ve detaylandırmalar yapılmadan kullanılan ısı tutucu ürün kondansasyon sorununu doğurabilir. Bu durumda cephe plaklarına olumsuz etki edebilir.

Aynı zamanda ankrajlı yöntemler ile uygulanacak olan plaklarda, plağın yanlış uygulanması, eksik tespit parçası kullanılması, profil ve braket aralıklarının geniş tutulması gibi detaylandırmalar sonucunda sorunların ortaya çıkması kaçınılmaz bir sonuçtur.

#### **4.1.4 Yapım süreci ile ilgili etmenler**

Yapıda dış kaplamada sorun oluşturan etmenlerden biri olan yapım süreci ile ilgili etmenler, hatalı ve kalitesiz işçilik ile hatalı uygulamaları kapsamaktadır.

Dış kaplama plaklarının, çok sıcak ve çok soğuk havalarda uygulanması, kaplanacak yüzeyin temizlenmemiş ve ıslak olması durumunda uygulanması plaklarda çok kısa zamanda sorun oluşmasına neden olacaktır.

Yapıştırma yöntemleri ile uygulanacak olan bazı doğal ve yapay taş plakların uygulanmalarından önce yeterince su içinde bekletilmemesi ve yüzeye iyi yapıştırılmaması, plakları yapıştırmada kullanılan harcın çimento ayarının doğru yapılmaması sonucu plaklarda sorunlar oluşacaktır.

Ankrajlı yöntemlerle uygulanan doğal ve yapay taş plaklarda projede belirtilen miktarda metal kenet ve kancaların kullanılmaması plaklarda oluşabilecek olan sorunların kaynağı olacaktır.

Hatalı işçilik ve uygulamalar kontrol eksikliğinden yapılmaktadır. Mimari proje hazırlanırken düşünülmüş olan birçok detayın uygulamada dikkate alınmaması, yeterli iş, araç ve gereçlerinin kullanılmaması kalitesiz işçiliği ortaya çıkarır. Sorumlusu, proje dışında bir

uygulamaya kontrolsüzlük nedeniyle yol açan kontrol mimarı ya da ilgili teknik elemanlardır. Ancak bu tür hatalara işçilik hatası denilmektedir (Eriç, 1975).

#### 4.2 Doğal ve yapay taş plak kaplamalarda oluşan sorunlar ve çözüm önerileri

Yapıların dış cephelerine uygulanan doğal ve yapay taş plak kaplamalarda zamanla sorunlar oluşmaktadır. Dış kaplamaları etkileyen etmenler nedeniyle oluşan sorunların yapının uygulanmasından önce bilinmesi, oluşabilecek olan sorunlara karşı önlem alınmasını ve sorunların meydana gelmemesini sağlar.

##### 4.2.1 Kullanım sürecinden kaynaklanan sorunlar ve çözüm önerileri

Kullanım sürecinde meydana gelen sorunlar çeşitli etmenlere bağlıdır. Bu etmenlerin oluşturdukları sorunlar ilerleyen bölümlerde ayrı ayrı incelenecektir.

Kullanımdan kaynaklanan diğer sorunlar, kullanıcının hatalı bakımına ya da plaklarının bakımını yapmamasına bağlıdır. Çeşitli etmenlerden dolayı bir plakta oluşan küçük bir kusurun onarımı yapılmazsa, bu kusur zamanla ilerleyerek onarılması güç sorunlar yaratabilir. Aynı zamanda kusurlu plak, etrafındaki plakları da olumsuz yönde etkileyerek onların da performanslarını azaltabilir.

Plaklarda oluşan kirlenmeler, yapılmayan ya da hatalı yapılan bakımlarla daha kötüye gitmektedir. Cephe kaplaması traverten olan bir binada bakım eksikliğine bağlı olarak oluşan kirlenmeler Şekil 4.3'de görülmektedir.



Şekil 4.3 Traverten kaplamada görülen cephe kirlenmesi

Cephe plaklarının periyodik olarak bakımlarının hatalı yapılması ve kullanıcıların plak türlerine göre yanlış temizlik ürününü seçmeleri durumunda plak yüzeyleri zarar görecek ve aşınacaktır. Hatalı seçilen temizlik malzemeleri derz dolgularına da etkiyerek bu dolguların çözülüp dökülmeye başlamalarına neden olacaktır.

Kullanım sürecinde birtakım darbelerin ve çarpmaların etkisinde kalan doğal ve yapay taş plaklar, bu etkiler sonucunda aşınacaktır.

Kullanıcılar tarafından sonradan yapılan bazı uygulamalar da, cephe plaklarının kirlenmesine, aşınmasına ve dökülmesine neden olabilmektedir.

Cephe kaplaması üzerine sonradan ilave edilen metal bir parçanın etkisiyle düşen mermer plak kaplama Şekil 4.4’de görülmektedir.



Şekil 4.4 Plak üzerine sonradan ilave edilen metal bir parça nedeniyle düşen mermer plak

Bazı doğal ve yapay taş plakların üzerine takılan metal parçalar atmosferik etmenlerin etkisiyle korozyona uğrar ve plakta lekelenme meydana getirir. Yapay taş kaplı beton plak üzerine herhangi bir nedenle takılan metal parçanın, plakta meydana getirdiği lekelenme Şekil 4.5’de görülmektedir.



Şekil 4.5 Yapay taş kaplı beton üzerine takılan metal parça nedeni ile oluşan pas lekelenmesi

Yapının kullanımı sonucunda iç ortamdan duvara geçen buhar, kaplama plağı ile duvar arasındaki noktada yoğunlaşabilir. Yoğuşma sonucunda plak yüzeyinde lekelenmeler oluşabilir. Ayrıca duvara bağlanmış olan dış kaplama plak taşıyıcıları bu yoğuşmadan etkilenerek plaklar yerlerinden düşebilir.

Granit kaplamada duvar ile plak arasında meydana gelen yoğuşma ve kaplama arkasının havalandırılmaması nedeniyle oluşan cephe kirlenmesi Şekil 4.6'da görülmektedir.



Şekil 4.6 Granit kaplamada görülen cephe kirlenmesi

**Çözümler:** Plaklarda, kullanımdan kaynaklanan sorunların oluşmaması ve malzemelerin yeterli dayanımı gösterebilmesi için kullanıcıların, periyodik olarak dış kaplamalarının

bakımını ve oluşan sorunların onarımını yaptırmaları gerekir. Plak kaplamaların temizliği için plak türüne göre doğru temizlik ürünleri seçilmelidir.

Doğal ve yapay taşın dokusuna zarar vermeyecek kimyasal ürünler kullanılmalı ve fırçalama gerektiğinde sert uçlu fırçalardan kaçınılmalıdır. Temizlik ürünlerinin uygulanmasından sonra yüzeyler durulanmalıdır. Doğal ve yapay taş plakların mat, yarı mat, kumlanmış ve zamanla parlaklığı azalmış yüzeylerinin zarar görmeye daha uygun olması bakımından, bu yüzeylerde temizlik ürünlerinin kullanımı konusunda daha bir titizlik gösterilmelidir.

Granit plaplarda; temiz su ile yıkama şeklindeki temizlik yeterli olacaktır. Ciladan başka işlemlerden geçmiş özel cephelerde lokal temizlik, sıcak su püskürtme ya da hava basınçlı su verme şeklinde yapılabilir. Granitin dokusuna zarar verebilecek sabun ve deterjan gibi kimyasallar, yüzeyde bir film tabakası bırakabileceğinden tercih edilmemelidir. Fırçalama gerekirse fiber fırçalar tercih edilmelidir (Sarısoy ve Sezgin, 1995).

Mermer plakların en iyi temizlenme şekli temiz su ile temiz bezleri kullanmaktır. Ancak uzun süre temizlenmemiş kalan mermer plakların bu yöntemle temizlenmesi mümkün değildir. Bunun için temizleyici toz malzemesinin içine sıcak su katılarak lapa kıvamında hamur hazırlanır. Bu hamur ıslak mermer yüzeyine sürülür ve tamamen kuruyuncaya kadar bekletilir. Kuruyan sıva mermeri çizmeden kaldırılır ve bol su ile yıkanır. Bazı lekeler için mermer tozu ile karıştırılmış pas çıkarıcı temizleme malzemesi kullanılabilir (Arıkan, 1968).

Brüt beton kaplamalarda çiçeklenmeler su ve seyreltik HCl asiti ile, pas lekeleri ise, %10'luk  $CrCl_2$  ile yıkanarak temizlenebilmektedir (Eriç, 2002). Kalsiyum ve sodyum hipoklorit çözeltileri, beton yüzeyleri bozan yosun ve mantarların gelişimini durdurabilir. Ancak bu işlemlerde yüzeyi zımparalamak ya da tel fırça kullanmak beton yüzeyleri etkileyebileceği için önerilmemektedir.

Seramik kaplamaların temizlenmelerinde normal deterjanlar kullanılabilir. Ancak temizleme işleminden sonra bol temiz su ile durulama yapılmalıdır. Gre seramik ve klinker gibi sırsız yüzeyli seramiklerde yüzeye dökülen sıvılar hemen temizlenmelidir. Temizleme işleminde sünger ya da naylon fırça kullanılmalıdır. Basınçlı su kullanımı derz dolgu malzemelerini aşındırabilir. Asit ve diğer güçlü temizlik malzemelerini kullanırken dikkatli olunmalı, ürün ambalajındaki ürün kullanım bilgileri ve üretici talimatları dikkate alınmalıdır [7].

Kuvars esaslı kaplamaların temizlenmesi, periyodik olarak yılda iki ya da dört kez yapılmalıdır. Yoğun kirliliği çözücü temizlik maddesi yüzeye uygulandıktan sonra 5-10 dakika bekletilir. Daha sonra yüzey su ile durulanır. Temizleme işleminde, yapısında sert granüller bulunmayan jel ya da sıvı türünde temizlik malzemeleri ve naylon fırçalar tercih edilmelidir [4].

#### **4.2.1.1 Atmosferik etmenlerden kaynaklanan sorunlar ve çözüm önerileri**

Dış cephelerde dış kaplama olarak kullanılan doğal ve yapay taş plak kaplamalarda atmosferik etmenlerin etkisi ile, üzerlerinde buldukları yapıyı da etkileyecek sorunlar oluşmaktadır.

Doğal ve yapay taş plak kaplamalarda atmosferik etmenlerden kaynaklanan sorunları; ısı ile ilgili etmenlerden kaynaklanan sorunlar, su ve nem ile ilgili etmenlerden kaynaklanan sorunlar, gazlar ile ilgili etmenlerden kaynaklanan sorunlar ve güneş ışınları ile ilgili etmenlerden kaynaklanan sorunlar oluşturmaktadır.

#### **Isı ile ilgili etmenlerden kaynaklanan sorunlar ve çözüm önerileri**

Dış cephe doğal ve yapay taş plak kaplamalarında ısı değerlerinin yükselmesi ile birlikte, plağın boyutuna ve ısı genleşme katsayısına bağlı olarak belli bir miktarda uzama (genleşme) meydana gelir.

Çeşitli malzemelerin ısı genleşme katsayıları Çizelge 4.1'de gösterilmiştir. Isı değerlerinin düşmesi sonucunda ise plak büzülerek kısılacaktır.

Plak kaplamalarda ısısız deformasyonlar sonucu oluşan genleşme ve büzülme, malzemenin iç yapısında gerilmeler yaratır ve malzemenin deformasyona uğrayarak parçalanmasına neden olur.

Plak kaplamalarda ısı hareketleri ile oluşan deformasyonlar Şekil 4.7'de gösterilmiştir.



Şekil 4.7 Plak kaplamalarda ısı hareketleri ile oluşan deformasyonlar (Çorapçıoğlu, 1995)

Cephe kaplamalarında olduğu gibi plakların tekrarlayan kullanımlarında ve farklı karakterdeki malzemelerin yan yana kullanılmasında sorunlar oluşacaktır. Isı genişleme katsayısı farklı olan malzemelerde farklı boyutlarda genişleme ve büzölmeler meydana gelecektir. Bu durum da, kaplama plaklarının çatlamalarına, ek yerlerinden ayrılmalarına ve yerlerinden koparak dökölmelerine neden olacaktır.

Isı genişleme katsayıları farklı olan gre mozaik plak ile denizlik altında uygulanan harç tabakası farklı genişmiş (Şekil 4.8) ve gre mozaiklerde dökölmeler başlamıştır.



Şekil 4.8 Gre mozaik plarlarda ısı genişmesi nedeniyle oluşan dökölmeler

Büyük boyutlu plaklar diğerlerine göre daha fazla genişler. Beton gibi malzemelerinin uygulanmasında detaylandırma ve işçiliğin titizlikle yapılması, seramik ve fayans gibi gevrek ve kırılgan malzemelerde özellikle önlem alınması gerekir. Genleşme katsayıları birbirinden farklı malzemelerin bir arada kullanılmasına özen gösterilmelidir.

Farklı boyutlardaki mermer plakların yan yana kullanılması sonucunda plaklarda oluşan çatlamlar ve kabarmalar Şekil 4.9'da görülmektedir.



Şekil 4.9 Mermer kaplamada farklı ısı genişmeleri sonucunda oluşan çatlaklar ve kabarmalar

Isı etkisiyle plak kaplamalarda oluşan gerilmelerin yanında kaplamayı taşıyan konstrüksiyonlarda da birtakım deformasyonlar oluşacaktır.

Isı değişimleri ile doğal ve yapay taş plak kaplamalarda oluşan gerilmeler, kaplamayı taşıyan malzemeleri de etkiler. Kaplama plakları ile onu taşıyan harç, özel yapıstırıcılar, metal kenetler, kancalar ve profiller arasında da gerilmeler ve genişmeler oluşur. Bu gerilmeler ve genişmeler cephede çatlama, dökülme gibi sorunları meydana getirir.

Özellikle metal bağlayıcıların genişleme katsayıları oldukça fazladır ve doğal ve yapay taş plaklardan farklı genişirler. Yapıştırılarak uygulanan plaklarda tüm yüzeye sürülen harç tabakası, ısı değişimleri nedeniyle kolayca hareket edemeyecek ve bu tabaka ile plak arasında sürtünme kuvvetleri oluşacaktır. Bütün bu etkilerin sonucunda bağlayıcılarda oluşan deformasyonlar, bağlayıcıların taşıdığı plakları etkileyerek çatlamlarına ve yerlerinden kopmalarına neden olacaktır.

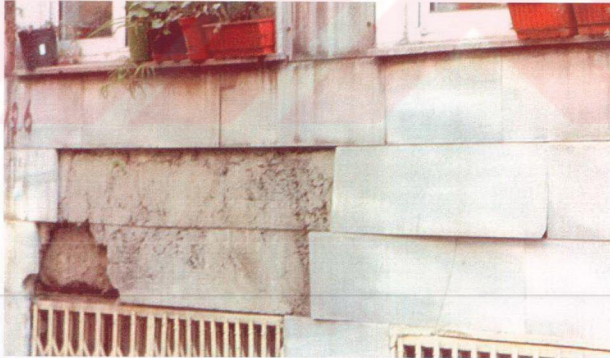
Doğal ve yapay taş plaklar arasında bırakılan derz boşluklarının harekete olanak vermeyecek rijit dolgularla kapatılması plakların çatlamasına ve dökülmesine neden olacaktır.

Isısal etkilere bağlı olarak malzeme bileşimlerinde ortaya çıkan yüzeysel terleme, iç yoğuşma (kondansasyon) ve donma gibi sorunlar da malzemede gerilmeler yaratarak birtakım zararlara yol açabilir.

Plaklarda yalnız ısı etkisiyle meydana gelen sorunlar olabildiği gibi ısının, diğer etmenlerle birleşerek oluşturduğu sorunlar da bulunmaktadır. Su ve nem etkisi sonucunda malzemenin yapısına giren ya da yoğuşma sonucunda oluşan su, ısının düşmesiyle donar. Bu durum malzemede gerilmeler yaratarak malzemenin çatlamasına ve dökülmesine neden olabilir.

Yapıştırma yöntemi ile uygulanan mermer plaklarda (Şekil 4.10), su ve ısı değişimlerinin etkisiyle çatlamalar, kabarmalar oluşmuş ve plaklar yerlerinden dökülmeye başlamıştır. Ayrıca plağın bağlayıcısı olan harç tabakasında da gerilmeler sonucunda dökülmeler başlamıştır.

Aynı zamanda bu kaplamada farklı boyuttaki mermerlerin kullanılması ve uygulamanın hatalı yapılması da sorun yaratmıştır.



Şekil 4.10 Mermer plaklarda su ve ısı değişimleri etkisiyle oluşan sorunlar

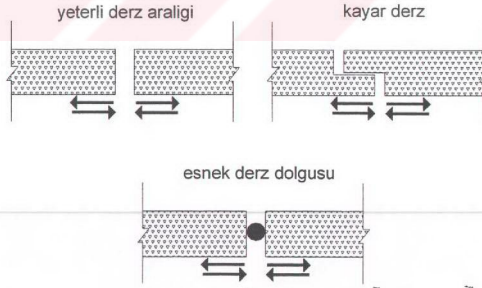
**Çözümler:** Malzemede ısı etkisiyle oluşan genleşme ve büzülmelerin, kaplamayı parçalamaması, çatlatmaması ve yerlerinden koparmamasını sağlamak için plaklar arasında, genleşme ve büzülme için yeterli olabilecek derz aralıkları bırakılmalıdır.

Doğal taş plaklarda yeterli olabilecek derz aralıkları; granit ve mermer plaklar için 5 mm. den az, kireçtaşı plaklar için 4 mm., traverten plaklar için 1mm.'dir. Yapay taş plaklarda yeterli olabilecek derz aralıkları; brüt beton plaklar için 5 mm. den az, yapay taş kaplı plaklar için 4 mm., gre seramik plaklar için en az 2 mm., en çok 5 mm., gre mozaik plaklar için 2 mm., klinker plaklar için 4 mm., kuvars esaslı plaklar için en az 4 mm., çimentolu yonga plaklar için 3-4 mm.'dir.

Doğal ve yapay taş plakların ısı etkileri karşısında hareketlerine engel olmaması için derz aralıkları boş bırakılabilir, hareketli elemanlarla ya da elastik derz dolgu ürünleri ile kapatılabilir.

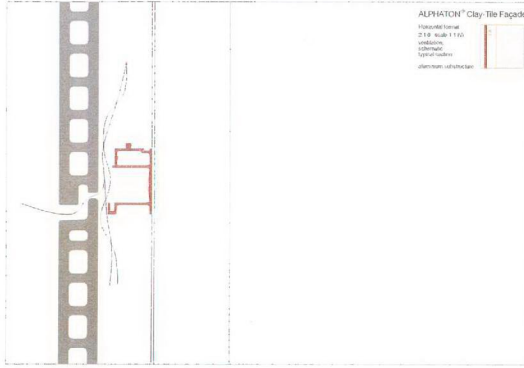
Elastik derz dolgu ürünleri, oluşan bir deformasyondan sonra kendiliğinden ilk haline döner nitelikteki, doğal olarak bir sınıra kadar elastik deformasyon gösteren silikon, polisülfid, poliüretan esaslı ürünlerdir (Ersoy, 1988).

Derzlerin boş bırakılması diğer etmenlerin olumsuz etkilerine yol açabilir. Bu nedenle boş bırakılan derz aralıkları uygun şekillerde detaylandırılabilir (Şekil 4.11). Böylece hem ısı hareketlerine karşı önlem alınmış, hem de kaplama arkasında bulunan hava boşluğu havalandırılmış olur. Bu durum kaplama arkasında bulunabilecek ısı yalıtımının da korunmasını sağlar.



Şekil 4.11 Isı etkisine karşı derz aralıklarının detaylandırılması

Klinker kaplamalarda plaklar birbirine geçmeli olarak detaylandırılmış ve derz aralıkları boş bırakılarak diğer etmenlere karşı da önlem alınmıştır (Şekil 4.12).

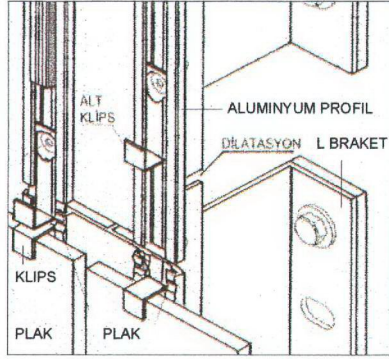


Şekil 4.12 Klinker plaklarda derz aralıklarının detaylandırılması [9]

Duvar gövdesi ile uyumlu hareket edecek kaplama seçilmesi, genişleme katsayıları farklı malzemelerin ve boyut farklılığı olan plakların yan yana getirilmemesi ısı etkisiyle oluşacak sorunlara karşı alınabilecek önlemler arasındadır. Özellikle seramik gibi kırılğan malzemelerde bu önlemlerin alınması gereklidir.

Yapıştırma yöntemleri ile uygulanan plaklarda kullanılan bağlayıcılar için, kireç esaslı harçlar yumuşak olduklarından çimento esaslı harçlara göre daha çok hareket olanağı verir (Eriç, 2002).

Ankrajlı yöntemlerle uygulanan plaklarda kullanılan metal bağlayıcılar ile kaplama plaklarının birleşimleri harekete olanak verecek şekilde esnek olarak detaylandırılmalıdır. Ayrıca metal profillerde, metalin genişmesine olanak verecek dilatasyon aralıkları verilmelidir (Şekil 4.13).



Şekil 4.13 Metal profiller arasında bırakılan dilatasyon aralığı (Oğuzoğlu, 2002)

#### **Su ve nem ile ilgili etmenlerden kaynaklanan sorunlar ve çözüm önerileri**

Su ile temas eden doğal ve yapay taş plaklar belli miktarlarda su emerler. Çeşitli doğal ve yapay taş plaklarda ağırlıkça su emme değerleri Çizelge 4.3'te verilmiştir.

Plakların yapısına giren suların, ısı değerinin düşmesiyle donarak hacmi artar. Malzeme boşluklarında oluşan bu hacim artması malzemede gerilmeler yaratır ve malzemenin genişlemesine ve giderek çatlamasına, parçalanıp dağılmasına neden olur. Bu durum daha çok boşluk içeren malzemelerde kendini gösterir. Doğal ve yapay taşlar içinde fazla miktarda su emen malzemeler; doğal taşlardan traverten, yapay taşlardan ise beton, yapay taş kaplı beton plaklar ve klinker plaklardır.

Doğal ve yapay taş plakların su emmesi ile oluşan şişme ve büzülme olayları sonucunda malzeme genişler ve zamanla malzemede çatlamalar oluşur. Kuruma devresinde, şişme sırasında oluşan çatlaklar daha belirgin hale gelir ve bu olay sürdükçe çatlaklar derinleşerek rahatlıkla görülebilir hale gelmektedir.

Dış cephe kaplamalarının su ile temas etmesi yağmur suyu ile olmaktadır. Yağmur suları doğal ve yapay taş plaklarda çiçeklenme, kuruma ve şişme, eritme ve taşıma olayları sonucunda kaplamaların dökülmesi gibi sorunlara yol açmaktadır.

Cephedeki kaplamaya çeşitli kaynaklardan gelen çözünebilir tuzların su ile birleşmesinden oluşan tuzlu sular, kuruma aşamasında iç ve dış tarafa doğru hareket ederek buharlaşır. Kuruma sonunda iç tarafta çiçeklenme denilen, ince tüy şeklinde tuz atıkları oluşur. Bu tuzlar, malzemenin dış yüzünde beyaz lekeler halinde görülür. Duvara tespitli kaplama uygulamasında, kaplama ve duvar gövdesi arasında buharlaşma hızı düşüktür. Bu gibi yerlerde su içinde bulunan tuzlar, duvar içinde dış kabuğa yakın yerlerde çökerek şişer ve kaplamanın altında duvarla bağlantısız kabukların oluşmasına, kaplamanın yerinden kopmasına neden olur.

Kireçtaşı, traverten gibi boşluk oranı fazla olan doğal taşlarda ve brüt beton plak, yapay taş kaplı beton plak ve çimentolu yonga plak gibi çimento bileşenli yapay taşlarda çiçeklenme yüzeyde başlamaktadır. Bunun nedeni, malzemelerin yapılarında bulunan tuzlar ve emdikleri sulardır. Yağmur tarafından tekrarlanan ıslanma ve kuruma olayları sonucunda çözünebilir maddeler, taşın içinden yüzeyine doğru taşınır ve çiçeklenme başlar. Çiçeklenme sonucunda malzeme giderek parçalanacaktır.

Traverten kaplama yüzeyinde oluşan çiçeklenme Şekil 4.14'de görülmektedir.



Şekil 4.14 Traverten plak yüzeyinde oluşan çiçeklenmeler

Ankrajlı yöntemlerle uygulanan kaplamalarda da, kaplamanın arkasına giren su ve oluşan tuzlu su, kaplamayı taşıyan profillere de olumsuz etki etmektedir. Su ile temas eden metal parçalar korozyona uğramaktadır. Bu durum kaplama ile onu taşıyan sistemin ilişkisinin bozulmasına ve kaplama plağının yerinden düşmesine neden olmaktadır.

Yağmur suyunun doğal ve yapay taş plaklarda tek başına etkisi olduğu gibi hava içinde bulunan zararlı gazlar ile birleşerek oluşturduğu zararlı etkilerde bulunmaktadır. Hava içindeki zararlı gazlar yağmur suyu ile birleşerek plak yüzeylerinde kir tabakalarının oluşumuna neden olmaktadır.

Yağmur suyunun atmosferdeki kirleticilerle birlikte oluşturduğu zararlı etkiler en fazla doğal taşlar üzerinde kendisini göstermektedir. Düzenli olarak yağmur tarafından yıkandığında ve asitlerle etkilendiğinde kireçtaşları ve mermerlerin yüzeyleri pürüzlenir ve kabarır. Bazı kireçtaşları içindeki kalsitli ya da dolomitli bağlayıcılar, asitli yağmur suyunun etkisiyle yumuşar ve yarılıp parçalara ayrılır (Gökaltun, 1998).

Dış cephe kaplama plaklarına yağmur suyunun yanında sistem içinde oluşabilecek nem de etki eder. Plakları taşıyan harçlar, özel yapıştırıcılar ve metal bağlantı parçaları oluşabilecek yoğunmalardan etkilenerek plağın düşmesine neden olur.

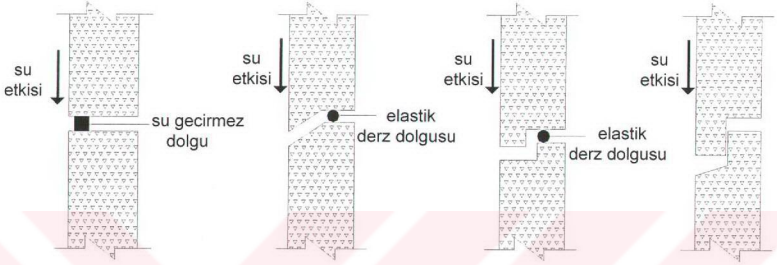
Terleme ve kondansasyon sonucunda oluşan nem, plak arkasında bulunan tuz ile yüzeysel çiçeklenmelere neden olarak, yapıştırma yöntemlerinde harç ve özel yapıştırıcıların taşıma gücünü düşürmektedir. Ankrajlı yöntemlerle uygulanan plaklarda ise metal bağlantı parçalarını korozyona uğratmaktadır. Ankrajlı yöntemler ile uygulanan plakların arkasında yapılan bazı ısı yalıtım tabakaları da oluşan nemden etkilenir ve değeri düşer.

**Çözümler:** Dış cephede kullanılan plakların su emmesi sonucunda oluşan donma, şişme ve büzülme olaylarına ve bunun sonucunda malzemenin çatlaması ve dağılmasına karşı alınabilecek önlemler, plakların sudan yeterince korunması ve malzeme yüzeyine etki eden suyun en kısa sürede en kısa yoldan cepheden uzaklaştırılmasıdır.

Mat, pürüzlü ve dokulu yüzeylerde su daha fazla tutulacağından daha çok sorun oluşacaktır. Kaplama yüzeyi suyu kaydırıcı nitelikte cilalı ve kaygan olmalıdır. Yapay taşların üretimi sırasında, hamur içine katkı maddeleri katarak malzemenin su emme değeri azaltılarak da önlem alınabilir.

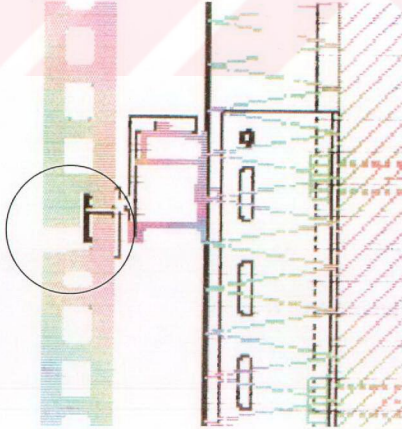
Kaplama arkasında oluşan tuzlu sular nedeniyle kaplama plaklarını taşıyan sistemin etkilenmesine karşı, ortama tuz sağlayan kaynaklar azaltılabilir ya da ortama suyun girmesi engellenebilir.

Kaplama arkasına tuz sağlayan kaynaklardan biri derz dolgu malzemeleridir. Derz dolgu malzemelerinin, su ile etkileşimde ortama tuz vermeyecek malzemelerden seçilmesi gerekir. Ortama suyun girmemesi için ise, derzlerin kapatılması ya da suyu içeriye geçirmeyecek şekilde detaylandırılması gerekir (Şekil 4.15).



Şekil 4.15 Su etkisine karşı derz aralıklarının detaylandırılması

Klinker kaplamalarda plaklar arasındaki derzler suyu dışarı akıtacak şekilde eğimli olarak detaylandırılmıştır (Şekil 4.16).



Şekil 4.16 Klinker plaklarda derz aralıklarının detaylandırılması [9]

Bütün bu önlemler alındığı zaman ortamda bulunan tuzlar, su ile birleşip tuzlu su haline gelemecek ve hem yapıştırma yöntemlerinde hem de ankrajlı yöntemlerde kullanılan bağlayıcılar olumsuz yönde etkilenip sorun yaratmayacaktır.

Doğal ve yapay taş kaplama plaklarını nemin etkilememesi için ya kaplama arkasında nemin oluşması engellenmeli ya da oluşan nem, sorun yaratmadan ortamdan atılmalıdır.

Yapıştırma yöntemleri ile uygulanan plaklarda nemin oluşması engellenmelidir. Bunun için dış duvar kesitinin iç yüzeyine buhar kesici katman uygulanmalıdır.

Ankrajlı yöntemlerle uygulanan plaklarda ise, hem ortamda nem oluşması engellenebilir hem de oluşacak nem ortamdan atılabilir. Dış duvar iç yüzeyine buhar kesici katman uygulayarak nem oluşması önlenir. Kaplama arkasında herhangi bir nedenle oluşan nem, derz aralıklarında belli noktalar boş bırakılarak ya da derz aralıkları hiç doldurulmadan havalandırma sağlanarak ortamdan atılabilir.

### **Gazlar ile ilgili etmenlerden kaynaklanan sorunlar ve çözüm önerileri**

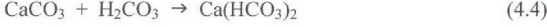
Atmosfer içinde bulunan zararlı gazlar doğal ve yapay taşlar üzerinde sorunlar oluşturur. Bu zararlı gazlar, toz, yağmur suyu, nemlilik, rüzgar gibi diğer etkilerle de birleşerek plağın yüzeyinde ya da iç yapısında sorun oluşturmaktadır. Hava içinde bulunan kimyasal maddeler, yağışlarla birlikte asitlere dönüşerek kaplama plakları üzerinde lekelenme, kirlenme, çiçeklenme, eskime, erime ve çözümler gibi bozucu etkiler meydana getirir.

Zararlı gazların ve atmosferik kirliliklerin olumsuz etkisi, özellikle doğal taşlar üzerinde görülmektedir.

Kireçtaşı, traverten ve mermer gibi doğal taşlar, havadaki kirletici gazların yağmur, sis ve hava nemi ile birleşerek oluşturdukları asitlerin etkisiyle, yüzeyleri pürüzlenir ve kabarr. Bu taşlar giderek erir ve parçalanır. Hava kirliliği kireçtaşlarında parlaklık kaybı meydana getirmektedir.

Malzemeler doğrudan ya da dolaylı olarak bazı asit ve bazların etkisi altında kalabilirler. Mağmatik (granit) kütlelerin dışında kalan tortul (kireçtaşı, traverten) ve başkalaşmış (mermer) kütlelerin tümü HCl asidiyle reaksiyona girerler (4.3). Havada, özellikle endüstri bölgelerinde bulunan SO<sub>3</sub> ve CO<sub>2</sub> gibi gazlar, yağmur, sis ve havanın nemi ile birleşerek

$H_2SO_4$  ve  $H_2CO_3$  gibi sülfirik ve karbonik asitlerin oluşmasına neden olurlar. Bu tür asitlerin kalker esaslı malzemeler üzerinde eritici ve parçalayıcı etkisi vardır (4.4; 4.5). Oluşan  $Ca(HCO_3)_2$  malzemenin suda erimesine,  $CaSO_4 \cdot 2H_2O$  ise hacim genişlemesi ile parçalanmasına yol açar (Eriç, 2002).

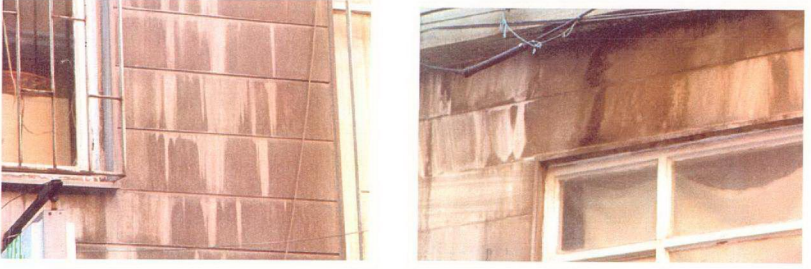


Karbonik asit ( $H_2CO_3$ ) reaksiyonunu gösteren denklem (4.4), suda erimez bir malzeme olan kalsiyum karbonatın, suda erir bir malzeme olan kalsiyum bikarbonat haline geçtiğini göstermektedir. Bu şekilde suda erir hale geçen dış yüzeyler, sular tarafından eritilip götürüleceği için malzeme eskimeye başlar. Sülfirik asit ( $H_2SO_4$ ) reaksiyonunu gösteren denklem (4.5) ise, kalsiyum karbonatın alçıtaşı şekline geçtiğini ve iki mol su alarak kristalleştiğini göstermektedir. Bu olayda meydana gelen hacim genişmesi yüzeyde malzemeyi parçalar ve eskimesine yol açar (Kocataşkın, 1972).

Malzemede kapiler su geçirimsizlik ve buharlaşma sonucu meydana gelen çiçeklenme olayı, yüzeyde  $KNO_3$ ,  $NaNO_3$ ,  $NaSO_4$ ,  $CaCO_3$ ,  $CaSO_4 \cdot 2H_2O$  gibi birtakım tuzların ve sülfatların birikmesidir. Genellikle pişmiş toprak malzemelerde ve kireç, çimento harçlarında görülen çiçeklenme olayında en tehlikelisi  $CaSO_4 \cdot 2H_2O$ 'dır. Lekelenme dışında malzemede, parçalanmaya da yol açar (Eriç, 2002).

Yapısında karbonat bulunmayan granitler ise, atmosfer içindeki zararlı gazlardan ve asitlerden oldukça az etkilenir. Ancak granitlerin bazı türlerinde renk değişimleri olabilir. Örnek olarak; gri granitler, sarı ya da kahverengiye dönüşürken, granitin içindeki demir bileşenlerinin bozuşmaya uğrayarak ayrılmasının bir sonucu olarak da, pas lekelenmeleri görülebilir (Gökaltun, 1998).

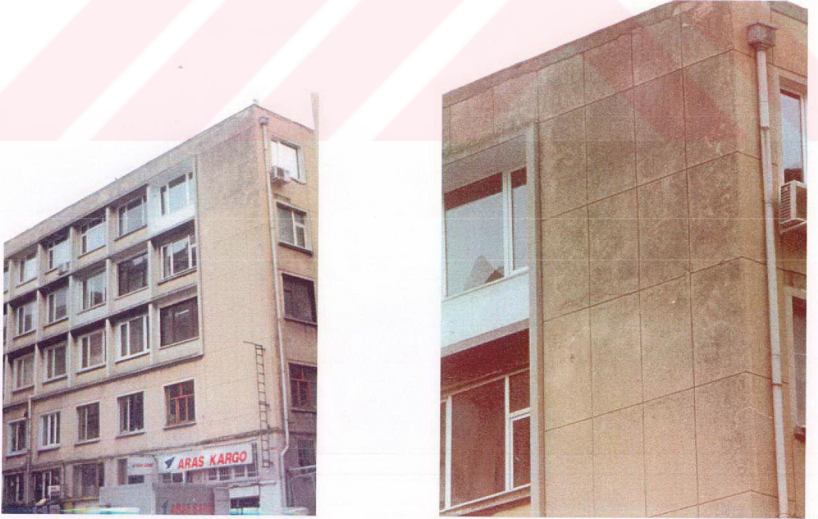
Hava kirliliğini oluşturan gazlar, doğal ve yapay taş plaklar üzerinde birikerek yağmur suyunun da etkisiyle kir tabakasının oluşmasına ve yüzeylerin siyahlaşmasına neden olur (Şekil 4.17). Bu kir tabakaları plak yüzeylerinde fazla miktarlarda su tutar. Bunun sonucunda plak, daha çok su emme eğilimi gösterecektir ve malzemede çatlamlar ve parçalanmalar meydana gelecektir.



Şekil 4.17 Mermer plakta hava kirliliği etkisiyle oluşan siyahlaşmalar

Beton ve çimento esaslı malzemelere genellikle nemli durumlar altında  $CO_2$  ve  $SO_2$  gazları etmektedir.  $SO_2$  gazının etkisine karşı en çok portland çimentolu beton etkilenmektedir (Zaim, 1985). Betondaki portland çimentosunun karbonize olması yüzey çatlamasına ve nemin betonun içine girmesine neden olur (Everett, 1994).

İnce beton plak kaplamalar üzerinde (Şekil 4.18), hava kirliliğinin etkisiyle lekelenmeler ve kararmalar başlamıştır. Aynı zamanda kararan bölgede, plağın ek yerlerinde ayrılmalar ve parçalanmalar da başlamıştır.



Şekil 4.18 Beton kaplamalarda hava kirliliği etkisiyle oluşan kararma ve parçalanmalar

Atmosfer içindeki islerin taşıdığı asitler ve eriyebilir tuzlar, islerle birlikte plak üzerinde birikir ve plağı aşındırır.

**Çözümler:** Gazların bütün zararlı etkilerine karşı alınabilecek önlemler azdır. Çünkü dış cepheleri koruyan doğal ve yapay taş cephe kaplamaları, bu görevi yerine getirdikleri sürece atmosferik kirleticilerin etkisi altında kalacaklardır. Ancak doğal ve yapay taşlara yapılan temizlik ve bakım gibi koruma işlemlerinin sık aralıklarla tekrarlanması zararlı etkileri azaltabilir.

Taşların temizlenmesi her zaman aynı yöntemler ile yapılamamaktadır. Örnek olarak; kireçtaşı, traverten ve mermer gibi kalker esaslı malzemeler üzerinde oluşan  $\text{CaSO}_4 \cdot 2\text{H}_2\text{O}$  (alçıtaşı) suda kolay erimedigi için su ile yıkanmakla temizlenemez. HCl eriyiğı ile temizlenebilmektedir.

Kalker esaslı malzemeler üzerine yüzey koruyucuları uygulayarak zararlı etkilere karşı önlem alınabilmektedir. Bunun için plağın dış yüzü sodyum silikat (su camı) ya da sodyum siliko florid ile kaplanır. Bu tabakaların,  $\text{CaCO}_3$  ile reaksiyona girerek silikat ( $\text{CaSiO}_3$ ) ya da siliko florid ( $\text{CaSiF}_6$ ) haline dönüşümü sonucu saydam, dış etkilere dayanıklı ve sert bir yüzey oluşmaktadır (Eriç, 2002).

### **Güneş ışınları ile ilgili etmenlerden kaynaklanan sorunlar ve çözüm önerileri**

Güneşin IR (kızılaltı) ve UV (morötesi) ışınları, doğal ve yapay taş plakları olumsuz yönde etkilemektedir.

IR ışınları, doğal ve yapay taş plakları renklerine bağlı olarak ısıtır ve uzun süreçler sonunda plağın genleşmesine neden olabilir. Genleşen plak, hareket edecek yer bulamazsa dışa doğru kabarak yerinden düşebilir.

Yüzeyleri parlak ve açık renkli mermer, granit gibi doğal taşların, seramik türleri ve diğer yapay taşların yüzeyel emicilik katsayıları düşük olduğundan az miktarda ışın emerler. Yüzeyleri koyu renkli plaklar ise, yüzeyel emicilik katsayıları yüksek olduğundan fazla miktarda ışın emeceklerdir. Bu nedenle açık yüzeyli plaklarda, IR ışınlarından dolayı ısı genleşmesi ve buna bağlı olarak oluşan gerilmeler ve kopmalar çok fazla meydana gelmeyecektir. Bu sorunlar koyu renkli plaklarda daha fazla oluşacaktır. Çeşitli doğal ve yapay taşlarda renklerine göre yüzeyel emicilik katsayıları Çizelge 4.6'da verilmiştir.

UV ışınları, doğal ve yapay taş plakların renklerini değiştirirler ve malzemenin eskimesine yol açarlar. Kısa dalga boylu olan bu ışınların yıpratıcı etkisi de görülmür. Özellikle organik malzemelerde önemli ayrışma ve çözümlere, taşlarda ise ayrışabilir pigmentlerin renk değiştirmesine neden olurlar (Toydemir vd., 2000).

Koyu renkli yüzeyler daha fazla ışın emeceği için, açık yüzeyli plaklara göre bu yüzeylerde daha fazla renk değişimi meydana gelecek ve koyu renkli yüzeyler solacaktır.

**Çözümler:** Güneş ışınlarının görünmeyen bu zararlı ışınlarına karşı önlem almak kolay değildir. Dış cephede uygulanan doğal ve yapay taş plaklar ister istemez bu ışınların etkisi altında kalır. Oluşan sorunlara ancak bir ölçüde karşı konulabilir.

IR ve UV ışınlarına karşı, dış cephelerde uygulanacak olan doğal ve yapay taş plaklar arasında açık renkli ve parlak yüzeyli olan plakların seçilmesi daha uygundur.

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

Morötesi ışınlarına karşı, granit, mermer, kireçtaşı ve traverten gibi doğal taşlarda önlem almak zordur. Ancak brüt beton plaklar, yapay taş kaplı beton plaklar ve diğer yapay taşların üretimi aşamasında, bu malzemelerin yapısına UV ışınlarına karşı katkı maddeleri katılabilir. Böylece yapay taşlar bu ışınlarına karşı dayanıklı hale gelebilir.

Ayrıca güneşin zararlı ışınlarına karşı, yapı cephesinde bu ışınların etkili olduğu bölgelerde yatay ve düşey güneş kırıcılar kullanılarak bir ölçüde önlem alınabilir.

#### **4.2.1.2 Katı zararlılardan kaynaklanan sorunlar ve çözüm önerileri**

Doğal ve yapay taş dış cephe kaplamalarında sorun yaratan etmenlerden biri de katı zararlılardır. Katı zararlıların en fazla oluşturduğu sorun, cephe yüzeyini kirletmeleridir.

Çevrede bulunan toz ve kumlar, cephede birikerek yüzeyin aşınmasına ve kirlenmesine neden olur. Cephede biriken bu toz ve kumlar, yağmur etkisiyle birlikte yüzeye yapışarak daha kirli bir görüntü oluşturur. Bütün bu etmenler cephede, temizleme ve onarım sorunlarını ortaya

çıkartır. Çeşitli kimyasal maddelerle temizlenme sonucunda da cephe plaklarının yüzeyinde aşınmalar artacaktır ve bu aşınma sonucunda da yüzey daha fazla kir tutmaya yatkın hale gelebilecektir.

Bazı araştırmalara göre, temizlemeler sonucunda yüzeyde meydana gelecek aşınma oranı 100 senelik bir süre sonunda asit etkisiyle yapıda meydana gelebilecek aşınma miktarına eşdeğer bulunmuştur (Eriç, 2002).

Aynı zamanda cepheye hızlı rüzgar etkisi ile çarpan kum tanecikleri partiküllerin büyüklüğüne bağlı olarak yüzeyleri aşındırmaktadır.

**Çözümler:** Dış cephe kaplama plaklarında toz ve kumlardan oluşan yüzey kirlenmelerine karşı, doğal ve yapay taş plakların pürüzlü ve mat olmayan türleri seçilmelidir. Çünkü yüzeyleri dokulu ve mat plaklar tozu ve kumu hemen tutacak, suyun kaymasını engelleyerek kirli görüntü yaratacaktır. Plaklar arasındaki derzlerin, toz ve kumu tutmayacak düz bir şekilde detaylandırılması gerekir.

Yüzeylerde oluşan kirliliklere karşı belirli aralıklarla temizlik yapılmalıdır. Ancak seçilen temizleyici madde ve fırça gibi temizlik malzemeleri plak türüne uygun olarak seçilmelidir. Aksi takdirde temizleme sonucunda da yüzeyde aşınmalar artacaktır.

#### **4.2.1.3 Biyolojik etmenlerden kaynaklanan sorunlar ve çözüm önerileri**

Doğal ve yapay taş plak kaplamalarda sorun yaratan etmenlerden biri de biyolojik etmenlerdir. Yosun, mantar, bakteri, bitkisel parazit, kemirici hayvan gibi mikroorganizmalar cephe plaklarında çeşitli sorunlar oluşturur.

Yosun, mantar ve bakteri gibi canlı mikroorganizmalar, cephede girinti çıkıntılı bölümlerde, nemli ve havalandırılmayan yerlerde kolayca üreyebildiklerinden, daha çok bu gibi yerlerde sorun yaratmaktadır. Bu mikroorganizmalar, ankrajlı yöntemlerle uygulanan kaplamalarda, plak ile duvar yüzeyi arasında kalan boşlukta, gerekli şartlar biraraya geldiği zaman rahatlıkla üreyebilecek ve kaplamayı taşıyan parçaları bozarak plağın düşmesine neden olabileceklerdir.

Beton plaklar ile kaplanmış cephedeki çıkıntı üzerinde, yağmur suyunun da etkisiyle oluşan yosunlaşmalar Şekil 4.19'da görülmektedir. Beton plak üzerinde oluşan bu yosunlaşmalar, zamanla plak üzerinde yayılarak plağın parçalanmasına yol açacaktır.



Şekil 4.19 Beton plakta oluşan yosunlaşmalar

Çeşitli nedenlerle cephe yüzeyini saran bitkiler ve bitki kökleri asit çıkartarak, buldukları taş yüzeyinin yumuşamalarına, zamanla dağılmalarına ve çatlamalarına neden olmaktadır.

Bitki kökleri güçlü kimyasal etkilerinin yanında küçük mekanik çatlaklara da yol açmaktadır. Yapılan araştırmalara göre bitki kökleri çatlaksız sağlam kayalara ve iyi çimento harçlı derzlere etki edemezler (Çorapçıoğlu, 1983).

Ayrıca bitkisel parazitler, yüzeyden suyun uzaklaşmasını engelleyerek, plağın su etkisiyle daha çok zarar görmesine ve parçalanmasına neden olacaktır.

**Çözümler:** Bitkisel parazitlerin plaklara zarar vermesini önlemek için cephede, bu parazitlerin yayılmasını sağlayan detaylardan kaçınılmalıdır. Plaklar arasında bırakılan derzler bitkilerin tutunacağı şekilde detaylandırılmamalı, girinti çıkıntılardan kaçınılmalıdır.

Bazı canlı mikroorganizmaların, ankrajlı yöntemlerle uygulanan plakların arkasındaki hava boşluğunda ürememesi için, bu ortam belirli aralıklarla havalandırılmalıdır. Nem oluşmaması için yapılan bu havalandırma, derz boşluklarından ve kaplamanın başlangıç ve bitiş noktalarından sağlanabilir. Ayrıca ortama nem sağlayan kaynaklara karşı da önlem alınarak katı zararlıların üremesi önlenebilmektedir. Bunun için de iç ortamdan duvarın arka tarafına nem geçişi engellenmelidir.

#### 4.2.1.4 Yangından kaynaklanan sorunlar ve çözüm önerileri

Yangın, dış cephe kaplaması olarak kullanılan doğal ve yapay taşları değişik yönlerden etkilemektedir. Bu malzemeler üzerinde fiziksel ve kimyasal değişiklikler meydana getirebilmektedir. Taşlar, yüksek sıcaklıklarda erimelere ve kimyasal ayrışmalara uğrayabilmektedir.

Isısal deformasyonlar ve erime sonucunda malzemede parçalanma ve büyük oranda değişimler görülür (Eriç, 2002).

İnorganik malzeme grubunda yer alan taş ve beton gibi malzemelerin bünyesinde bulunan  $\text{CaCO}_3$ ,  $\text{CaSO}_4$  ve  $\text{Ca(OH)}_2$  gibi bileşikler, yangın anında kimyasal değişime uğrayarak, malzemenin molekül yapısının bozulmasına yol açmaktadır. Ayrıca  $\text{CO}_2$ ,  $\text{CO}$ ,  $\text{SO}_2$ ,  $\text{SO}_3$  gibi zararlı gazlar oluşmaktadır (Eriç, 2002).

Yangın sırasında taş malzemeler genellikle dayanıklıdır. Ancak kuvars  $575\text{ }^\circ\text{C}$ 'de aniden granitin çatlamasına sebep olur. Kireçtaşları  $800\text{ }^\circ\text{C}$ 'de  $\text{CO}_2$  gazı açığa çıkarır. Hacminde oluşan küçük bir değişiklikte dayanım kaybı yaşar. Kuvars kristalleri içermeyen kireçtaşları parçalanmaz ve bu nedenle yangın sırasında granitlerden daha iyi bir dayanım gösterir. Yapay taşlardan biri olan betonun içinde bulunan portland çimentosu  $400\text{-}500\text{ }^\circ\text{C}$  arasında ufalanır. Çimentonun bünyesinde yer alan  $\text{CaO}$ , bu sıcaklıkta  $\text{Ca(OH)}_2$  haline dönüşerek hacim genişlemesine ve çimentonun kristal suyunu kaybederek bağlayıcılık değerinin yok olmasına yol açmaktadır (Everett, 1994; Eriç, 2002).

Brüt beton plaklarda, betonun yapısındaki çimento yüksek sıcaklıklarda ufalanarak bağlayıcılık değerini kaybeder ve bunun sonucunda plak parçalanabilir.

Yangın, dış cephede uygulanan doğal ve yapay taş plakları doğrudan etkileyerek sorunlar oluşturduğu gibi plakları taşıyan malzemeleri de etkileyerek plakların yerlerinden kopmasına kadar giden sorunlar yaratabilir. Yapıştırma yöntemleri ile yapılan uygulamalarda kullanılan harçlar ve yapıştırıcılar, ankrajlı yöntemler ile yapılan uygulamalarda kullanılan metaller sıcaklığın artmasıyla taşıyıcılık özelliklerini kaybedebilir. Özellikle ankrajlı yöntemlerle uygulanan plaklarda kullanılan metaller daha fazla etkilenmektedir.

Yüksek sıcaklıklarda, harcın içindeki çimentonun suyunu kaybederek büzülmesi ve agregaların genişlemesi sonucunda harç, taşıyıcılık özelliğini kaybedebilmektedir. Doğal ve

yapay taşların yapıştırılarak uygulanmasında kullanılan bağlayıcı harcın, yangın sırasında, içindeki çimentodan dolayı bağlayıcılık değerinin yok olmasıyla kaplamalar yerlerinden kopabilir.

Metallerin erime sıcaklığı düşük olduğundan, ankrajlı yöntemlerle uygulanan kaplamalarda kullanılan metal kenetler, alüminyum profiller yangın sırasında kısa sürede genişerek taşıyıcılık özelliğini kaybedecek ve plaklar yerlerinden kopacaktır.

**Çözümler:** Büyük bir yangından etkilenmiş olan malzemelerde sorunların oluşması kaçınılmazdır. Burada önemli olan, yanma süresinin ve malzeme dayanımının artırılması ve bu süre içinde yangının söndürülmeye çalışılmasıdır.

Malzemelerin, yangın sırasında daha başka sorunlara yol açmamaları için dayanım sürelerinin çok olması istenir. Bu nedenle dış kaplama plaklarının seçimi yapılırken yangından etkilenme sıcaklıkları yüksek ve etkilenme sürelerinin uzun olmasına dikkat edilmelidir.

Ankrajlı yöntemlerle uygulanan plaklarda, kullanılacak olan metal taşıyıcıların seçimi önemlidir. Yangın karşısında çelik taşıyıcılar alüminyum taşıyıcılara göre daha olumludur. Bunun nedeni alüminyumun ısı genişleme katsayısının çeliğe göre daha yüksek olmasıdır. Yangın sırasında alüminyum daha çok genişerek plağın düşmesini hızlandıracaktır.

Yangına karşı, tasarım sırasında da önlem almak olanaklıdır. Farklı ısıl genişlemelere sahip olan malzemelerin yan yana getirilmemesine dikkat edilmelidir.

#### **4.2.1.5 Yükler ve kuvvetlerden kaynaklanan sorunlar ve çözüm önerileri**

Yapıda yükler ve kuvvetlerden dolayı oluşabilen hareketler, cephe plaklarında belirgin çatlaklara neden olabilmektedir.

Taşıyıcı sisteme gelen yatay ya da düşey yüklerin etkisiyle ortaya çıkan küçük deformasyonlar sistemle ilişkide olan kaplama malzemelerinde de gözle görülür çatlakların oluşmasına yol açacaktır (Eriç, 1986).

Yapıya, tasarımın başında yapılan statik hesaplamalara uyulmaksızın sürekli ve ağır yüklemeler yapılması, taşıyıcı sistemde gerilmelere yol açacaktır. Taşıyıcı sistemle ilişkisi olan kaplama plakları da bu gerilmelerden etkilenerek çatlayabilecektir.

Gre mozaik kaplamada, yapının taşıyıcı sisteminde meydana gelen hareketlerden ve malzemelerin farklı çalışmasından dolayı oluşan çatlaklar Şekil 4.20'de görülmektedir.



Şekil 4.20 Gre mozaik kaplamada, yapının taşıyıcı sisteminde meydana gelen hareketlerden ve malzemelerin farklı çalışmasından dolayı oluşan çatlaklar

Deprem hareketleri sonucunda yapıda meydana gelen gerilmeler, taşıyıcı sistemde ve duvarlarda çatlamalara neden olabilir. Duvara çeşitli yöntemlerle bağlanan plaklar da bu durumdan etkilenerek çatlayabilir ve yerlerinden kopabilir.

Yapının depremde büyük ötelemeler yapması ve kaplama malzemelerini duvarlara yapıştıran harcın aderans dayanımının ve kopma birim deformasyonunun aşılması ve kaplama malzemesinin yerinden düşerek yapı dışındaki kişilere zarar vermesi olasılığı vardır (Çamlıbel, 1994).

Cephe plaklarını etkileyen diğer bir yük rüzgar yüküdür ve plaklar sürekli bu yükün etkisi altındadır.

Ankrajlı yöntemlerle uygulanan plaklarda rüzgar, bulunduğu delik ve açıklıklardan içeri girerek akışını bozacak ve plak ile duvar arasında ters basınç doğacaktır. Bunun sonucunda da plaklarda titreşimler meydana gelecektir.

Rüzgar kuvvetleri, yapı yüzeylerinde mekanik olarak aşınma etkisi de meydana getirir. Malzemenin sertliği ile ilgili olan aşınma, çeşitli kuvvetlerin etkisiyle malzeme yüzeyinde oluşan kopma ve parçalanmalardır. Sertliği az olan mermer, kireçtaşı ve traverten gibi doğal

taşlarda ve brüt beton, yapay taş kaplı plaklar gibi yapay taşlarda aşınma miktarı daha çok olmaktadır.

Rüzgar kuvvetleri plakları dolaylı olarak da etkilemektedir. Yapı dış kaplama plaklarının üzerine gelen suyun, delik ve boşluklardan girmesini hızlandırmaktadır. Bunun sonucunda su, plağın taşıyıcılarına daha hızlı etki ederek dayanımlarını azaltabilir.

Rüzgar, yapı çevresindeki hava hareketlerini hızlandırarak, yapı yüzeyinden daha fazla ısı kaybedilmesine neden olur. Yapı cephesine gelen suyun, yüzeyde bulunan derz aralıklarından, çatlak ve boşluklardan basınçla, duvar içine kadar girmesini kolaylaştırır.

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

Detaylandırmada taşıyıcı sistemden gelen deformasyonları kaplama malzemelerine iletmeyecek çözümlere gitmek, bölücü ve örtücü malzemeleri taşıyıcı elemanlardan bağımsız ve parçalı detaylandırmaya çalışmak gerekir (Eriç, 2002).

Yapıyı etkileyen depreme karşı önlemler, tasarımın başında taşıyıcı sistem hesaplamaları yapılırken alınmalıdır. Deprem etkilerinin yapıya ve malzemelerine zarar vermemesi için depreme dayanıklı yapı yapılması gerekir. Depreme dayanıklı yapı yapılmasında, statik hesapların, deprem şartnamelerine uygun olarak hesaplanması önemlidir.

Deprem etkilerine karşı yapılar plastik şekil değiştirme yapabilecek şekilde tasarlanmalı ve yapılmalıdır. Böylece yapı ve dış kaplama plakları, deprem hareketlerinden fazla etkilenmeyecektir.

Plastik şekil değiştirmede, yapıya iletilen deprem enerjisinin büyük bir kısmı yapı tarafından yutulur. Çekme gerilmesi almayan ve sünek olmayan malzeme ile yapılan bir yapı, deprem etkisinde aniden göçer. Bu nedenle yapılarda sünek malzeme kullanılmalıdır. Sünek malzeme, kopmadan ve ezilmeden önce büyük uzama ve kısalma gösteren malzemedir (Çamlıbel, 1994).

Yapı üstüne gelen deprem yüklerine karşı yapının taşıyıcı sistemi, duvarlar ve duvarların kaplamaları birlikte çalışmalı ve birbirlerine uygun olmalıdır.

Rüzgar etkisine karşı dış kaplama plaklarında, rüzgarın girebileceği ve girdiği yerde ters basınç oluşturarak plakları titreştireceği aralıklardan kaçınılmalıdır. Bu nedenle plakların derz aralıkları boş bırakılmamalı ve uygun derz dolgu ürünleri ile kapatılmalıdır. Bu önlem, rüzgarın etkisiyle yağmur suyunun da derz aralıklarından geçmesini engelleyecektir.

Cephe plaklarının rüzgar etkisindeki statik kontrolleri yapılırken emme kuvvetleri bina köşelerinden itibaren 1m. eninde bir şeritte ve saçak altında, normal cephe alanına göre daha yüksek tutulmalıdır (Çorapçoğlu, 1995).

Rüzgar etkisinde kalan plaklarda oluşabilecek olan aşınmalar karşı, sertlik değerleri yüksek olan granit, gre seramik ve kuvars esaslı kaplamalar gibi malzemeler seçilmelidir.

#### **4.2.2 Yapı ürünlerinden kaynaklanan sorunlar ve çözüm önerileri**

Özellikleri değerlendirilmeden kullanılan ürünler, kendisinden beklenen işlevleri yerine getiremeyecek ve kısa sürede dayanımını kaybederek bozulacaktır. Bozulan ürün, bulunduğu yapı elemanının da performansını düşürerek tüm yapı ölçeğinde sorunların oluşmasına neden olacaktır. Bu nedenle ürün özelliklerine bağlı olarak oluşan sorunların bilinmesi ve ürünün bu doğrultuda seçilmesi gerekir. Doğal ve yapay taş cephe plaklarının teknik özelliklerine bağlı olarak oluşan sorunlar Çizelge 4.8'de değerlendirilmiştir.

Doğal taşların ocaktan çıkarımından sonra bekletilmeden kullanılması durumunda, sertleşemeyen taş plaklar gerçek performanslarını gösteremez ve plaklarda olumsuz etmenlerin etkisiyle parçalanmalar meydana gelir.

Cephede dış kaplama olarak kullanılacak olan plakların belli özellikleri taşınmaları gerekir. Damar yapıları ve renk tonları farklı olan doğal taşların birarada kullanımı görsel kirlilikler yaratabilir.

Yapay taşların üretimleri sırasında yapılan hatalı uygulamalar (yapısında bulunan bileşen oranlarının hatalı ayarlanması vb.), elde edilen plağın niteliğini bozacak ve plak kısa bir sürede dayanımını kaybedecektir.

Örnek olarak; brüt beton kaplamalar ve bu kaplamaların yapısındaki su ve çimento ürünlerinin fazlalığı sonucunda plakta oluşabilecek sorunlar verilebilir. Plağın dökümünden önce hazırlanan karışımda, su miktarı fazla olduğunda plağın geçirgenliği ve çatlama olasılığı artmış olur. Karışımda çimento fazlalığı olduğunda da plakta aşınma ve çatlamlar artacaktır.

Seramik kaplamalarda granülasyon ve pişirme işlemleri oldukça önemlidir. Granülasyon işleminde çok küçük granül tanecikleri farklı bölgelerde yoğunlaşarak renk ve ton hatasına yol açmaktadır. Pişirme sırasında da sıcaklığın birden yükseltilmesi plakların çatlamasına neden olabilmektedir.

Yapı ürünlerine bağlı sorunların oluşmasında doğal ve yapay taşların uygulanmasında kullanılan ürünlerin de büyük önemi vardır.

Yapıştırma yöntemlerinde kullanılan harç ve özel yapıştırıcıların kalitelerinin düşük olması ve plak türüne göre doğru seçilmeyişleri plakların kısa sürede yerlerinden düşmelerine neden olabilmektedir.

Ankrajlı yöntemlerde kullanılan metal bağların uygun olandan küçük ya da büyük boyutta olması, metal türünün doğru seçilmemesi gibi nedenlerle plaklar yerlerinden kopabilir.

**Çözümler:** Doğal ve yapay taş dış cephe kaplama plaklarında bütün bu sorunların oluşmaması için doğru bir ürün seçimi yapılmalıdır.

Doğru bir ürün seçimi için ilk önce, kaplanacak olan dış duvarı etkileyen tüm çevresel etmenler belirlenmeli ve kullanıcıların dış duvardan beklediği gereksinimler saptanmalıdır. Daha sonra dış duvarın iç ve dış kaplamasıyla birlikte yerine getirmesi gereken işlevler belirlenmeli ve bu işlevler duvar gövdesi, iç kaplama ve dış kaplama bileşenleri arasında dağıtılmalıdır. Dış kaplamadan beklenen işlevler belirlendikten sonra bu işlevlere göre dış kaplamanın taşınması gerekli olan nitelikleri saptanmalıdır. Bu arada dış kaplama ile ilgili zorunluluklar ve standartlar belirlenmelidir. Bu işlemler yapılırken bir yandan da dış kaplamada kullanılacak olan doğal ve yapay taş plakların tüm özellikleri saptanarak plak seçenekleri oluşturulmalıdır (Balanlı, 1997).

Bu seçenekler arasından, ilgili zorunluluklara bağlı olarak, dış kaplama niteliklerinin tümünü karşılayan en iyi plak seçilmelidir. Böylece uygulanan dış kaplama plaklarında çok önemli sorunlar oluşmayacaktır.

Doğal ve yapay taş plakların yapıştırılarak uygulanmalarında kullanılan harcın çimento bakımından zengin ve kaliteli olmasına dikkat edilmelidir. Yapıştırıcı ile uygulamada kullanılan yapıştırıcıların taşın türüne göre seçilmesi daha iyi sonuçlar verir.

Ankrajlı yöntemlerde kullanılan metal türünün paslanmaz çelik olması en iyi sonucu vermektedir. Uygulamada kullanılan metal bağlantıların boyutlarının ve tipinin taşın boyutlarına ve kaplanacak yüzeyin türüne göre seçilmesi gerekir.

Doğal ve yapay taş plakların teknik özellikleri ve teknik özelliklere bağlı sorunların plak türüne göre değerlendirilmesi Çizelge 4.8'de verilmiştir. Çizelgede sorunlar, en çok ilgili olduğu özellikler ile eşleştirilmiştir. Bu değerlendirme, incelenen plaklar arasında yapılmış ve her özellik sütununda sorun oluşturan maksimum değer %100 olarak alınmıştır. Aynı sütundaki diğer değerler bu orana göre değerlendirilmiştir. Bu değerlere göre;

- Plakların sertliklerine bağlı olarak meydana gelen aşınma sorununun fazla oranda ortaya çıktığı plak türleri, kalker esaslı plaklar (kireçtaşı, traverten), brüt beton plaklar ve yapay taş kaplı beton plaklardır.
- Plağın su emmesi oranında oluşan parçalanma, kirlenme ve lekelenme sorunları, traverten plak, brüt beton plak, yapay taş kaplı beton plak ve klinker plaklarda, diğer plaklara göre daha fazla oranda meydana gelmektedir.
- Zararlı güneş ışınlarını, yüzeysel emicilik katsayıları oranında emen plaklarda oluşan solma sorunu daha çok granit, brüt beton ve gre seramik plaklarda oluşmaktadır.
- Doğal ve yapay taş plaklarda oluşan çatlamlar, daha çok plağın ısıl genişmesine, elastiklik modülüne, basınç dayanımı ve eğilmede çekme dayanımına bağlı olarak oluşmaktadır.

Isıl genişleme ve buna bağlı olarak oluşan deformasyonlar, brüt beton, granit ve gre mozaik plaklarda daha fazla oranda meydana gelmektedir.

Malzemede elastiklik modülünün yüksek olması, malzemenin az deformasyon yapacağı anlamına gelir. Buna göre boy değişim oranının (oluşabilecek deformasyonun) fazla,

elastikliğin az olduğu plak türleri, seramik plaklar (gre seramik, gre mozaik ve klinker) ve çimentolu yonga plaklardır.

Kaplama malzemelerinde mekanik dayanım olarak daha çok eğilmede çekme dayanımı önemlidir. Oluşabilecek olan sorunlar, eğilmede çekme dayanımı düşük olan mermer, kireçtaşı, traverten, brüt beton, yapay taş kaplı beton ve çimentolu yonga plaklarda fazla oranlarda olacaktır.

Plaklarda oluşan çatlama sorununun dereceleri, verilen 5-6-7-8 no'lu özelliklerin % değerlerinin ortalaması alınarak değerlendirilmiştir. Buna göre çatlama sorunu daha çok, mermer, kireçtaşı, traverten, brüt beton, yapay taş kaplı beton, gre mozaik, klinker ve çimentolu yonga plaklarda meydana gelmektedir.

Çizelgede bulunan değerlendirme sütununda, her plak türünde oluşan sorunların derecelerinin ortalaması % olarak verilmiştir. Buna göre; incelenen plaklar arasında en az sorun oluşan (sorun oranı %40'ın altında olan plaklar); %38 ile granit plaklar, %36 ile mermer plaklar, %33 ile gre seramik plaklar ve %5 ile kuvars esaslı plaklardır.

Plaklar arasında ara değerlerde olan plaklar; %47 ile kireçtaşı plaklar, %48 ile gre mozaik plaklar ve %58 ile klinker plaklardır.

İncelenen plaklar arasında en çok sorun oluşan (sorun oranı %70'in üstünde olan plaklar); %73 ile traverten plaklar, %97 ile brüt beton plaklar ve %84 ile yapay taş kaplı beton plaklardır.

Yapılan değerlendirmede çimentolu yonga plakların teknik özellikleri tam olmadığından bir değerlendirme yapılamamıştır. Ancak mekanik dayanımına bağlı olarak çatlama sorununun %90 oranında oluştuğu görülmektedir.

Çizelge 4.8 Doğal ve yapay taş plak kaplamalarda teknik özelliklere bağlı sorunların değerlendirilme çizelgesi

MALZEME	TEKNİK ÖZELLİKLER										TEKNİK ÖZELLİKLERE BAĞLI SORUNLAR			DEĞERLENDİRME	
	Sertlik	Aşınma miktarı	Su emme	4	5	6	7	8	Aşınma	Kırılma Çıçeklenme	Su emmeye bağlı parçalanma	Solma	Çatlama		
	mohs	cm <sup>3</sup> /50cm <sup>2</sup>	%	Güneş ışınları yüzeydeki emicilik katsayısı- açık renk	Genleşme katsayısı (10 <sup>-6</sup> ) (mm/m°C)	Elastiklik	Basınc dayanımı	Eğilimde çekme dayanımı	1 - 2	3	3	4	5-6-7-8		
GRANİT PLAK	6-7	5-8	0.2-0.5	0.3-0.5	8-10	316,000 - 585,000	1600 - 2400	100-200						%38	İYİ
MERMER PLAK	4	8-18	0.2-0.6	0.2-0.3	1.4-1.1	535,000 - 775,000	300 - 1800	50						%36	İYİ
KIREÇTAŞI PLAK	3-4	15-40	0.2-0.6	0.2-0.3	2.4-9	340,000 - 380,000	800 - 1800	30-150						%47	ORTA
TRAVERTEN PLAK			2-5	0.2-0.3	6-7		200-600	40-100						%73	KÖTÜ
BRÜT BETON PLAK			1-8	0.3-0.5	10-12	210,000	50-600	25-35						%97	KÖTÜ
Y.TAŞ KAPLI BETON PLAK	≅3-6	14.8-38.7	2-5					72-86						%84	KÖTÜ
GRE SERAMİK PLAK	7-8	5	0.05	0.3-0.5	7.5	-	1800-2000	500-550						%33	İYİ
GRE MOZAIK PLAK	5-6				8	-		en az 250						%48	ORTA
KLİNKER PLAK	-	4-5.5	2-4		5-8	-	627-657							%58	ORTA
KUVAZ ESASLI PLAK	7		0.02-0.1				2200	400-700						%65	İYİ
ÇİMENTOLU YONGA PLAK						30,000	150	90						-	-

→ Plakta oluşan sorun oranı arttıkça koyulaşmaktadır. Her dilim %10' luk bir sorunu göstermektedir.

### 4.2.3 Tasarımdan kaynaklanan sorunlar ve çözüm önerileri

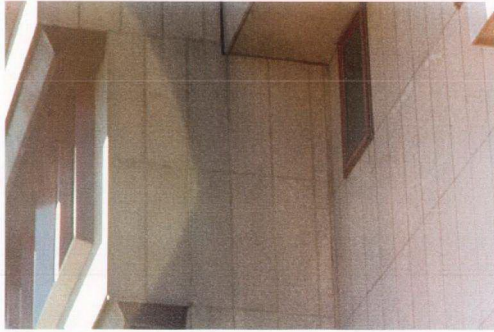
Tasarım nedeniyle sorunlar, proje aşamasında alınan yanlış kararlar ve yapılan hatalı detaylandırmalar sonucunda oluşur.

Tasarımda, taşıyıcı sistem elemanlarının boyutlandırılmalarında yapılan hatalar, bu elemanların yapıya etki eden yükleri taşıyamamalarına neden olur ve taşıyıcı sistemde çatlamlar meydana gelir. Taşıyıcı sisteme bağlanan dış kaplama plakları da bu durumdan etkilenerek dayanımlarını kaybedebilir ve zamanla artan çatlakların etkisiyle de yerlerinden kopabilir.

Tasarım aşamasında da ürün seçimi oldukça önemlidir. Projelendirmede ürün özellikleri bilinmeden yapılan detaylandırmalar sonucunda çok önemli sorunlar ortaya çıkabilmektedir.

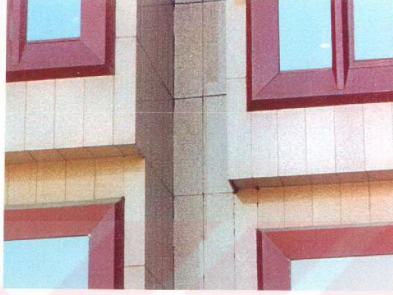
Projelendirme sırasında, özellikleri birbirinden farklı olan iki plağın yan yana getirilmesi ve bu plakların birleşim noktalarının gerektiği gibi detaylandırılmaması sonucunda plaklar, farklı miktarlarda genleşecek ve birleşim noktalarında hareket edecek yer bulamayarak yerlerinden kopabileceklerdir. Ayrıca aynı tür fakat farklı boyutlarda yan yana getirilen plaklarda da sorun oluşacaktır. Boyutu büyük olan plaklar daha fazla genleşecek ve komşu plakları etkileyerek ek yerlerinden ayrılmalara başlayacaklardır.

Granit plak ile kaplı yapının köşe noktalarında, farklı boyutlarda plakların yan yana kullanılması Şekil 4.21'de görülmektedir. Bu detaylandırma bir tasarım hatasıdır.



Şekil 4.21 Farklı boyutlardaki plakların yanyana kullanıldığı bir detay

Cephede girintili çıkıntılı, profilli detaylandırmalar, yüzeye gelen suyun akışını bozacak ve akmasına engel olarak plakların daha çok etkilenmesine neden olacaktır. Cephede uzun süre kalan su, derz aralıklarından girerek plağın duvar ile bağlantılarını bozacak ve zamanla plak yerinden düşecektir. Granit kaplamada, girintili çıkıntılı detaylandırmalar sonucunda, bu bölgedeki derz aralarında oluşan siyahlaşmalar Şekil 4.22’de görülmektedir.



Şekil 4.22 Hatalı detaylandırılmadan dolayı derz aralarında oluşan siyahlaşmalar

Duvar boşluğu denizliklerinin hatalı detaylandırılması sonucunda kirlenen traverten plaklar Şekil 4.23’de görülmektedir.



Şekil 4.23 Hatalı tasarımdan dolayı denizlik altındaki traverten kaplamada oluşan kirlilikler

Pencere denizliklerinde olduğu gibi balkon ya da çıkmaların da hatalı tasarımdan dolayı, bu bölgedeki plaklarda kirlenmeler oluşabilmektedir. Yapay taş kaplı beton plakta balkon çıkması detayının hatalı yapılması sonucunda oluşan kirlilikler Şekil 4.24’de görülmektedir.



Şekil 4.24 Yapay taş kaplı beton plakta balkon çıkması detayının hatalı yapılması sonucunda oluşan kirlilikler

Plak arkasında ısı tutucu ürünün, hesap ve detaylandırmalar yapılmadan uygulanması sonucunda yoğuşma oluşabilir. Kaplama plağı arkasında oluşan yoğuşma; harç ve özel yapıştırıcı gibi plağın taşıyıcılarının taşıma güçlerini düşürerek ve metal bağlantı parçalarını korozyona uğratarak plağın yerinden kopmasına neden olacaktır.

Ankrajlı yöntemler ile uygulanacak olan plakların projede yanlış tespit edilmesi, eksik tespit parçası kullanılması, profilli yöntemlerde profil aralıklarının geniş tutulması, profilli cepheye bağlayan, rüzgar kuvvetlerine karşı takılan braket sayısının az verilmesi gibi hatalar plakların kısa sürede düşmesine neden olacaktır.

**Çözümler:** Yapı için oldukça önemli olan dış cephe kaplamalarında, tasarımından dolayı sorun oluşmaması için tasarımcının, yapı cephesine etki eden etmenleri çok iyi incelemesi gerekir. Daha sonra bulduğu etmenlere karşı gereken detay çözümlerini yapmalı ve uygun olan en iyi ürünü seçmelidir.

Cephede farklı boyutlarda plakların yan yana kullanılmaması için tasarım aşamasında önlem alınmalıdır. Plak boyutları cephe yüzeyinin ölçüsüne göre ayarlanmalı ve farklı boyutta plak kullanımı önlenmelidir. Cephede girintili çıkıntılı detaylandırmalardan kaçınılmalıdır.

Ankrajlı yöntemlerde plak ile duvar arasında yoğuşma oluşmaması için ısı tutucu ürün kalınlığının hesaplanarak kullanılması ve yerinin de doğru bir şekilde ayarlanması gerekir. Plaklar arasında belli noktalar boş bırakılarak plak arkasındaki hava boşluğunda havalandırma sağlanmalıdır.

Plakların uygulama detayları tasarımda doğru olarak hazırlanmalı ve ölçüler eksiksiz olarak projede verilmelidir.

#### 4.2.4 Yapım sürecinden kaynaklanan sorunlar ve çözüm önerileri

Yapım sürecine bağılı sorunlar, tamamen hatalı işçilikten ve yapılan işin zamanında kontrol edilmemesinden oluşmaktadır.

Doğal ve yapay taşların uygulanmasında, projede belirlenen derz aralıklarının işçiler tarafından yetersiz uygulanması, plakların birtakım etmeden dolayı oluşan hareketler karşısında deformasyona uğramasına neden olabilir.

Dış cephe plak kaplamalarının çok sıcak ve çok soğuk havalarda uygulanması, plakların kısa sürede çatlamasına ve dökülmesine neden olacaktır.

Temizlenmemiş, çatlak, nemini atmamış ve ıslak duvar yüzeyine uygulanan plaklar, yeterli dayanımı gösteremeyecek ve zamanla yerlerinden kopacaklardır.

Plakların uygulanmasında yapılan hatalar nedeni ile plaklar kısa zamanda yerlerinden kopacaklardır.

Plakların yapıştırma yöntemleri ile uygulanmasında, harcın çimento ayarının doğru yapılmaması ve kalitesiz olması gibi hatalar plakların zamanla yerlerinden düşmelerine neden olacaktır.

Ankrajlı yöntemlerle uygulanan plalarda eksik kenet ve kanca kullanımı plakların dayanımını azaltarak kopmalarına neden olacaktır. Her plak en az dört köşesinden kancalarla sisteme bağlanmalıdır.

Plak kaplamalar arasında yeterli derz aralığı bırakılmaması sonucunda plaklar deformasyona uğrayarak yerlerinden kopabilmektedir.

**Çözümler:** Uygulamada yapılan hatalar, işçilerin uygulama sırasında yetkili kişilerce kontrol edilmesiyle önlenmektedir. İşçiler, projeye uygun olarak davranmalı ve projede belirlenmemiş bölümler olduğunda yetkili kişilerle birlikte hareket etmelidir.

Dış kaplamada hatalı uygulamadan dolayı sorun oluşmaması için, uygulamayı yapan işçilerin o işi yapabileceğine dair belgelerinin bulunması gerekir. Belgeyi bağılı oldukları firmalar vermektedir. Belgeleri olan işçilerin yaptıkları işlerde hata payının en aza indiğı tespit

edilmiştir. İşçilerin geçici olarak çalıştırılmaları ve zor şartlar altında bulunmaları hata oranlarını artırmaktadır (Koçu, 1995).



## 5. SONUÇLAR

Yapı içini dış etkilerden koruyan duvarlar birtakım etmenlerin etkisi altında kalabilmektedir. Duvara etki eden etmenler nedeni ile iç kaplamada, duvar gövdesinde ve dış kaplamada sorunlar oluşabilmektedir. Duvarda oluşan sorunların önemli bir kısmı dış cephe kaplamalarında meydana gelmektedir.

Dış duvar gövdesini koruyan her türlü cephe kaplamasında olduğu gibi, doğal ve yapay taş plak cephe kaplamalarında da, plak özelliklerine bağlı olarak sorunlar oluşmaktadır.

Günümüzde teknolojinin gelişmesiyle birlikte değişen uygulama yöntemleri ile, dış kaplamalarda oluşan sorun oranı en aza inmiştir. Eskilerden beri kullanılan yapıştırma yöntemlerinin yerini alan ankrajlı yöntemler ile uygulanan plalarda daha az oranlarda sorun oluşmaktadır.

Bu çalışmada, doğal ve yapay taş plalarda oluşan sorunlar, plalara etki eden etmenler doğrultusunda incelenmiştir. Buna göre;

- Kullanım sürecinde oluşan sorunlar;
  - Periyodik bakım ve mimari cephenin korunmasının getirdiği sorunlar, daha çok cephe kirlenmeleri, aşınma ve dökülme gibi sorunlardır.
  - Kullanım sürecinde atmosferik etmenlerin etkisiyle oluşan sorunlar;
    - Isı farklılıkları plalarda, genleşme ve büzülme sonucunda oluşan deformasyonlar, çatlama, ek yerlerinden ayrılmalar ve dökülmeler gibi sorunlar yaratır.
    - Su ve nem etkisiyle plalarda çatlama, parçalanma, dökülme, çiçeklenme, kirlenme ve lekelenme gibi sorunlar oluşur.
    - Zararlı gazların etkisiyle plalarda, kirlenme, siyahlaşma, aşınma, parçalanma gibi sorunlar oluşur.
    - Güneşin IR ve UV ışınları etkisiyle plalarda, genleşmeler ve bunun sonucunda zamanla oluşan dökülmeler, eskime ve solma gibi renk değişiklikleri gibi sorunlar oluşmaktadır.
  - Katı zararlıların etkisiyle plalarda, aşınma ve kirlenme gibi sorunlar oluşur.
  - Biyolojik etmenlerin etkisiyle plalarda, aşınma, parçalanma, çatlama ve dökülme gibi sorunlar oluşur.

- Yangın etkisiyle, yüksek sıcaklıklarda plaklarda, erime ve parçalanmalar, çatlama ve dökülme gibi sorunlar oluşur.
- Kullanım sürecinde yüklerin ve kuvvetlerin etkisiyle plaklarda, çatlama, dökülme, aşınma gibi sorunlar ve titreşimler oluşur.
- Yapı ürünlerinin kendisinden kaynaklanan sorunlar, dayanım azalması, görsel kirlilik ve dökülme gibi sorunlardır.
- Hatalı tasarımdan kaynaklanan sorunlar, çatlama, dökülme, kirlenme ve lekelenme gibi sorunlardır.
- Yapım sürecinde yapılan hatalı uygulamalar sonucunda da her türlü sorun oluşabilmektedir.

Doğal ve yapay taş plakların teknik özellikleri doğrultusunda oluşan sorunların % değerlerine bakıldığında; dış cephe kaplama plağı olarak kullanılan, granit plaklarda, mermer plaklarda, gre seramik plaklarda ve kuvars esaslı plaklarda daha az sorun olduğu, traverten plaklarda, brüt beton plaklarda ve yapay taş kaplı beton plaklarda ise, daha çok sorun olduğu gözlenmiştir. Kireçtaşı plaklar, gre mozaik plaklar ve klinker plaklarda oluşan sorun oranı orta seviyededir ve bu plaklar dış cephe kaplaması olarak seçilebilir ürünler arasında bulunmaktadır. Yapay bir taş olan çimentolu yonga plaklar ise mekanik dayanımları bakımından olumsuz özelliğe sahiptir (Bölüm 4.2.2).

Doğal ve yapay taş plaklarda oluşabilecek olan sorunları önleyebilmek için;

- Kullanıcılar tarafından, cephe plaklarının periyodik olarak ve doğru bir şekilde bakımı yapılmalı
- Teknik özellikleri ve boyutları farklı plaklar yan yana kullanılmamalı
- Plaklar arasında yeterli derz aralıkları bırakılmalı
- Derz dolgu ürünü olarak elastik ürünler seçilmeli
- Ankrajlı yöntemler ile uygulanan plaklarda metal bağlayıcılar harekete olanak verecek şekilde detaylandırılmalı
- Derz aralıkları, suyu plak arkasına geçirmeyecek şekilde detaylandırılmalı ya da kapatılmalı
- Duvar gövdesi ile dış kaplama arasında nem oluşmaması için duvar iç yüzeyine buhar kesici katman uygulanmalı

- Derzlerin doldurulduğu durumlarda, plak arkasında nem oluşmaması için, belli noktalarda derzler boş bırakılarak havalandırma sağlanmalı
- Plaklar sık aralıklarla temizlenmeli ve bakımları yapılmalı, ancak temizlik yöntemi ve ürünü plağın ve kir tabakasının türüne göre seçilmeli
- IR ve UV ışınlarına karşı açık renkli ve parlak yüzeyli plaklar seçilmeli
- Katı zararlılara karşı, dokulu yüzeyli plak türleri seçilmemeli
- Biyolojik etmenlerin yayılmasını sağlayan girintili çıkıntılı detaylardan kaçınılmalı
- Etki eden kuvvetlere karşı, eğilmede çekme dayanımı yüksek plak türleri seçilmeli
- Detaylandırmalar ve malzeme seçimi, plağa etki eden etmenler doğrultusunda yapılmalı
- Yapım sürecinde uygulamanın her aşaması yetkili kişilerce kontrol edilmeli
- Uygulamayı yapan işçinin o işi yapabileceğine dair belgesi bulunmalı ve konusunda uzman olmalı

Doğal ve yapay taş plakların dış cephe kaplaması için kullanımında, plakların teknik özelliklerinin, plaklara etki eden etmenlerin ve plaklarda zamanla oluşabilecek olan sorunların tasarımcılar ve uygulayıcılar tarafından bilinmesi sorun oranını azaltacaktır. Aynı zamanda kullanıcıların da, yapı cephelerinin bakımlarını kuralına uygun olarak yapmaları plak kaplamaların ömrünü uzatacaktır.

**KAYNAKLAR**

Addleson, L., (1972a), Materials for Building (Water and its Effects), volume 3, Butterworth&Co (Publishers) Ltd., London.

Addleson, L., (1972b), Materials for Building, volume 1, Butterworth&Co (Publishers) Ltd., London, (Çolak, 1989, s.23'teki alıntı).

Akgün Seramik San. ve Tic. A.Ş., Dura-Tiles Tanıtım Kataloğu, İstanbul.

Aksoy Alüminyum Sanayi ve Ticaret A.Ş., (1997), Tanıtım Kataloğu, Kocaeli.

Arıkan, M., (1968), Mermer ve Mermercilik, Ankara Basım ve Ciltevi, Ankara.

Avlar, E., (2000), Yapılarda Su ve Nem Korunumu, YTÜ Mimarlık Fakültesi Yayınları, İstanbul.

Balanlı, A., (1997), Yapıda Ürün Seçimi, YTÜ Mimarlık Fakültesi Yayınları, İstanbul.

Benk vd., (1986), Büyük Larousse, İnterpress Basın ve Yayıncılık A.Ş., Cilt no:9-15-20-22, İstanbul.

Binan, M., (1961), Tabii Taş Duvar, İTÜ Mimarlık Fakültesi Yayınları, İstanbul.

Büyükdede, H., (1999), "Mekanik Sistemle Seranit Seramik-Granit Cephe Kaplama Yöntemleri", Cephe Sistemleri ve Cephe Kaplamaları Sempozyum Bildirileri, 11 Kasım 1999, YEM, İstanbul.

Çamlıbel, N., (1994), Depreme Dayanıklı Yapıların Tasarım İlkeleri, YTÜ Mimarlık Fakültesi Yayınları, İstanbul.

Çelebi, R., (1994), Yapı Elemanları I-II, YTÜ Mimarlık Fakültesi Yayınları, İstanbul.

Çimentaş İzmir Çimento Fabrikası Türk A.Ş. Doğal Kompoze Taş İşletmeleri, Tanıtım Kataloğu, İzmir.

Çoğulu, E., (1995), Mineraloji-Petroğrafi Ders Notları, İTÜ Maden Fakültesi Jeoloji Bölümü, İstanbul.

Çolak, A., (1989), Hazır Beton Döşeme ve Cephe Kaplamaları, Yüksek Lisans Tezi, İTÜ Fen Bilimleri Enstitüsü, İstanbul.

Çorapçıoğlu, K., (1983), Doğal Taş Yapılarda Taş Ayrışmasının Nedenleri ve Maktralı Kalkerler Üzerinde Korumaya Yönelik Bir Araştırma, Doktora Tezi, MSÜ Fen Bilimleri Enstitüsü, İstanbul.

Çorapçıoğlu, K., (1995), Taş Kültür ve Teknikleri, Mimar Sinan Üniversitesi Mimarlık Fakültesi, İstanbul.

DPT, (1991), Endüstriyel Hammaddeler Madencilik Özel İhtisas Komisyonu Mermer Raporu, T.C Başbakanlık Devlet Planlama Teşkilatı.

Dürüs, B., (1988), Kireçtaşı ve Dolomitin Termal Şok Nedeniyle Ufalanma Özelliklerinin İncelenmesi, Yüksek Lisans Tezi, İTÜ Fen Bilimleri Enstitüsü, İstanbul.

Eczacıbaşı Karo Seramik Sanayi ve Ticaret A.Ş., (2002), Vitra Arkitekt Tanıtım Kataloğu, İstanbul.

Ekos Endüstri-Gıda Ürünleri Sanayi ve Ticaret LTD. ŞTİ., Klinker Cephe Kaplamaları Tanıtım Kataloğu, İstanbul.

Erguvanlı, K., (1995), Mühendislik Jeolojisi, Dördüncü Basım, Seç Yayın Dağıtım, İstanbul.

Eriç, M., (1975), "Yapı Malzemeleri Üretim ve Uygulama Hataları", Yapı Dergisi, 12:41-47.

Eriç, M., (1984), "Brüt Beton Uygulamalarındaki Genel İlkeler ve Teknikler", Yapı Dergisi, 55:35-38.

Eriç, M., (1986), "Dış Duvar Kaplamalarında Yapı Fiziği Sorunları", Dizayn Konstrüksiyon Aylık Mimarlık, İnşaat Dergisi, 37-39.

Eriç, M., (1988), "Malzemeye ve Yapıya Etkili Olan Su Sorunları", Yapı Dergisi, 81:35-39.

Eriç, M., (2002), Yapı Fiziği ve Malzemesi, İkinci Basım, Literatür Yayınları:02, İstanbul.

Eriç, M., Gürdal, E., Toydemir, N. ve Ersoy, H.Y., (1994), "Yapı Fiziği Açısından Cephe Kaplamaları Sorunları ve Çözüm Yolları", Dizayn Konstrüksiyon Aylık Mimarlık, İnşaat Dergisi, 105:46-51.

Erkutlu Dış Ticaret LTD.ŞTİ., Tanıtım Kataloğu, Ankara.

Erözlu, İ., (1991), "Cephe Kaplama Malzemesi Olarak Mermer", Dizayn Konstrüksiyon Aylık İnşaat, Mimarlık Dergisi, 77:31-33.

Ersoy, H.Y., (1988), "Derzlerin Detaylandırılması ve Yapı Fiziği Açısından Bir Değerlendirme", Yapılarda Derz Bildirileri, 24 Mart 1988, YEM, İstanbul.

Everett, A., (1994), Mitchell's Materials, Longman Scientific & Technical, England.

Famerit San. ve Tic. LTD. ŞTİ., (2002), Tanıtım Kataloğu, İzmir.

Gökaltun, E., (1998), "Atmosferik Kirliliğin Yapı Malzemeleri Hasarına Etkisi", Yapı Dergisi, 198:114-117.

Greton Granit ve Prekast Malzemeleri Sanayi A.Ş., Tanıtım Kataloğu, İzmir.

Gürdal, E., (1986), "Dış Duvarların Tasarımında Isı ve Rutubet Faktörlerinin Etkisi", Yapı Dergisi, 81:32-35.

Gürel, A.İ., (1995), "Tepe Betopan Dış Cepheye Yeni Bir Soluk Getirdi", Dünya İnşaat Dergisi, 131/9:20-21.

Hasol, D., (1988), Ansiklopedik Mimarlık Sözlüğü, Üçüncü Baskı, YEM Yayınları, İstanbul.

- Hornbostel, C., (1961), *Materials for Architecture*, Reinhold Publishing Corporation, New York.
- Kafesçioğlu, R., (1984), “Yapıda Dış Kaplama ve Sorunları”, *Yapı Dergisi*, 56:36-39.
- Ketin, İ., (1994), *Genel Jeoloji*, İTÜ Vakfı Yayınları, İstanbul.
- Kocataşkın, F., (1972), *Yapı Malzemesi Bilimi*, İTÜ Mühendislik-Mimarlık Fakültesi Yayınları, İstanbul.
- Kocataşkın, F., (1973), *Yapı Malzemesi Dersleri*, İTÜ Mühendislik-Mimarlık Fakültesi Yayınları, İstanbul.
- Koçu, N., (1995), “Yapı Dış Kabuğunda Oluşan Hasar ve Kusurlar Önleme Önerileri”, *Yapıda Dış Kabuk Semineri*, 23 Mart 1995, YEM, İstanbul.
- MTA, (1966), *Türkiye Mermer Envanteri*, Maden Tetkik ve Arama Enstitüsü, Ankara.
- Mumyakmaz, E., (1999), “Doğal Granit Cephe Sistemleri”, *Cephe Sistemleri ve Cephe Kaplamaları Sempozyum Bildirileri*, 11 Kasım 1999, YEM, İstanbul.
- Oğuzoğlu, Ö., (2002), *Kişisel Görüşme*, Kale Pazarlama Teknik Hizmetler Müdürlüğü, Merkez Proje Sorumlusu, İstanbul.
- Onursal, F.R., (1996), *Ahşap Testere Talaşlı Çimento Kompozitin Fiziksel ve Mekanik Özelliklerinin İncelenmesi*, Yüksek Lisans Tezi, İTÜ Fen Bilimleri Enstitüsü, İstanbul.
- Özdeniz, M., (1978), *Rüzgarla İtilen Yağmurun Yapılardaki Sorunları ve Rüzgarla İtilen Yağmur Şiddetinin Hesaplanması İçin Bir Yöntem*, Doktora Tezi, İTÜ Mimarlık Fakültesi, İstanbul.
- Özşen, G. ve Yamantürk, E., (1991), *Taşıyıcı Sistem Tasarımı*, Birsen Yayınevi, İstanbul.
- Öztürk, F., (1987), *Mermer Teknolojisinin İncelenmesi*, Yüksek Lisans Tezi, İTÜ Fen Bilimleri Enstitüsü, İstanbul.
- Pekmer Mermer San. LTD., (2002), *Tanıtım Kataloğu*, İstanbul.
- Sarısoy, S. ve Sezgin, J., (1995), “Granit ve Granit Uygulamaları”, *Yapıda Dış Kabuk Semineri*, 23 Mart 1995, YEM, İstanbul.
- Sayar, M. ve Ergüvanlı, K., (1955), *Türkiye Mermerleri ve İnşaat Taşları*, İTÜ Maden Fakültesi, İstanbul.
- Schaupp, W., (1967), *External Walls* (Çev., H.Meek), Crosby Lockwood & Son, London.
- Tepe Betopan Yapı Malzemeleri Sanayi ve Ticaret A.Ş., (2002), *Tanıtım Kataloğu*, Ankara.
- Toydemir, N., Gürdal, E. ve Tanaçan, L., (2000), *Yapı Elemanı Tasarımında Malzeme*, *Literatür Yayınları*:39, İstanbul.

- TS 825, (1998), Binalarda Isı Yalıtım Kuralları, TSE, Nisan 1998, Ankara.
- TS 1910, (1977), Kaplama Olarak Kullanılan Doğal Taşlar, TSE, Şubat 1977, Ankara.
- TS 1912, (1984), Yapı Malzemeleri İçin Yanmazlık Deney Metodu, TSE, Ocak 1984, Ankara.
- TS 2513, (1977), Doğal Yapı Taşları, TSE, Şubat 1977, Ankara.
- TS 3450, (1984), Gre-Seramik Karolar-Dış Çevre Şartlarına Dayanıklı, TSE, Eylül 1984, Ankara.
- TS 5115, (1987), Yonga Levha-Çimentolu, TSE, Mart 1987, Ankara.
- TS 6234, (1988), Granit-Yapı ve Kaplama Taşı Olarak Kullanılan, TSE, Aralık 1988, Ankara.
- Tüz, Ö., (1996), Bina Cephelerindeki Hasarlar, Nedenleri ve Giderilme Yolları, Yüksek Lisans Tezi, İTÜ Fen Bilimleri Enstitüsü, İstanbul.
- Uz, B., (1992), Maden ve Jeoloji Mühendisliğinde Petrografi Prensipleri, Kurtiş Matbaası, İstanbul.
- Verona Granit Mermer Sanayi ve Ticaret LTD. ŞTİ., (2002), Tanıtım Kataloğu, İstanbul.
- Weber Markem Yapı Kimyasalları San. ve Tic.A.Ş., (2001), Weber Markem Çözüm Rehberi, İzmir.
- Yapı Merkezi Prefabrikasyon A.Ş., (2002), Tanıtım Kataloğu, İstanbul.
- Yavuz, G., (1979), Yapılarda Yangın Korunumu ve Mimari Tasarıma Etkileri, Doçentlik Tezi, İ.D.M.M.A Mimarlık Bölümü, İstanbul.
- Yıldırım, B., (1998), Sandviç Kompozitler ve Mimarlıkta Kullanım Olanakları, Yüksek Lisans Tezi, İTÜ Fen Bilimleri Enstitüsü, İstanbul.
- Zaim, H., (1985), Yağmur Suyu-Cephe Elemanları ve Yüzey Kirliliği İlişkisi, Yüksek Lisans Tezi, İTÜ Sosyal Bilimleri Enstitüsü, İstanbul.

#### INTERNET KAYNAKLARI

[1] <http://www.ampyazilim.com.tr/docs/mevzuat/sartnameler/mevsar0119.htm>

[2] <http://www.arkitera.com/uruntanitimi/detas/>

[3] <http://www.cakmak.net/abouttiles/typesoftile.html>

[4] <http://www.cimstone.com.tr>

[5] <http://www.geocities.com/donisltr/ahsap/mentolu/htm>

- [6] <http://www.granitas.com/tur/products.asp>
- [7] <http://www.kale.com.tr/tr/urunler/katalog/seramik/teknik/bakimtalimatlari.htm>
- [8] <http://www.kale.com.tr/tr/urunler/katalog/seramik/teknik/teknikozellikler.htm>
- [9] <http://www.moeding.com/domains/www.moeding.com/en/menue.htm>
- [10] <http://www.orion-stone.com.tr/ana/detaylar/mekanik/mekanik2.htm>
- [11] <http://www.slate-quartzite.com/products.htm>
- [12] <http://www.vitra-artema.com.tr/isapi/fix/vfixyapiteknikac.asp>



**ÖZGEÇMİŞ**

Doğum tarihi	25.02.1980	
Doğum yeri	İstanbul	
Lise	1993-1996	Beşiktaş Lisesi
Lisans	1996-2000	Yıldız Teknik Üniversitesi Mimarlık Fakültesi Mimarlık Bölümü
Yüksek Lisans	2000-2003	Yıldız Teknik Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü Mimarlık Anabilim Dalı, Yapı Programı

