

**T.C.
SAKARYA ÜNİVERSİTESİ
FEN BİLİMLERİ ENSTİTÜSÜ**

**DIŞ CEPHE TASARIMINDA
PLASTİK ESASLI KOMPOZİT MALZEME
KULLANILMASI**

YÜKSEK LİSANS TEZİ

Fulden ÖZMERAL

Enstitü Anabilim Dalı	:	YAPI EĞİTİMİ
Tez Danışmanı	:	Yrd. Doç. Dr. Mehmet SARIBIYIK

Eylül 2006
T.C.
SAKARYA ÜNİVERSİTESİ
FEN BİLİMLERİ ENSTİTÜSÜ

**DIŞ CEPHE TASARIMINDA
PLASTİK ESASLI KOMPOZİT MALZEME
KULLANILMASI**

YÜKSEK LİSANS TEZİ

Fulden ÖZMERAL

Enstitü Anabilim Dalı	:	YAPI EĞİTİMİ
-----------------------	---	--------------

Bu tez .. / .. /200 tarihinde aşağıdaki jüri tarafından Oybirliği ile kabul edilmiştir.

Yrd. Doç. Dr. Mehmet SARIBIYIK	Prof. Dr. Ahmet APAY	Yrd. Doç. Dr. Zeki ÖZCAN
Jüri Başkanı	Üye	Üye

TEŞEKKÜR

Tezin hazırlanması aşamasında bana her tŸrlŸ desteği veren danıŐman hocam, sayın Yrd. Doç. Dr. Mehmet SARIBIYIK'a, Doç. Dr. Nihal ARIOğLU' na, Sayın Engin AvŐar ve Sayın Fersen Kınayiğit'e ve dolayısıyla CTPSANDER ve Camelyaf Sanayii A.Ő.' ne, Mimarlar Odası İstanbul BŸyŸkkent Őubesi'ne, Armaplast Polyester San. Ve Tic. Ltd. Şti.' ye, PimaŐ Siding ve Sn. Mehmet AkkaŐ'a, gŸrŸŐ ve fikirlerinden yararlandığım iş arkadaŐlarım, sevgili arkadaŐlarım Emine B.Aydın ve Pelin Ő.Yılmaz'a, Yelda Onat ve Umut Kahraman'a, her zaman yanımda olan ve bana destek veren aileme ve sevgili hayat arkadaŐım BŸlent CANIK' e sonsuz teŐekkŸr ederim.

EylŸl 2006

Fulden ÖZMERAL

İÇİNDEKİLER

TEŞEKKÜR.....	ii
İÇİNDEKİLER.....	iii
ŞEKİLLER LİSTESİ.....	vi
TABLolar LİSTESİ.....	viii
ÖZET.....	ix
SUMMARY.....	x
BÖLÜM 1.	
GİRİŞ.....	1
BÖLÜM 2.	
TASARIMDA MALZEME.....	3
2.1. Yapı Malzemesinin İç Yapısı.....	3
2.2. Yapı Malzemelerinin Özellikleri.....	5
2.2.1. Mekanik özellikler.....	5
2.2.1.1. Basınç ve çekme mukavemeti.....	5
2.2.1.2. Çarpma mukavemeti.....	5
2.2.1.3. Yorulma.....	6
2.2.1.4. Aşınma.....	6
2.2.1.5. Sertlik.....	7
2.2.1.6. Sünme.....	7
2.2.2. Fiziksel özellikler.....	7
2.2.3. Termik özellikler.....	8
2.2.4. Akustik özellikler.....	9
BÖLÜM 3.	
DIŞ CEPHE TASARIMI.....	11

3.1. Cephe Kavramı.....	11
3.2. Duvar - Dış Duvar.....	15
3.3. Dış Cephe Kaplamaları.....	17
3.4. Dış Cephe Kaplamasının Sınıflandırılması.....	17
3.4.1. Dış sıvalar.....	18
3.4.2. Boyalar.....	22
3.4.3. Cam kaplamalar.....	24
3.4.4. Doğal ve yapay taş kaplamalar.....	28
3.4.4.1. Doğal taş kaplamalar.....	29
3.4.4.2. Yapay taş kaplamalar.....	35
3.4.4.2.1. Beton kaplamalar.....	35
3.4.4.2.2. Seramik kaplamalar.....	39
3.4.5. Metal kaplamalar.....	45
3.4.6. Ahşap kaplamalar.....	49
3.4.7. Plastik ve plastik esaslı kaplamalar.....	52
3.5. Dış Cephe Kaplamalarının Değerlendirilmesi.....	56

BÖLÜM 4.

DIŞ CEPHE TASARIMINDA PLASTİK VE PLASTİK ESASLI KOMPOZİT

MALZEMELER.....	58
4.1. Plastik Malzemeler.....	58
4.2. Kompozit Malzeme.....	62
4.3. Matris (Reçine) Malzemeleri.....	63
4.4. Takviye Malzemeleri.....	65
4.4.1. Karbon elyafı.....	67
4.4.2. Aramid elyafı.....	69
4.4.3. Cam elyafı.....	70
4.5. Cam Takviyeli Plastiklerin (CTP) Dış Cephe Kaplaması Olarak Kullanılması.....	72
4.5.1. CTP nedir, nasıl yapılır.....	72
4.5.2. Kompozitlerin ve CTP' nin tarihçesi.....	74
4.5.3. CTP üretim yöntemleri.....	76

4.6. Plastik Dış Cephe Uygulamaları ve Karşılaşılan Sorunlar.....	82
4.7. Dış Cephede CTP Uygulamaları.....	84
4.8. CTP' nin Avantajları.....	85
4.9. Plastik ile CTP Kaplamanın Karşılaştırılması.....	85
BÖLÜM 5.	
SONUÇLAR VE ÖNERİLER.....	89
KAYNAKLAR.....	91
ÖZGEÇMİŞ.....	93

ŞEKİLLER LİSTESİ

Şekil 3.1. Le Corbusier' in tasarladığı Ronchamp Şapeli.....	12
Şekil 3.2. New York Hearst Magazine , Guggenheim Müzesi ve Minnesota Sanat Müzesi.....	13
Şekil 3.3. Konya Sırçalı Medrese' nin mukarnas motifli taç kapısı.....	14
Şekil 3.4. Günümüzde bir yapıda kullanılmak üzere yapılan taç kapı örneği.....	14
Şekil 3.5. Osmanlı mimarisi örnekleri.....	15
Şekil 3.6. Bir duvarın katmanları.....	16
Şekil 3.7. Sıva uygulaması.....	18
Şekil 3.8. Cam ile kaplanmış cephe örnekleri.....	24
Şekil 3.9. Cephede cam uygulanması.....	28
Şekil 3.10. Cephede granit uygulanması	32
Şekil 3.11. Cephede mermer uygulanması	33
Şekil 3.12. Plaket kaplamanın uygulanması.....	44
Şekil 3.13. Metal kenet türleri.....	45
Şekil 3.14. Özel kenet tuğlası.....	45
Şekil 3.15. Metal duvar kaplamasının duvardaki yatay çıtalara askı kenetleriyle tespiti.....	46
Şekil 3.16. Metal dış cephe kaplaması.....	46
Şekil 3.17. Ahşap dış cephe kaplama örnekleri.....	49
Şekil 3.18. Plastik dış cephe kaplama örnekleri.....	54
Şekil 3.19. PVC kaplama boyutları.....	55

Şekil 3.20. PVC kaplama uygulaması.....	56
Şekil 4.1. CTP üretilmesi.....	73
Şekil 4.2. Kompozit yapısı.....	73
Şekil 4.3. CTP' nin farklı kullanım alanları.....	76
Şekil 4.4. El yatırması metodu ile CTP' nin kalıplanması.....	77
Şekil 4.5. Püskürtme metodu ile CTP' nin kalıplanması.....	77
Şekil 4.6. Soğuk pres metodu ile CTP' nin kalıplanması.....	78
Şekil 4.7. Savurma döküm metodu ile CTP' nin kalıplanması.....	78
Şekil 4.8. Profil çekme (Pultruzyon) metodu ile CTP' nin kalıplanması.....	79
Şekil 4.9. Elastik-plastik deformasyon.....	79
Şekil 4.10. Spesifik çekme dayanımı ve elastik modül.....	80
Şekil 4.11. Armaplast profil detayları.....	81
Şekil 4.12. CTP cephe profillerinin teknik özellikleri.....	83
Şekil 4.13. Plastik kaplama örnekleri.....	84
Şekil 4.14. Darbe sonucu hasar gören plastik kaplama örneği.....	85
Şekil 4.15. CTP' nin cephelerde uygulanması.....	86
Şekil 4.16. Plastik cephe kaplaması.....	86

TABLolar LİSTESİ

Tablo 4.1. Matris, takviye elemanı ve kompozit malzeme yapı tipleri.....	63
Tablo 4.2. Karbon elyafı sınıfları	68
Tablo 4.3. Belli başlı elyafların karşılaştırılması.....	71
Tablo 4.4. Takviye biçiminin mekanik özelliklere etkisi.....	80
Tablo4.5. CTP cephe profillerinin teknik özellikleri.....	81
Tablo 4.6. CTP ve PVC kaplama özellik tablosu.....	87
Tablo 4.7. CTP kaplama profilleri fiyat tablosu (m ²).....	88
Tablo 4.8. CTP kaplama yardımcı profilleri fiyat tablosu (m)	88

ÖZET

Anahtar Kelimeler: Yapı malzemesi, dış cephe tasarımı, plastik esaslı kompozit malzeme.

Bu çalışmada; dış cephe tasarımında malzeme seçiminin önemine değinilmiş, yapılarda plastik esaslı malzeme kullanımı hususunda bilgiler verilmiştir.

Birinci bölümde; mimari tasarım sürecinde cephenin önemi ve cephe seçiminde de malzemenin rolü anlatılmıştır.

İkinci bölümde; yapı malzemesi ve özellikleri anlatılmıştır.

Üçüncü bölümde; dış cephe kavramı, gelişimi anlatılmış ve dış cephe kaplamalarından bahsedilmiştir.

Dördüncü bölümde; plastik ve kompozit malzemelere değinilmiş, cephe kaplama malzemesi olarak CTP “cam takviyeli plastik” kullanılması anlatılmıştır. Ayrıca CTP cephe kaplaması ile plastik cephe kaplamaları örneklerle karşılaştırılmıştır.

Son bölümde; elde edilen sonuçların değerlendirmeleri yapılmıştır.

USING PLASTIC-BASED COMPOSITE MATERIALS ON OUTSIDE DESIGN

SUMMARY

Key words: Construction material, Outside design, Plastic-based composite material.

In this thesis, the selection of construction materials for outside design are emphasized, its given information about using of the plastic-based composite materials in constructions.

In the first chapter, importance of side and value of materials for covering outside is mentioned during architectural design.

The second chapter, the features of construction materials, are explained.

The third chapter, concept of outside improvement and outside covering materials are explained.

The fourth chapter, plastic and composite materials are mentioned. Use CTP “fibreglass reinforced plastic” which is plastic-based composite materials was included as side covering. Also, this chapter was contained the comparison between CTP and plastic side covering.

In the last chapter, the obtained results were evaluated.

BÖLÜM 1. GİRİŞ

Mimari tasarım süreci, bir yapının oluşumundaki en önemli evredir. Bu evrede, yapıdan beklenenler, kullanıcıların gereksinimleri, taşıyıcı sistem, ürün, mimari özellikler, vb. gibi tüm konular, karara bağlanır. Daha sonraki yapım ve kullanım süreçlerinde oluşabilecek sorunlar, mimari tasarımı sürecinde alınan kararlarla doğrudan ilişkilidir.

Yapının bir sistem olarak ele alındığı bu çalışmada sistemler; süreçler ve elemanlar olmak üzere iki grupta toplanmıştır. Süreçler alt sisteminden mimari tasarımı süreci, elemanlar alt sisteminden cephe elemanı, her alt sistemin olabileceği görüşü ile ele alınıp ayrı ayrı incelenmiştir. Sistemlerin ayrı incelenmeleri sonunda geliştirilen yöntem, cephe tasarım sürecinde karar verme adımlarını içermektedir.

Mimarlığın; insanlara mutlu ve rahat bir yaşam sürdürebilmeleri için gerekli mekanları, oluşturan bir süreç olduğu bilinmektedir. Bu sürecin sonunda mekanlar yapıları, yapılar sokakları, sokaklar kentleri ve ülkeleri oluşturmaktadır. Genelden özele gidildiğinde, ülkelerin, kentlerin ve sokakların, kendilerine ait mimari özellikleri ve kimlikleri olduğu söylenebilir. Bu kimlik, toplumun kültürel, sosyal, ekonomik, politik ve teknolojik durumunun bir göstereimidir ve genelde mekanın dışı yansıması olan cephe ve kütle ile ilgilidir. Endüstri devrimi denildiğinde akla gelen fabrikalar, tren istasyonları, işçi konutları, daha sonra Kristal Saray gibi yapılar, bu dönemi açıkça yansıtan unsurlardır. Dolayısıyla yapıların cephesi, mimari oluşumlarda, geçmişten bugüne üzerinde en çok durulan ve sürekli değişime açık olan bir konu olmuştur.

Ülkemizde cephe kaplamalarındaki çeşitlilik, tasarımcıların ve üreticilerin kişisel çabalarıyla yapıp bugünkü aşamaya gelmiştir. İnsanın kendi çevresini kendi gereksinmelerine göre düzenleme ve değiştirme isteği, yapı cephelerinde daha da belirginleşmiştir. Yeni gereçlerin yeni teknoloji ile yapılanmaları sonucu, çağdaş

mimarinin en iyi kazanımlarından biri sayılan farklı cephe kaplamaları, zamanla gelişme göstermeye başlamıştır. Bu cepheler, teknolojik ilerleme, kültürel ve toplumsal gelişme, estetik görüşlerdeki değişimin, yapım ve gereç konularındaki ilerlemelerin birer sonucu olarak ortaya çıkmıştır.

Yapı fiziği açısından uygun tasarımların gerçekleşmesinde, yapı malzemesi önemli bir faktör olmaktadır. Yapı malzemesi, projeyi şekillendirerek onun gelecek çağlara iletilmesini sağlarken aynı zamanda, yapı fiziği ve insan konforu ile yakından ilişkili bir eleman olmuştur.

Malzeme, özellikleri ve çeşitli kimyasal ve fiziksel olaylar karşısında göstereceği davranışları bilinmeden kullanıldığında, yapıda bir takım hatalar ve bozulmalara neden olmaktadır. Amacına ve çevre koşullarına uygun olmayan, yanlış malzeme seçimi ve yanlış uygulamalar sonucu ortaya çıkan yapı fiziği sorunları yüzünden, malzemede bozulmalar olmakta ve yapı sağlığı bozulmaktadır. Sağlığı bozulan yapı da insanlar için gerekli olan iç ortamdaki konfor şartlarını sağlayamadığı için sonuçta insan sağlığı bozulmakta ve çalışma verimi düşmektedir.

BÖLÜM 2. TASARIMDA MALZEME

Malzeme, bir tasarımın bünyesine giren ve o tasarımın oluşum süreci içinde biçimlenişini sağlayan ve tasarımı kullanan insanın sağlık ve konforunu düzenleyen her türlü işlenmemiş, yan veya tam işlenmiş maddeler şeklinde tanımlanabilir [1].

Malzeme, strüktürü kuran ve onun belli bir biçime ulaşmasını sağlayan elemandır. Dolayısıyla tasarım, malzemenin sağladığı olanaklarla sınırlanmaktadır. Her malzemeyle istenilen konstrüksiyon ve biçime ulaşmak mümkün değildir.

Günümüzde yapı malzemelerinin çeşitlerini, üretim yöntemlerini, kullanım yer ve şekillerini ve yapı fiziği sorunlarını Malzeme Bilimi incelemektedir. Üretim teknolojisi, yapı ekonomisi, yapı fiziği ve insan konforu ile yakın ilişki içinde olan malzeme, yapının ömrünü de etkileyen bir faktördür. Bunun için, doğru seçim ve uygulamalar için malzemenin yapısı ve çeşitli özellikleri, çeşitli etkiler karşısında göstereceği davranışların bilinmesi önemli olmaktadır.

2.1. Yapı Malzemesinin İç Yapısı

Yapı malzemeleri çeşitli boyutta parçacıklardan yapılmış katı cisimlerdir. Parçacıklar; atomlar, kristaller, moleküller, lifler, kum-çakıl taneleri hatta boşluklar olabilir. Parçacıklardan bazıları gözle görülebilir, bazıları da mikroskobik boyuttadırlar [2].

Malzemenin mikroskobik boyutundaki en küçük parçalan olan atomlar, proton ve nötronlardan yapılmış bir çekirdek ile çekirdeğin etrafında hızla dönen elektronlardan meydana gelmişlerdir. Elektron sayısı, konum ve hareketleri maddenin özelliklerini belirler. Atom çekirdeğindeki protonlar pozitif elektronlar negatif yüke sahiptirler ve her elementin elektron sayısı o elementin atom numarasını belirler [1].

Atomları kendi elektriksel yapısı sonucu ortaya çıkan bir takım bağlar nedeniyle, atomları bir arada tutan çekim kuvvetleri oluşur. Bunlar içinde en önemlisi (+) ve (-) yüklü iyonları birbirine çeken iyon bağlarıdır.

Atomlar denge konumunda tamamen hareketsiz değildirler. Sıcaklığa bağlı olarak sürekli titreşim hareketi yaparlar. Genel olarak atomlar birleşerek kristalleri veya molekülleri teşkil ederler. Malzeme iç yapı taşları da denilebilen bu gruplar mekanik özellikleri etkileyen en önemli faktörlerdir. Katı maddelerin iç yapıları kristalli, moleküllü ve karma yapılı olmak üzere üç şekilde sınıflandırılır;

- **Kristalli iç yapı:** Bir kristal, atomların düzgün sıralara dizilmesiyle doğar. Bu diziliş, atomların üç boyutlu bir kafes sisteminde birbirlerinden denge konumu uzaklığında yer almalarıyla oluşur. Bir kristal milyonlarca atomdan meydana gelir. Kristalli yapıya metaller örnek olarak gösterilebilir.

- **Moleküllü yapılar:** İki ayrı molekülün birleşmesi veya bir molekülün kendinden küçük parçalara bölünerek büyümesi sonucu, zincir bağlan şeklinde meydana gelir. Organik esaslı ahşap, bitüm ve plastikler moleküllü yapıya sahip malzemelerdir. Bu malzemeler moleküllü yapıları nedeniyle ısı ve elektriğe karşı geçirimsizdirler.

- **Karma iç yapılar:** Doğal taş, yapay taş (beton), pişmiş toprak ve cam gibi malzemelerin iç yapılarında kristalli ve moleküllü yapılar bir arada görülür. Bunların yapıları, büyük moleküller içinde atomların birbirlerine iyon bağları ile bağlanması sonucu oluşur. Serbest elektronların olmaması nedeniyle, ısı, elektrik ve sese karşı geçirimsizdirler. Kristalleri büyük olduğu için sert ve gevrek yapıdırlar. Molekül boşluklarının bulunmaması nedeniyle çekme mukavemetleri basınç mukavemetine göre küçüktür [1].

2.2. Yapı Malzemelerinin Özellikleri

2.2.1. Mekanik özellikler

Yapı malzemelerinin mekanik özelliklerini; basınç ve çekme mukavemeti, çarpma mukavemeti, yorulma, aşınma, sertlik ve sünme olarak inceleyebiliriz.

2.2.1.1. Basınç ve çekme mukavemeti

Belli bir eksen doğrultusunda etkiyen kuvvetler malzeme yapısına negatif (basınç) ve pozitif (çekme) gerilmeler oluşturur. Homojen kristal bir iç yapıya sahip malzemelerde basınç ve çekme gerilmeleri birbirine eşittir. Ancak moleküllü bir iç yapıya sahip malzemelerde ise bu değerler farklıdır. Ahşap malzemede bu gerilmeler, liflere dik ve paralel yönde değişmektedir. Karma iç yapıya sahip malzemelerde de basınç mukavemetleri çekme mukavemetine göre daha büyük değerdedir. Malzemede basınç-çekme gerilmelerinin ve deformasyonların saptanması için pres ve komparatörün kullanıldığı deneyler yapılmaktadır.

2.2.1.2. Çarpma mukavemeti

Malzeme üzerine etkiyen kuvvet, devam ettiği süre sonunda kırılmaya neden olur. Ancak bazı hallerde ani ve dinamik yükleme sonunda da kuvvetin etkisi görülebilir.

Çarpma mukavemetine etkili olan aktörler, çarpma hızı, ortam ısısı, malzemenin iç yapısı ve gerilme durumudur. Düşük sıcaklıklarda malzemenin çarpma mukavemeti daha küçüktür ve küçük bir çarpma sonucu kırılma olabilir.

Çarpma deneyleri malzemeye göre değişmektedir. Çarpma etkileri metal malzemelerde, belli ağırlıktaki tokmağın belli bir yükseldikten düşürülmesi ve kırılmaya neden olan iş değerinin okunması şeklinde yapılırken ahşap malzeme de ise, malzeme iki ucundan mesnetleşerek ortaya tokmak vurularak yapılır. Taş malzemede çarpma deneyi malzeme üzerine tokmak düşürülerek kırılma anındaki düşme sayısı sayılarak yapılır [2].

2.2.1.3. Yorulma

Elastik limitin altındaki gerilmelerin tekrarı sonucu malzemede meydana gelen erken ve gevrek kırılma olayına yorulma adı verilir. Yorulma olayı, hareketli parçaların (makinelere) veya hareketli yüklerin (köprüler, yollar) bulunduğu yapılarda önemlidir.

Yorulma olayında bir yük belli bir zaman süresi içinde alt ve üst limitleri ile malzemeye etkili olmaktadır. Dolayısıyla belli bir tekrar sayısından sonra malzeme ilk mukavemetinden daha alt değerde kırılmaya uğrar. Yorulma olayında molekül bağları esner ve çeşitli kaymalar meydana gelerek mukavemet düşer. Yorulma mukavemetini etkileyen faktörler, malzeme iç yapısındaki bozukluklar, yüzeysel pürüzler ve ortam ısıdır.

Yorulmanın saptanmasında, özel motorlu aletlerin kullanıldığı deneylerin yapılması pratik ve sağlıklı sonuçlar vermektedir.

2.2.1.4. Aşınma

Bir malzemenin aşınması, çeşitli kuvvetler karşısında yüzeyinde meydana gelen kopma ve parçalanmalardır. Yüzeyde meydana gelen aşınma, yüzeysel şekil değişmelerine, ısınmalara ve korozyona da yol açar. Mühendislikte bir çok işlerde aşınma önemli bir sorundur. Örneğin makinelerde birbirine sürtünen metal parçaların aşınması yollarda yol kaplamalarının, yapılarda döşeme kaplamalarının aşınması gibi. Aşınmayı etkileyen faktörler, malzemenin sertliği, malzemeye uygulanan basınç ve aşınma süreleridir.

Malzemede aşınma deneyleri için, un değirmenine benzeyen Dorry ve bir mile bağlı olarak dönen iki küçük aşındırıcı tekerleği bulunan Taber aletleri kullanılmaktadır. Aşınma miktarı, malzeme kalınlığında veya ağırlığındaki eksilme ile ölçülmektedir.

2.2.1.5. Sertlik

Malzeme yüzeyinin kalıcı şekil değiştirme yapmaya karşı gösterdiği mukavemettir. Bu özellik aşınma olayına karşı etkili bir faktördür. Sertliğin ölçülmesi, taşlarda çizmek yoluyla, metallerde ise batmaya karşı mukavemet yolu ile araştırılır. Mohs serlik çizelgesinde birbirini çizilen malzemeler 1-10 arasında dereceler göz önüne alınarak düzenlenir. Çok sert malzemedен yapılmış küçük bir küre, piramit veya koni şeklindeki metal yüzeye belirli bir kuvvetle belli bir süre bastırılır ve meydana gelen izin büyüklüğü ölçülür. İz ne kadar küçükse metal o kadar serttir.

2.2.1.6. Sünme

Malzemenin sabit bir gerilme altında zamanla artan şekil değiştirmelerine sünme adı verilir. Sünme sonucunda malzeme statik mukavemetine kıyasla daha düşük gerilme altında kırılmakta ve statik şekil değiştirmesine kıyasla daha büyük şekil değiştirmeleri yapmaktadır.

Sünme metal malzemede yüksek sıcaklıklarda, beton, ahşap ve plastik malzemede normal sıcaklıklarda yer alan bir olaydır. Metallerde yüksek sıcaklıklarda dislokasyonların aktivasyon enerjisinin artması ve kolay kaymalara yol açması, betonda jel suyunun yavaş kapiler boşluklara aktarılması, oradan da havaya buharlaşması, ahşap ve plastiklerde ise yük ve sıcaklık etkisi altında zincir şeklindeki moleküllerin yanall bağlarının zayıflaması nedeniyle olmaktadır.

2.2.2. Fiziksel özellikler

Malzemede moleköl gruplaşması sırasında, iç yapıda gözle görülebilen veya görülemeyen, çeşitli büyüklüklerde sürekli veya süreksiz birçok boşluk oluşur. Bunların şekli çok karışık olmakla birlikte süreksiz boşluklar kapalı kürecikler, sürekli boşluklar da silindirik borucuklar şeklinde düşünülebilir.

Malzemedeki boşluklar onun fiziksel özelliklerini belirlemektedir. Bunun için malzeme içindeki oranlarının ve şekillerinin bilinmesi önemlidir.

Malzemede birim ağırlık ve doluluk oranı arttıkça, mukavemet ve ısı iletkenlik özelliği artar. Böyle malzemelerde, su emme oranı düşük olacağı için donmaya karşı da dayanıklı olurlar.

Malzemenin boşluklu hacminin, boşluksuz hacmine eşit olduğu hallerde o malzeme boşluksuz malzemedir (metaller). Moleküllü ve karma bir iç yapıya sahip, doğal ve yapay taş, seramik gibi malzemeler ise boşluklu malzemelerdir. Ancak yapay taş üretiminde boşluk oranı amaca göre değiştirilebilir. Örneğin; ısı geçirimsizlik istenildiği hallerde boşluk oranı artırılır, su ve nem geçirimsizliği istendiği hallerde de boşluk oranı azaltılabilir.

2.2.3. Termik özellikler

Malzeme atomlarının mekanik enerjileri toplamından belli bir iç enerji oluşur. Malzemeye mekanik enerji vererek ısısal enerji elde etmek mümkündür. Malzemeye ısı vererek veya ısı alarak atomların hareket hali değiştirilebilir. Isı alan bir malzeme, moleküllerinin artan kinetik enerjileri ile düzensiz harekete geçim katı halden sıvı hale geçer veya buharlaşır. Erimiş malzemelerden ısı alındığı takdirde moleküllerinin kinetik enerjileri azalarak kohezyon kuvvetleri yardımı ile düzenli bir sisteme geçerler.

Isı derecelerinin artmasıyla malzemedeki atomlar denge konumları etrafında daha hızlı titreşerek birbirlerinden uzaklaşırlar ve sonuçta malzeme uzayarak genişir. Isı derecesinin düşmesi ile uzama yerini kısalmaya bırakır. Belli bir boydaki (L) malzemenin sıcaklık farkı (Δt) karşısında göstereceği deformasyon miktarı ($\pm \Delta L$) malzemenin iç yapı özelliklerine bağlı bir katsayıya (α) göre değişiklik gösterir.

Isı genişmelerinin yapılardaki önemi ısı gerilmeleri ile kendini gösterir. Bir malzeme yapıda uçlarından tespit edilerek serbestçe genişmesi önlenmişse içinde ısı gerilmeleri doğar. Bu gerilmeler bazı hallerde kırılmalara, çatlamalara neden olabilir. Ayrıca sürekli genişme-büzülme olayları da, malzemede iç gerilmeler meydana getirerek deformasyonlara neden olabilir. Bu nedenle, oluşabilecek gerilmelerin

giderilmesi için malzemedeki ısısal deformasyonların önceden saptanması ve genleşme için gerekli payların bırakılması gerekir.

İki malzeme arasında sıcaklık farkı olduğu zaman, sıcak cisimden soğuk cisme doğru bir ısı enerjisi geçimi olur. Bu iki malzeme arasındaki ısı geçirimsizlik, malzemelerin buldukları ortamlara göre, kondüksiyon, konveksiyon ve radyasyon olmak üzere üç farklı şekilde görülür.

Katı cisimlerde görülen kondüksiyon yolu ile ısı geçirimsizlik olayında, malzemenin kalınlığı (d) ve kendi iç yapısı özelliklerine bağlı ısısal iletkenlik katsayısı (λ) etkili olmaktadır. Isı iletkenliği (λ) değerleri malzemenin birim ağırlığına bağlıdır. Hafif ve içinde hava boşlukları bulunan malzemede λ küçüktür ve ısıyı az geçirir. Ayrıca malzemenin iletkenlik katsayısı, malzemedeki nem artışı ile de değişikliğe uğrar. Nem ısı iletkenliğini arttıran bir faktördür. Örneğin; organik esaslı malzemelerde, nemin ağırlıkça her % 1 oranında artışında ısı iletkenlik katsayısı da % 1.25 oranında yükselir.

Yapılar, kışın soğuktan, yazın sıcaktan korunmak için ısıyı iletmeyen veya az ileten malzemelerle kaplanır ve böylece çok tabakalı elemanlar meydana gelir. Bu durumda tek bir malzemenin değil, çok tabakalı sistemlerin iletkenliği söz konusu olur. Çeşitli özellikte ve kalınlıktaki malzemelerin yan yana gelmesiyle oluşan, böylece elemanların ısı geçirgenlik değeri (Λ) her bir tabakanın ısı geçirgenlik değerinin toplamına eşit olur [2].

$$\Lambda = \lambda_1 / d_1 + \lambda_2 / d_2 + \dots + \lambda_n / d_n \quad (\text{kal} / \text{m}^2 \text{ h } ^\circ\text{C}) \quad (\text{W} / \text{m}^2 \text{ K})$$

2.2.4. Akustik özellikler

Yapıda sesle ilgili olarak, işitme koşullarının iyi olmasını sağlamak ve yapının içinden ve dışından gelen gürültünün yayılmasını önlemek gibi sorunlar vardır.

Çeşitli şekillerde doğarak küresel bir yayılım gösteren ses dalgası, havada ilerlerken bir malzeme yüzeyine çarptığı zaman, ses şiddetinin bir kısmı çarptığı yüzeyin

normali ile eşit açı yaparak yansımakta ve yayılımına devam etmektedir. Yüzeğe gelen sesin bir kısmı ise o malzemenin iç yapısına göre değişen bir katsayıya bağlı olarak yutulur. Bir yüzey, sesin % 75' mi yansıtıyorsa o yüzeyin ses yutma katsayısı $\alpha = 0.15$ ' dir. Bu değer frekanslara göre değişmektedir. Özellikle gözenekli malzemelerde, frekansın yükselmesi ses yutuculuk değerinin artmasına neden olur.

Malzemenin ses geçirimsizlik değeri, onun birim ağırlığı (Δ)(gr/cm³), elastiklik modülü (E)(Kg/cm²) ve kalınlığı (d)(cm) ile ilgilidir. Ancak yalıtımın tam sağlanması için frekansların belli bir sınır içinde olması gerekir.

Akustik konfor açısından dikkat edilecek konu boşluksuz, birim ağırlığı ve elastiklik modülü yüksek, yeterli kalınlıkta malzemenin yapı bileşeni oluşturmak, çift tabakalı sistemlerde ise sesin dolaysız etkisine maruz tabakanın esnek bir özelliğe sahip olmasını sağlamaktır. Böyle sistemlerde her iki tabakanın da esnek olması kuvvetli bir ses yayılımına neden olmaktadır, iki tabaka arasında bir ses yalıtım malzemesi kullanılıyorsa bunun da çok yumuşak ve esnek olmasına dikkat edilmelidir [2].

BÖLÜM 3. DIŞ CEPHE TASARIMI

İnsan içinde yaşadığı ortam ve çevresindeki koşulların zorlaması sonunda, önce bulunduğu doğal mağaralara sığınmış, toprağı ve kayaları oyarak içine yerleşmiş, zamanla yapı bilincine erişince, ortam içinde seçtiğı bir parçayı belirli gereksinmelere cevap verecek şekilde düzenlemek amacıyla bir damla örtmüş, duvarlarla sınırlamış, aradığı nitelikte bir mekan kurmuştur.

Biyolojik, fizyolojik ve psikolojik gereksinmelerinden dolayı çevresinden soyutlanamayan insan, sınırladığı bu mekan üzerinde bazı boşluklar açmıştır. Temelde işlevi geçiş, ışık, hava ve görüş olan bu boşluklar, yapının yaşamını kitesine yansıtmayı da başarmışlardır. Bu kitledeki yansımalar, giderek daha gelişmiş, renklenmiş, hatta mimari akımların gösterimi şekline dönüşmüştür.

İnsanlar isteseler de, istemeseler de yapılar görülür. Ayrıca onların dış görünüşlerini düzenleyen bağlayıcı bir görüş yada kurallar bütünü de yoktur. Yapılar sadece fonksiyonel olarak kalmamalı, aynı zamanda görsel isteklere de cevap verebilmelidir. Bu gerçekleştiğı ölçüde yapılar mimari olur. Güzel sanatların ortak yanı somut olarak algılanabilirliği vermeleridir, bu da sözle değil, ancak görsel yol ile mümkün olur.

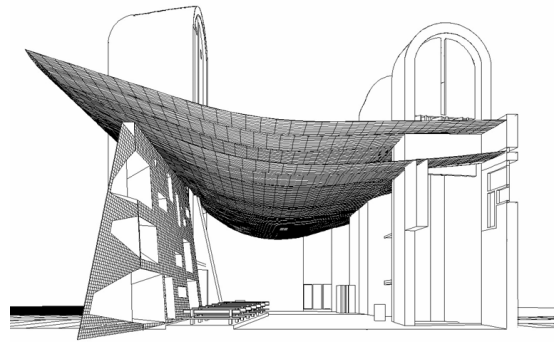
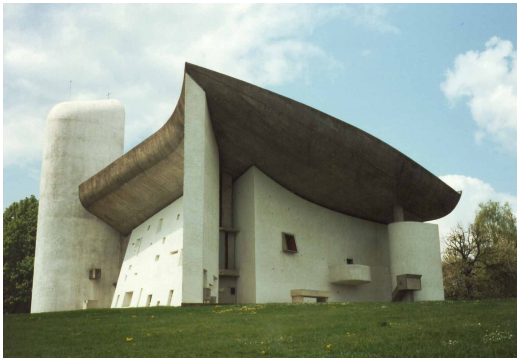
3.1. Cephe Kavramı

Bu kavramla ilgili olarak pek çok görüş ve tanım süregelmiştir. Ancak konu bütünlüğünü sağlamak amacıyla, bu tanımlardan bazılarına değinilip, bunlar ışığında genel bir cephe tanımı yapmak gereğı düşünülmüştür. Cephe, yabancı dillerdeki söylenişyle fasad, latinceye yüz anlamına gelen facies kelimesinden gelmekte olup sözlük anlamı, "Bir binanın yüzlerinden her biri, özellikle ön yüz veya bina yüzüne dik doğrultuda sonsuzda bakılan görünüş" olarak tanımlanmaktadır.

Cephe kelimesi mimarlık kavramları arasında, görünüş olarak da geçer. Ancak, görünüş cepheden çok farklı bir kavramdır. Niteliğini izleyiciden yani subjeden alır. Cephe kavramı, ise yapıdan, diğer bir deyişle objeden gelmektedir.

Cephe veya görünüş, gözün ilk bakışta veya aklın dolaysız olarak algıladığı şeydir. Zaman zaman yanlış da olsa, o nesne hakkında ona bakan kimseye bilgi verir, o nesneyi tanıtır. Görünüş yalın olduğu sürece fazla tanıtıcı değer içermez. Görünüşe eklenen bazı işaretler ve elemanlar o nesnenin daha iyi tanınmasına neden olur. Tanıtıcı özellikler zamanla değişebilirler. Bu değişim her nesnede olabildiği gibi, binalar içinde geçerlidir. Bu belirleyici unsurların zaman içinde yer almalarına ve farklılıklarına mimaride üslup, insanda ise moda denilmektedir.

Dünya mimarisinde, cephe kavramı üsluba, kullanıcı gereksinmelerine, estetiğe ve işlevine göre değişik şekillerde incelenmiş ve kendisini geliştirmiştir. Çoğu tasarımcıya göre cephe; kendini temsil eden başlı başına bir öğedir, tıpkı toplum içindeki yerini anlatacak şekilde bir evin giydirilmesi gibi. Kimi mimarlara göre ise cepheyi binayı sarmalayan bir kabuk olarak görmek yerine, ancak iç ve dış mekanların ara bağlantısı, sabit ve değişken açılardan görüntüsü, biçim ve işlev ilişkisi gibi temel sorunların yoğunlaştığı bir alan olarak görmek gerekir. Cephenin arkasında onu oluşturan mekanların ihtiyaçlarının gücüyle orantılı olarak, bir evin veya herhangi bir binanın cephesi inmeli, yükselmeli, girmeli, çıkmalı, dekompoze olmalıdır. Şekil 3.1.' de, strüktürün, işlevinin yanısıra cephe tasarımında da rol oynamasını vurgulayan mimarlardan Le Corbusier' in tasarladığı Ronchamp Şapeli ve Şekil 3.2.' de çeşitli mimari yapılar yer almaktadır.



Şekil 3.1. Le Corbusier' in tasarladığı Ronchamp Şapeli

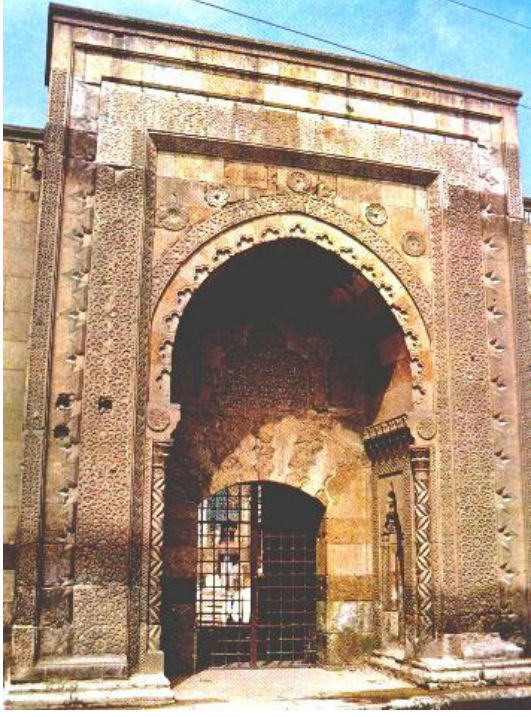


Şekil 3.2. New York Hearst Magazine , Guggenheim Müzesi ve Minnesota Sanat Müzesi

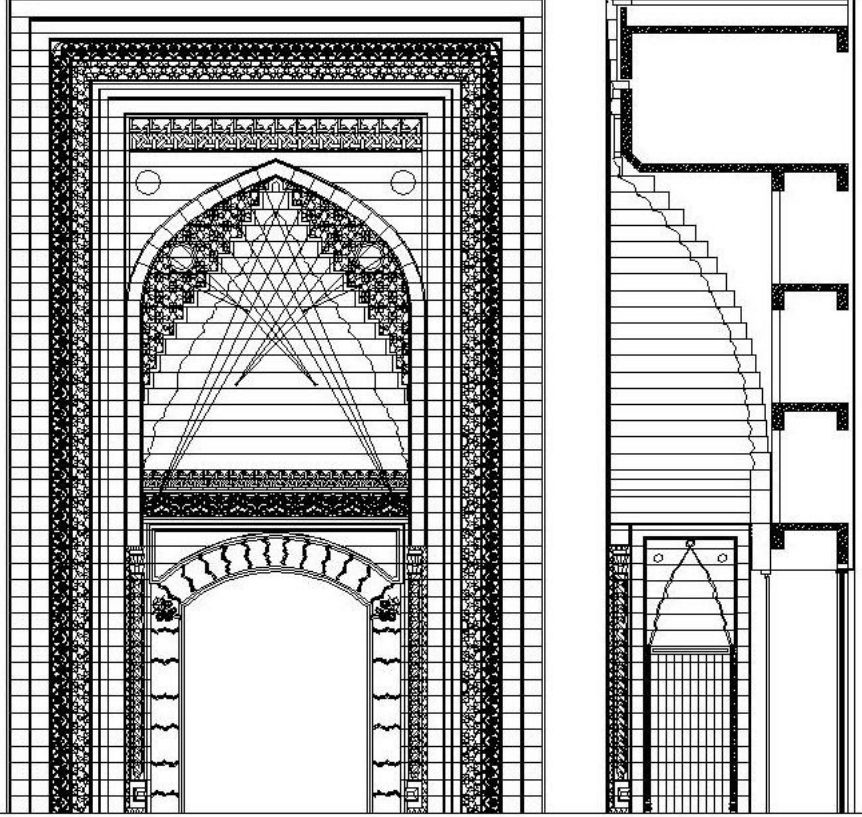
Osmanlı sanatının ise dünya sanat tarihi içindeki tartışılmaz ayrıcalığı, onun standart ve uyumlu bir üslup geliştirmiş olmasından ileri gelir.

Horasan'dan Filibe'ye kadar uzanan kuşakta etkili olan Osmanlı Mimari Sanatı zaman içinde büyük değişimler geçirmiş ve kendini bu değişimlerden, hakim olduğu topraklar üzerinde gelmiş geçmiş tüm kültürlerin sentezini yaparak yaratmıştır.

Osmanlı mimarisi basit, kullanışlı, ince, zarif, vakur ve heybetlidir. Muhteşem saray tipi XIX.asırda Batı'dan gelerek girmiştir. Bununla beraber Allah adına yapılan camiler tamamen abidevidir. Camiler çevreleri bir sürü sosyal müessese ile örülür ve bir "külliye" teşkil ederler. Özellikle mukarnas adı verilen süsleme sanatı, Osmanlı mimarisinde cephe bezemesi olarak önemli bir yere sahiptir. Şekil 3.3.' de Konya Sırçalı Medrese' nin mukarnas motifli taç kapısı ve Şekil 3.4.' de günümüzde bir yapıda kullanılmak üzere yapılan taç kapı örneği yer almaktadır.



Şekil 3.3. Konya Sırçalı Medrese' nin mukarnas motifli taç kapısı



Şekil 3.4. Günümüzde bir yapıda kullanılmak üzere yapılan taç kapı örneği



Şekil 3.5. Osmanlı mimarisi örnekleri

Bütün bu söylenenler doğrultusunda şöyle bir cephe tanımı yapılabilir; Bir yapıyla ilgili ilk tasarımlar, doğal olarak iç mekanı içerir. Kullanımdan ve kullanıcıdan doğan ihtiyaçlar kabaca gerekli alanı, çevreyle olan ilişkiyi, yüksekliği ve yapının bölümlerini belirler. Ortaya çıkarılacak etkilerin göz önünde tutulmasıyla için dışı yada dışın içe hakim olması yolundaki tercih sonucu, yapının ana hatları ortaya çıkar. Bu iki mekan arasındaki sınırı oluşturan ve yapının kılıfı olan dış forma cephe denilmektedir.

Dış cephe kaplaması ürün seçimi ve kullanımı konularında karar verirken zaman ve maliyet açısından olumlu katkılar sağlanabilmesinin yanında, teknik yönden de doğru ürün seçimi ile sorunsuz, uzun ömürlü ve kaliteli yapılar üretilmesine yardımcı olunacaktır. Karar vericilerin bu ürün bilgi tablolarına ulaşmaları ile piyasada bulunan dış duvar kaplamalarının teknik özellikleri ve maliyetleri açısından bilgilendirilmeleri ve bilinçli seçim yapmalarına yardımcı olunması ile oluşacak geri beslemeler ve istekler doğrultusunda, ürün üreticilerinin performansı yükselecek, daha ekonomik ürün üretimine yönelmeleri teşvik edilmiş olacaktır.

3.2. Duvar – Dış Duvar

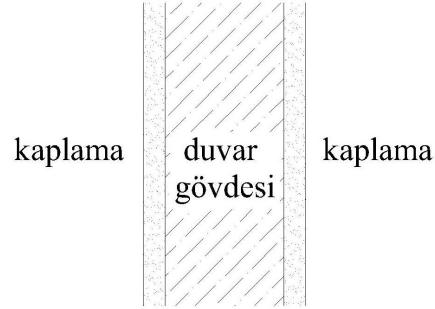
Yapı içini her türlü çevresel etmenin zararlı etkilerine karşı koruyan duvarlar yapı için önemli öğelerden biridir. Duvarların dayanımlı olması., üzerilerine gelen her türlü etkiye karşı korunması ile gerçekleşir. Bu koruma duvar ile uyumlu nitelikte seçilmiş bir kaplama ile sağlanır.

Duvarlar, yapıyı kapatarak tüm çevresel etmenlere karşı koruyan, ortamları ya da mekanları birbirinden görsel, eylemsel ve işlevsel yönlerden ayıran, aynı zamanda taşıyıcı olma işlevini de yüklenen düşey ya da düşeye yakın yapı öğeleridir [3].

Duvarlar yapıdaki yerlerine göre iç duvar ve dış duvar diye adlandırılır. Dış duvarlar, yapı kabuğunun yüzey oranı olarak en fazla alanı kaplayan ve yapının kabuğunu oluşturan düşey ayırıcılardır. İç ortamla dış ortamı ayırma ve bu ortamlar arasında her türlü etkenin farklılaşması nedeniyle dış duvarların yüklendikleri işlevler, iç duvarlara göre daha fazladır.

Duvarların analitik olarak incelenebilmesi için duvar üç bölümde ele alınmalıdır ve bölümler,

- Dış kaplama
- Çekirdek
- İç kaplamadır. Şekil 3.6.'da bir duvarın katmanları görülmektedir.



Şekil 3.6. Bir duvarın katmanları

Bu bölümlerden dış kaplama, dış duvarın dış yüzünde bulunan ve yapının atmosferle doğrudan temas eden yüzeylerini oluşturur. Bu nedenle atmosferden gelen zararlı etkilerden duvar çekirdeğini korumak dış cephe kaplamalarının görevidir. Dolayısıyla,

- Atmosferin kimyasal özelliklerine dayanıklı olması,
- Güneş ışınlarını zararlı etkilerinde bozulmaması,
- Sıcaklık farklarının yol açtığı genleşme ve daralmadan zarar görmemesi,

- Don etkisine dayanıklı olması,
- Yağış sularından bozulmaması ve suyu içine almaması,
- İçten gelen buharın dışarıya çıkmasına engel olmaması

gibi temel özelliklere sahip malzemeler olması gerekir. Ayrıca yapını götünen yüzünü oluşturduğu için estetik olarak da binayı takdim edici olması gerekir.

3.3. Dış Cephe Kaplamaları

Duvar kaplamaları, ayırdığı ortamın iç ya da dış ortam olmasına göre değişik isimler alır. Duvar iç ve dış ortamı birbirinden ayırıyor ise dış kaplama ve iç kaplama olarak, iki dış ortamı ayırıyor ise de her iki kaplama dış kaplama olarak adlandırılır [3].

Dış duvar kaplamaları düşey katı bileşenlerden, doluluk oluşturan öğeler olan duvarların yüzeyinde bulunan ve yapının dış atmosferle doğrudan temas eden yüzeylerini oluşturan bitirme ürünleridir.

3.4. Dış Cephe Kaplamasının Sınıflandırılması

Yapıların bazen düşey taşıyıcılığını üstlenen ve düşey bölmelerini oluşturan duvarlar yüklendikleri işlevlerin çeşitliliği nedeniyle karmaşık bir yapıya sahiptir. Bu nedenle, duvar yüzeyine uygulanacak kaplama ürünü hem kendinden beklenen hem de duvarın yerine getiremediği işlevleri karşılamak amacıyla değişik şekillerde sınıflandırılabilir.

Çok çeşitli olan dış duvar kaplamalarının bir sistem içinde incelenebilmesi için sınıflandırma zorunlu olmaktadır. Dış duvar kaplama ürünleri duvarla kaplama ilişkisine, gereçlerine, biçimlerine, katman sayılarına, üretim şekline ve uygulama biçimlerine göre sınıflandırılabilir.

Dış cephe kaplamalarını; duvar-kaplama ilişkisine, kaplama ürününün biçimine, katman sayılarına, üretim ve uygulama şekillerine göre gibi çeşitli şekilde

sınıflandırabiliriz. Bu çalışmada kaplamalar malzeme özelliklerine göre sınıflanacaktır ve bu sınıflama;

- Dış sıvalar,
- Boyalar,
- Cam kaplamalar,
- Doğal ve yapay taş kaplamalar,
- Metal kaplamalar,
- Ahşap kaplamalar,
- Plastik ve plastik esaslı kaplamalar şeklinde olmaktadır.

3.4.1. Dış sıvalar

Sıvalar, bağlayıcı madde, ince agrega ve sudan oluşur. Henüz plastik kıvamdayken duvar çekirdeği üzerine mala veya basınçlı sıva makinesi ile uygulanan ve birkaç katmandan oluşan bir dış kaplama sistemidir [3].

Bağlayıcı olarak, mineral bazlı (çimento, kireç vb.) veya polimer bazlı (akrilik, PVA vb.) malzemeler kullanılır. Agrega olarak mineral bazlı sıvalarda kum ve mermer unu, polimer bazlı sıvalardaysa ek olarak kaolen, talk gibi dolgu malzemeleri kullanılabilir, ayrıca renk verici pigmentler de kullanılabilir. Şekil 3.7.'de sıva uygulaması görünmektedir.



Şekil 3.7. Sıva uygulaması

Sıvaların özelliklerini incelersek;

- **Sıvanın dayanıklılığı:** Sıva yapılan yüzeye ve tabakalar arasında iyi bir tutunma, sıva yüzeyi ve tabakalar arasında boşluk kalmaması, tabakaların homojenliği, yeterli sertlik, özellikle aşınmaya karşı dayanıklılık göstermesi lekесiz bir görünüm ve dış etkilere dayanıklılık beklenir.

- **Hava şartlarına karşı dayanıklılık:** Dış sıva, belli aralıklarla gelen yağmur, güneş etkilerine, don etkisine dayanıklı olmalıdır. Rengi güneş ışınlarından bozulmamalıdır. Hareket etme olanağı sağlayan bir ısı genleşme değeri olmalıdır.

- **Nem alışverişi:** Duvarın belli bir nem miktarını gözeneklerde su hareketi ve buhar geçirgenliği sayesinde buharlaşmak üzere yüzeye iletebilmelidir. Nefes alması sağlanmalıdır. Nem hareketi ısı akışı yönündedir.

- **Isı iletkenlik:** Sıvaların ısı iletim değeri, sıva harcının cinsine göre dış sıvalarda 0.70 ile 1.30 kcal/mh °C arasında değişir.

- **Ses yalıtımı:** Çimento ve kireçli çimento sıvalar diğer sıvalara oranla daha iyi ses yalıtımı sağlar.

- **Yangın etkisi:** Sıvanın bütün yapı elemanları için DIN 4102' ye göre yangından koruyucu etkisi vardır. Örneğin ahşap talaşı levhalar sıva ile örtüldüklerinde yangına karşı korunmuş olurlar.

Dış sıvalar, kaba sıva, astar (altlık) ve ince sıva olmak üzere üç temel katmandan oluşmaktadır.

Kaba sıva, üzerindeki astar ve ince sıvayı duvarın çekirdeğine bağlayan katmandır. Duvar yüzeyinin ve örgüdeki yüzeysel bozuklukların düzeltilmesine yarayan bu katman, gazbeton ve briket gibi düzgün yüzeylerde kullanılmayabilir. Böyle durumlarda, plastik yapıştırıcıyla güçlendirilmiş astar kat yardımıyla ince sıva yapılır.

Kaba sıvanın bağlayıcı dozajı ve buna bağlı olarak rijitliği duvar çekirdeğinden düşük, üzerine gelecek katmanlardan yüksek olmalıdır. Bu yüzden çekirdeğin rijit, ince sıvanın mozaik veya taş sıva (Ankara sıvası) olması durumunda kaba sıva dozajı $350-450 \text{ kg/m}^3$ gibi yüksek bir değerdir, çekirdek rijitliğinin yetersiz olması durumunda rijit sıvalar (Ankara sıvası vb.) uyum sağlayamayıp çatlayacaktır. Bu durumu önlemek için kaba sıva harcına % 0,002-0,003 kadar sönmüş kireç katılarak yumuşatılır ve ince sıva rijit olmayan bir türde seçilir. Astarlı uygulamalarda ise astarın bağlayıcı dozajının kaba ve ince sıvanın dozajları arasında olması yararlıdır.

İnce sıva, dış sıvanın dış yüzeyinde ve bütün dış etkilere açık katmandır. Elenmiş kum ve sıva cinsine göre hazırlanmış karışımlardan oluşur ve astarın üzerine 0.5-1 cm kalınlıkta uygulanır. Eğer ince sıvanın üstüne hazır sıva yapılacaksa, hazır sıvaya altlık oluşturması için düzgün yapılır. İnce sıvalar içerdikleri karışıma ve yüzey özelliklerine göre şu şekilde isimlendirilir:

- **Püskürtme sıvalar** : Özel püskürtme makinesiyle takviyeli kaba sıva üzerine uygulanan oldukça sert takviyeli sıvadır (Bağlayıcı maddesi kireç olan sıvalara, çimento katılmasıyla elde edilen sıvalar).

- **Çarpma sıvalar** : Genellikle yapıların subasman kısımlarına uygulanır, çarpma sıva kireçsiz ve 550-660 dozajlıdır.

- **Asıl sıva (edelputz)** : Altlığı kireçli ve dozajı 125-200 kg çimento dozajlıdır. İçinde kumun yanı sıra 5-10 mm dane büyüklüğünde çakıl bulunur.

- **Terranova sıva** : Asıl sıva agregasından daha ince agrega ile hazırlanır. Harcında kum ve mermer pirinci bulunur.

- **Mermer sıva** : Takviyeli kaba sıva üzerine uygulanan rijit bir sıvadır. Agregası olarak mermer unu ve pirinci kullanılır.

- **Silme sıva** : Kaba sıva üzerine 1.5 cm kalınlığında uygulanan bu sıvaya, renkli taş pirinci ve renkli cam parçacıkları yerleştirilebilir.

- **Yapay taş sıva** : Terazzo harcıyla hazırlanan bu sıva, çimentonun prizlenmesi ve çatlamaların önlenmesi için bir hafta sulanır. Daha sonra dişli çekiç ve murç yardımıyla mozaik deseni ortaya çıkarılır. Tarak sıva ve Ankara sıvası diye de adlandırılır.

- **Hazır sıvalar** : Düzgün kaba sıva veya düzeltilmiş ince sıva üzerine 2-4 mm uygulanır. Bağlayıcı maddeleri ve dokusuna göre çeşitleri vardır. Hazır sıvalar suyu geçirmediği halde buhar akımını geçirirler. Hazır sıvalar; bağlayıcı madde, boyar madde, dolgu ve donatı maddeleri, incelticiler ve çözücüler ve yardımcı maddeler olmak üzere başlıca beş ana bölümden oluşmaktadır:

- Bağlayıcı maddeler; daneleri birbirine bağlayan, duvara sıkı tutunarak dökülmesini önleyen bir tabaka oluşturan ana maddelerdir.

- Boyar madde; istenilen renge göre içinde metal oksitleri ve benzeri metal bileşikleri bünyesinde bulunduran renk verici maddedir.

- Boyar madde (pigment); renk verici maddedir. İstenilen renkleri vermeye yarayan metal oksitleri ve benzeri karmaşık metal bileşiklerdir.

- Dolgu ve donatı maddeleri; çok ince öğütülmüş kaolen, talk, Ti_2O_3 gibi doğal maddelerdir. Bunlardan aynı zamanda ucuz boyar madde olarak da yararlanılır. Kaplamanın örtücülüğüne katkıda bulunurlar. Dolgu maddelerinin yüklendiği fonksiyonlardan biri de yüzeye sürülen maddeye bir cisim özelliği kazandırmaktır. Kaplamanın su emmesi, su ve buhar geçirimsizliği, sertlik, genleşme gibi özellikleri büyük ölçüde dolgu maddelerine bağlıdır.

- İncelticiler ve çözücüler; bağlayıcı maddeyi çözen, incelten maddeleri içinde taşıyan sıvıdır. Bağlayıcının cinsine ve yapısına göre türleri vardır. Örneğin tiner, petrol, benzen, su vb.

- Yardımcı maddeler; sıvanın niteliğini yükseltmeye yarayan ek malzemelerdir. Kabuklanmanın, çökmenin, küfün ve mantarın önlenmesi ve kuruma süresinin ayarlanması gibi özel isteklerin karşılanmasına yönelik sıvaya katılan maddelerdir.

Sıvalar, hava şartlarına karşı direnç gösteren bir yapıya sahip olsalar da, zamanla yüzeylerinde bir takım bozulmalar görünür ve bakım gerektirir. Yangına dirençleri, ahşap ve plastik kaplamalara oranla yüksektir. Gözeneklerine suyu alabilen yapıları vardır, estetik olarak iyi bir görünüm vermezler.

3.4.2. Boyalar

Uygulandığı yüzeylere güzel bir görünüm verirken, dış atmosferik ve kimyasal etkilere karşı da yüzeyleri koruyan dekoratif, sert ve ince koruyucu kaplamalara boya denir [4].

Boyayı oluşturan ana maddeler pigment, bağlayıcı ve tabaka (film) yapıcılar, eritici ya da incelticilerdir.

- **Pigment:** Saydam olmayan, boyaya renk verici ve örtücü kısımdır. Boyanın dış atmosferik ve mekanik etkilerine dayanımı pigment miktarı ve türü ile ilişkilidir. Pigmentler; doğal inorganik ve organik pigmentler, madensel pigmentler ve suni organik pigmentler olarak üçe ayrılmaktadır.

- **Bağlayıcı ve tabaka (film) yapıcı:** Pigmentleri bağlayarak ince bir tabaka halinde yüzeye yayılmasını sağlayan sıvı kısımdır. Sürüleceği yüzeyin cinsine ve kendinden beklenen amaca göre değişir. Bağlayıcılar; sulu bağlayıcılar, doğal ve plastik reçineli bağlayıcılar ve yağlı bağlayıcılar olmak üzere üç bölüme ayrılır.

- **Eritici ve incelticiler:** Terebentin, solvent, petrol gibi renksiz ve uçucu yağlardır.

Boyayı oluşturan yardımcı malzemeler hızlandırıcılar, plastikleştiriciler ve kimyasal maddelerdir. Boyalar çeşitli şekillerde sınıflandırılabilirler.

- **Bağlayıcılarına göre boyalar:** Yağlı boyalar, selülozik boyalar, sentetik boyalar, emülsiyon boyalar.

- **Kurumalarına göre boyalar:** Havada kuruyan boyalar, solvent buharlaşması ile kuruyan boyalar, kimyasal reaksiyonla kuruyan ve ısı etkisi ile kuruyan boyalar.

- **Parlaklıklarına göre boyalar:** Parlak boyalar, yarı parlak boyalar ve mat boyalar.

Boyaların özelliklerini incelersek;

Dış duvar boyaları dış ve atmosfer etkilerine uzun süre dayanıklı olmalıdır. Sürtünmeye dayanıklı olmalıdır. Yüzeylerde homojen bir renk, örtme ve tutunma yeteneğine sahip olmalıdır. Fırça izi bırakmadan ve akıntı yapmadan kolaylıkla uygulanabilmelidir. Hızlı kurumalıdır. Kullanımdan önceki bekleme süresinde katılaşma ve çökme olmamalıdır.

Akrilik, silikonlu, sentetik esaslı ve elastomerik boyalar dış duvar kaplaması olarak kullanılan boyalardır.

- **Akrilik esaslı dış duvar boyaları:** Akrilik kopolimer bağlayıcı içeren ve genellikle yüzey sorunu olmayan tüm dış duvarlarda kullanılabilen boyalardır. Düz görüntüde olup genelde düzgün sıvalı yüzeylerde uygulanabilir. Grenli boyalar ise genelde sıva ve yüzey hatalarının olduğu durumlarda uygulanır. Değişik renklerde bulunurlar. Suya, neme ve ateşe karşı dayanıklıdır. Sıva, beton ve tuğla duvar yüzeyine fırça, rulo ve tabancalarla iki kat olarak yapılır [5].

- **Silikonlu dış duvar boyaları:** Silikon esaslı boyalardır. Akrilik boyaların yapıldığı tüm yüzeylerde ve çok yoğun yağış alan bölgelerde tercih edilmektedir. Silikon esaslı boyaların , yapılarında bulunan silikon sayesinde su itme dirençleri yüksektir. Bu boyaların altına ilk astar olarak silikon esaslı astarlar yapılmadığında, ürünün su itme performansı düşer. Uygulama yapılacak yüzeylerde yüzey sıcaklığının +5 °C' nin üzerinde ve yüzeyler kuru olmalıdır.

- **Sentetik esaslı dış duvar boyaarı:** Özel termoplastik reçine içeren dış duvar boyaarıdır. Akriik boyaarın yapıldığı tüm yüzeylede bu boyaar uygulanabilir, yapısında bulunan özel termoplastik reçinesi sayesinde suya ve zor atmosferik şartlara karşı uzun ömürlüdür. Yüksek ve düşük sıcaklıklarda uygulanabilir, suya ve hava kirliliğine neden olan zararlı kimyasal gazları yapısında bulundurmaz.

- **Elastomerik dış duvar boyaarı:** Akriik esaslı, esneklik kat sayısı yüksek dış duvar boyaarıdır. Özellikle gaz beton ve tuğla ile örölmüş yüzeylede ve çatlama sorunu olan yüzeylede kullanılır. Bu boyaarda çatlama, dökölme oluşmaz. Ancak su girişı olan noktalarda boyada kabarma ve soyulma görölabilir.

Boyaar; genel olarak suya dayanıklı olarak üretilseler de, kabarma soyulma görölmeekteedir. Hava şartlarına bağılı olarak bakım gerektirirler. Binaya yük sağılamazlar, ısı ve sesi iletirler, estetik olarak güzel bir görönüm verirler.

3.4.3. Cam Kaplamalar

Cam; inorganik esaslı, amorf iç yapılı, sabit erime noktası olmayan, çok yüksek sıcaklıklarda akıcılık kazanan, soğuyunca katılaşıp durgunlaşan, sıvı maddelerin özelliklerini gösteren, ayrıca normal sıcaklıklarda kristalleşme göstermeden hızla katılaşıp katı maddelerin mekanik özelliklerini de taşıyabilen bir silikat sistemidir [6].

Camların sınıflanması üretim yöntemine göre üfleme, dökme, çekme, kalıplama ve püskürtme yöntemiyle üretilen ve bileşimine giren ana maddelere göre de normal, kristal ve özel amaçlı camlar olarak yapılabilir. Camın ana maddesi kuvars kumu, kireç, soda ve metal oksitlerdir[7]. Camlar temel özelliklerine göre sodakalsik camı, borosilikat cam, alüminosilikat cam ve silis camı olarak sınıflandırılabilir. Şekil 3.8.'de cam ile kaplanmış cephe örnekleri yer almaktadır.



Şekil 3.8. Cam ile kaplanmış cephe örnekleri

Modern bir kaplama ürünü olarak camdan beklenen ışık, görüntü, güneş radyasyonu ısı, dış sıcaklık, rüzgar, fiziksel ve kimyasal yıpranma, gürültü vs. gibi etmenlere karşı bir kontrol ve koruma oluşturması ve diğer yapısal gereksinmelere karşılık verebilmesidir.

Camın fiziksel özellikleri incelenecek olursa;

- **Birim hacim ağırlık, özgül ağırlık(yoğunluk):** Camın hacim ağırlığı ana bileşenlerinin oranına ve cinsine göre değişir. Adi camlarda hacim ağırlık 2.5 gr/cm^3 , kristal camlarda 3 gr/cm^3 , flint camında 2.6 gr/cm^3 'tür. Camlar boşluksuz yapıda olduklarından birim hacim ve özgül ağırlıkları birbirine eşittir [6].

- **Su ve nem ile ilgili özellikler:** Cam boşluksuz bir gereç olduğundan su emiciliği yoktur. Camların buhar geçirgenlik değerleri de çok düşüktür.

- **Isı ile ilgili özellikler:** İyi bir ısı iletkenidir. Cam metallerin çoğundan daha düşük ısı iletkenliğe sahiptir. Ancak güneş enerjisinin büyük bir çoğunluğunu radyasyon olarak iletir. Bu nedenle, kışın cam yüzeylerden ısı kaybı, yazında ısı depolama daha fazla olur. Camın ısıl genişleme katsayısı $9 \times 10^{-6} \text{ cm/cm } ^\circ\text{C}$ ' dir. Camın ısıl genişleme özelliği boyalı ve reflektif camlar için önemlidir. Camın günlük ısı biriktirme kapasitesi (S_{24}) $10 \text{ W/m}^2 \text{ } ^\circ\text{K}$ ' dir. Camda kışın ısı kaybı, yazın ısı depolama görülür. Camın yumuşama sıcaklığı $500-600 \text{ } ^\circ\text{C}$ arasında bulunmaktadır. Erime sıcaklığı ise belirli bir değer değildir. Ortalama olarak $800-1500 \text{ } ^\circ\text{C}$ arasındadır.

- **Ses ile ilgili özellikler:** Tek tabaka cam 29-34 dB ses azaltıcı etkiye sahiptir. 12 mm. kalınlığındaki tek bir cam tabakası, düşük frekanslardaki trafik gürültüsü için etkilidir. Camın ses tutuculuk değeri 30 dB(6 mm.'lik tek cam), ses emme katsayısı (α) 0.02 m/sn' dir.

- **Işık ile ilgili özellikler:** Işığın saydamlık oranı % 80-95' dir. Hiçbir cam tamamen saydam değildir. 6 mm.'lik normal cam için saydamlık oranı % 66' dır. Cam hem kızılötesi hem de ultraviyole ışınları emer.

- **Elektrik ile ilgili özellikler:** Camın elektrik iletkenliği oldukça düşüktür. 10^{-10} ohm' dur.

Camın mekanik özellikleri incelenecek olursa;

- **Basınç ve çekme dayanımı:** Cam genellikle gerilme ve eğilme ile kırılır. Basınç dayanımı yüksek, çekme dayanımı düşüktür. Çekme dayanımı 30-90 N/mm², basınç dayanımı 400-1200 N/mm²'dir.

- **Elastisite modülü:** Camın elastisite modülü, 73.000 N/mm²'dir.

Camın kimyasal özellikleri incelenecek olursa;

- **Su ve nemin etkisi:** İçine kireç katılmamış camlar su karşısında dayanıklı değildir. Camın su karşısında dayanıklı olması için, bileşimine kireç katılması zorunludur [3].

- **Kimyasal maddeler ve hava kirliliği etkisi:** Camlar fosforik asit ve kuvvetli alkalilerden etkilenirler. Camın katmanları arasındaki havalandırılmayan boşluklarda oluşan yoğuşma da cama zarar verebilir.

- **Güneş radyasyonu etkisi:** Adi camlar kızılötesi radyasyonlara karşı 2 μ kadar saydamdır. Ultraviyole ışınlarına karşı saydamlık genellikle SiO₂ oranıyla artar, kurşunlu camlar bu radyasyonlara karşı çok az saydamdırlar.

- **Yangın etkisi:** Cam yangın etkisinde kırılır ve daha sonra erir. Cam iyi bir ısı iletkeni olmasından dolayı camdan geçen ışınlar ile başka bir ürün tutuşabilir. Bazı camlar yangın direnci gösterebilirler ama yalıtımı sağlayamazlar.

Camın teknolojik özellikleri incelenecek olursa;

- Cam çok sert ve gevrek bir gereçtir. Mohs birimine göre camın sertliği 5-6 arasındadır. Bu düzeydeki sertlik cama iyi bir aşınma direnci kazandırır. Yüzey sertliği işlenebilirlik özellikleri için olduğu kadar saydamlık ve aydınlatma bakımlarından da önemlidir [6].

Yaygın olarak kullanılan cam türleri opak camlar, cam mozaikler ile giydirme cephelerde dış yüzeylerinin kaplanmasında geleneksel olarak alüminyum ya da çelik çerçevelerin içinde kullanılan levha camlardan düz cephe camı, güneş kontrol camları, güvenlik camları, temperlenmiş camlar ve ısıcamdır [8].

- **Opak camlar:** Opak camlar 5x10 cm boyutunda, arka yüzü yivli, ön yüzü parlak cam yüzey olarak üretilir. Taze ince sıva yüzeyi üzerine çimento hamuruyla yapıştırılır ve hazır elastik bir dolgu ürünüyle doldurulur [6].

- **Cam mozaikler:** Cam mozaikler 10x10, 13x13, 20x20, 20x40, 30x60 mm boyutlarında kare, dikdörtgen yada altıgen biçiminde üretilen opak camlardır. Buhar geçirgenlikleri düşük olduklarından gece-gündüz, yaz-kış sıcaklık farklarının fazla olduğu bölgelerde ve fazla buhar oluşan hacimlerin dış duvarlarında kullanılmamaktadır [6].

- **Düz cephe camı:** Gevrekliği ve yüzeyindeki mikro çatlaklardan dolayı düz cephe camları eğilme gerilmeleri karşısında kolayca kırılırlar. Bu camların dayanımı temperleme adı verilen ısı bir öngerilme işlemi ile artırılmaktadır [8].

- **Güneş kontrol camları:** Genellikle yüksek yapıların cephelerinde güneş ışınlarının etkisinden korunmak için kullanılan camlardır. Bu camların yüzeyi renklendirilmiş, hamuru renklendirilmiş ve yansıtıcı metal tabaka ile kaplanmış türleri bulunmaktadır.

Güneş kontrol camları, güneş kontrolünün yanısıra geçirdikleri ışıkta bir renk değişimi sağlamaktadır. Bu görsel konfor açısından istenen bir durum değildir.

- **Güvenlik camları:** Darbe, eğirme ve sıcaklık gerilmelerine karşı dayanıklıdır. Kırıldıkları zaman küçük kırıntılara ayrılırlar.

- **Temperlenmiş camlar:** Cam ısı ve darbeye dayanıklı hale getirilmek istendiğinde temperleme sistemlerinden geçirilir. Temperleme işlemi cam panoların özel fırınlarda erime noktasına yakın derecelerde ısıtıldıktan sonra, hızla soğutulması esasına dayanır. Sıcaklığın azalması ile yüzey büzülerek sertleşir. Dış zorlamalar ve ısı gerilmelerine karşı dayanıklı olan kısmi temperlenmiş camların dayanımı, temperlenmiş camların dayanımının yarısı kadardır.

- **Özel nitelik kazandırılmış ısıcam:** Isıcam, bir plağın alüminyum ara boşluk çıtası, plastik ve elastik dolgu maddeleri yardımıyla, bir diğerine çevresel olarak bağlanması şeklinde üretilir. Ses yalıtımı da sağlayabilen ısı camın kalınlıkları ve ara boşlukları, cam alanına ve rüzgar yüküne bağlı olarak değişir. Şekil 3.9.'da camın cephede uygulanması detayı verilmektedir.



Şekil 3.9. Cephede cam uygulanması

Cam kaplamalar suya dayanıklıdır. Bakım gereksinimleri yoktur fakat hava şartlarından doğan kirlenmelere karşı sık temizlenmek zorundadırlar. İyi bir ısı iletkenidir. Ses yalıtkanlığı çok yüksek olmasa da günlük dış sesleri absorbe ederler. Estetik olarak güzel bir görünüm verirler. Konutlarda yaygın olarak kaplanmazlar, daha çok iş merkezlerinde kullanılırlar.

3.4.4. Doğal ve yapay taş kaplamalar

Taş kaplamalar, işlenebilmesi, bol miktarda bulunması, renk seçeneğinin olması, cilalı ya da mat, sert ya da yumuşak, aşınmaya dayanıklı olması gibi özelliklerinden dolayı dış duvarda tercih edilmektedir.

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. Dış duvar kaplaması olarak kullanılan taşlar, doğal ve yapay taşlar olarak ikiye ayrılabilir.

3.4.4.1. Doğal taş kaplamalar

Doğal taş, akıcı kıvamdaki magma tabakasının zamanla soğuması ve sertleşmesi sonucunda oluşan doğal, kristal iç yapılı ve inorganik kökenli bir yapı gerecidir[9].

Doğal taşları meydana getiren bileşikler kalsiyum esaslı (karbonat- CaCO_3 , Sülfat- $\text{CaSO}_4, 2\text{H}_2\text{O}$) ve silisyum esaslı (Kuvars- SiO_2 , Feldispat - $\text{Kal Si}_3\text{O}$, Mika, Anfibol, Piroksen vs.) olmak üzere iki grupta toplanır. Doğal taşlarda feldispat taşta sağlamlık verirken, kuvars sertlik, mika ise esneklik kazandırmaktadır [7].

Doğal taşların fiziksel özellikleri incelenecek olursa;

- **Birim hacim ağırlık, özgül ağırlık (yoğunluk):** Taşların yapıda kullanılabilmesi için birim hacim ağırlığı 2.55 gr/cm^3 ten az olmamalıdır. Doğal taşların ortalama özgül ağırlıkları 2.7 gr/cm^3 tür [10].

- **Su ve nem ile ilgili özellikler:** Küçük gözenekli olan taşlarda su hareketi hızlı, büyük gözeneklilerde ise daha yavaştır. Küçük gözenekli ürünlerde nem tutuculuk ve kılcallık fazladır. Doğal taşlarda su emme yüzdesinin $S_a \%1.8'$ den büyük olması istenmeyen bir durumdur [10].

Su geçirimsizlik sonucu taşlarda tuz kristallenmesi görülür. Bu tuzlar taş yüzeyinde çiçeklenmeye neden olabileceği gibi, genişerek taşın iç yapışma da zarar verebilir. Buhar geçirgenlik katsayısı (δ) ortalama olarak 0.005 gr/m.h.mmHg' dir. Donma taşın dayanımını azaltır ve su emen taşlarda parçalanma, çatlama, kırılma ve toz haline gelme gibi durumlar görülmesine neden olur. Taşın su emmesinin az olması ve doyma derecesinin %80' in altında bulunması istenilen özelliklerdir [2].

- **Isı ile ilgili özellikler:** Isı iletkenlik değeri taşın cinsine ve çıkarıldığı yere göre değişir. Doğal taşların ısı geçirgenliği 0.55-3.5 W/m[°]K arasında değerler almaktadır. Isı geçirgenlik taşların gözenekli olup olmamasına bağlıdır. Doğal taşlarda ısıl genişleme katsayısı (α) (7-12)x 10⁻⁶ cm/cm °C arasında değerler alır. Doğal taşlar, yüksek ısı depolama kapasitesine sahiptir, yavaş ısınır yavaş soğurlar. Bazalt yüksek sıcaklıklara karşı dayanıksızdır. Kalsiyum kökenli taşlar ise CO₂ kaybederek gözenekleşir. Granit yüksek sıcaklıkta çatlaklar, kırılabilir ve yapraklanıp dökülür. Taşların özgül ısı yüksek olup 0.20-0.25 Wh/kg[°]K arasındadır. Özgül ısı taşın nem derecesine göre değişir. Nemli ve geçirgen taşlar serin ve soğuk olup ısıtılmaları güçtür. Geçirgen olup su tutmayan taşlar ise çabuk ısınır ve çabuk soğurlar.

- **Ses ile ilgili özellikler:** Taşlar iyi derecede ses yalıtımı özelliğine sahiptir. Boşluksuz, birim ağırlığı ve elastiklik modülü yüksek olan taşlarda ses geçirimsizliği daha azdır. Taşlar sert yapılarından dolayı düşük ses yutuculuk değerine sahiptir.

-**Isık ile ilgili özellikler:** Doğal taşlar ışık geçirmezler, kısmen yansıtır ve kısmen emerler. Koyu renkli olan taşlarda yutuculuk, açık renkli olanlarda yansıtıcılık görülür.

- **Elektrik ile ilgili özellikler:** Doğal taşlar kristalli bir iç yapıya sahiptir. Atomların birbirine iyon bağlarıyla bağlı olması ve serbest elektronlarının olmaması dolayısıyla elektriği iletmezler.

Doğal taşların mekanik özellikleri incelenecek olursa;

- **Basınç ve çekme dayanımı:** Doğal taşlarda çekme dayanımı, basınç dayanımından daha az değerdedir. Ağır taşlar hafif taşlara oranla basınca daha dayanıklıdır. Basınç dayanımı püskürük taşlarda 120-140 N/mm²' den, tortul ve başkalaşmış taşlarda 35-50 N/mm²' den küçük, çekme dayanımı püskürük taşlarda 7.5-8 N/mm²' den, tortul ve başkalaşmış taşlarda 3-5 N/mm²' den küçük olmamalıdır [10].

- **Kayma dayanımı (gerilmesi):** Doğal taşlarda emniyetli kayma gerilmesi (σ_{em}) 0.1 N/mm²' dir [7].

- **Elastisite modülü:** Doğal taşlarda elastisite modülü ortalama 10.000 N/mm²' dir[2].

Doğal taşların kimyasal özellikleri incelenecek olursa;

- **Kimyasal maddeler ve hava kirliliği etkisi:** Özellikle baca gazları taşları etkiler. Asitli hava kirleticileri, taşların yüzeylerinde pürüzlerime ve kabarmalara, ek yerlerinde ayrılmalara neden olur.

- **Güneş radyasyonu etkisi:** Güneş ışınları, doğal taşların özelliklerinin değişmesine neden olur. UV ışınlan taşlarda ayrışabilir pigmentlerin renk değiştirmesine neden olur.

- **Yangın etkisi:** Taşın yapısında bulunan CaCO₃, CaSO₄, Ca(OH)₂ yangın anında kimyasal değişmeye uğrayarak, gerecin yapısının bozulmasına yol açar. Ayrıca yangın etkisiyle taşın fiziksel olarak değişiminden başka taşın kimyasal etkiler sonucu molekül yapısı değişerek, başkalaşıma da uğrayabilir. Yangın sırasında mermer ve kireçtaşı kirece dönüşür.

- **Organizmaların etkisi:** Taşın bünyesi nemli olduğundan yüzeyinde bitkilerin, bakteri ve yosunların gelişimine uygundur. Sülfat yiyen, depolayan ve özel enzimler salgılayan bakteri türleri taşlar için önemlidir. Bitkiler tarafından salgılanan çözücü etkiye sahip asitler kireçtaşı ve mermer gibi doğal taşların derz bağlantılarını açıp, harçları yerinden çıkararak taşın zarar görmesine neden olmaktadır.

Doğal taşların teknolojik özellikleri incelenecek olursa;

- **Sertlik:** Taşlarda sertlik bir taşın diğerini çizmesi ile belirlenir. Tırnakla çizilebilen taşların sertliği 2' den biraz yüksek, çınko ile çizilenlerin 3, adi cam tarafından çizilenlerin 4.5-5, çelik (çakı ya da bıçak) ile çizilenlerin sertliği 5-6' dır. Doğal taşların sertliği işlenebilmeyi olumsuz etkilemektedir .

- **Aşınma:** Aşınmaya karşı dayanımı yüksek olan taşların basınç dayanımları da yüksektir.

Dış duvar kaplaması olarak kullanılan doğal taşlar genellikle granit, mermer, kireçtaşı, ve travertendir. Basalt, granit, diabas, diorit, kuvarsit gibi doğal taş kaplamaların ağırlıkları fazla olup, buna karşılık dış etkenlere karşı dayanıklılıkları yüksek ve bakımları kolaydır. Profir, kireçtaşı, traverten gibi taşlar hava şartlarına karşı daha az dayanıklıdır. Suya ve kire karşı dayanıksızdır [11].

- **Granit:** Yerkürenin derinliklerinde bulunan magmanın yavaş kristalizasyonu sonucu oluşan granit, magmatik kayaç grubundadır. Yavaş soğumasından dolayı iri kristalli olarak oluşmuştur. Kimyasal yapısında silis bulunmasından dolayı sert taşlar grubundadır [12].

Granit üretiminde ana kaya, tabancalarla delinerek patlatıldıktan sonra kamalarla çatlatılır ve blok haline getirilir. Fabrikaya işlenmek üzere getirilen bu blokların boyutları granitin cinsine, ocaklarda nakliye ve işleme olanaklarına göre ve granitin kullanım alanına göre belirlenir. Daha sonra boyutlanmış bloklar kataraktlarla kesilerek ya da tel testerelelden yararlanılarak plak haline getirilir. şekil 3.10.'da cephede granitin uygulandığı örnekler yer almaktadır.



Şekil 3.10. Cephede granit uygulanması

Doğadaki en sert yapı ürünü olmasından dolayı yapay ürünlere göre daha dayanıklı ve uzun ömürlüdür. Yapısında az miktarda boşluk bulunur. Serttir, işlenmesi zordur. Renkleri ve desenleri yapısındaki minerallere göre değişiklik gösterir. Çoğunlukla grinin çeşitli tonlarında, pembe ve kırmızımsıdır. Diğer doğal taşlara göre ısı iletkenlik katsayıları, basınca karşı dayanım değeri ve eğilmede çekme dayanımı daha yüksektir. Sertliği ile aşınmaya, kimyasal ve fiziksel etkilere karşı dayanıklıdır. İyi cila tutar [2].

- **Mermer:** Mermer, kalkerin ısı ve basınç altında başkalaşıma uğraması sonucu oluşmuş kayalardır. Başkalaşmış taşlar grubunda yer alan mermerin yapısında en çok kalsiyum karbonat daha az oranda magnezyum karbonat, silisyum oksit ve metal oksitler bulunmaktadır. Mermerler saf oldukları zaman yarı saydam ve beyaz renklidir. Damarlı ya da damarsız olabilir. Genellikle beyaz ya da gri renkli olmasının yanında içindeki diğer maddelerin ve metal oksitlerin etkisiyle sarı, pembe, kırmızı, siyah gibi değişik renklerde de olabilir. Şekil 3.11.'de cephede mermerin uygulandığı bir örnek yer almaktadır.



Şekil 3.11. Cephede mermer uygulanması

Ocaktan çeşitli şekillerde çıkarılan mermer bloklar fabrikaya getirilerek, çeşitli teknolojilerle boyutlandırılır. Mermerin boyutlandırılması katarakt ile kesme ve elmas disk ile kesme yöntemleri ile yapılır. En yaygın olarak yapılan kesim, eni 30 cm ve kalınlığı 2-3 cm olan kaplamalık mermerlerin kesimidir. Uygulanacak yapı yüksekliği arttıkça kaplama kalınlığı da artmalıdır [13].

Mermerler orta serlikte olup, granit kadar sert taşlar değildir. Gözeneklilikleri oldukça düşüktür. Ağırlıkça su emme oranı azdır. Kireçtaşı ve travertenlere göre yüksek olan ısı iletkenlik katsayıları granitlerle aynıdır.

Dış duvar kaplaması olarak kullanılan mermer plaklar rüzgar yükünün etkisi altında olduklarından kaplamanın, eğilmede çekme dayanım değerleri önemlidir. Mermerin, basınca karşı dayanım değeri ve eğilmede çekme dayanımı granitlere göre düşüktür ve en az 50 kgf/cm^2 olmalıdır.

Kaplama yapılacak yüzeyin temiz ve tozdan temizlenmiş olması kaplamanın yapılandırılması açısından önemlidir. Mermer kaplama ile duvar arasındaki boşluk, 600 dozlu ince harçla doldurulur. Kaplamalar birbirine kenet demirleriyle bağlanır [5].

- **Kireçtaşı:** %50 ve daha fazla oranlarda kalsit ve dolomit içeren kalsitin dolamitten fazla olduğu, kireç elde edilebilecek kayalar, kireçtaşı olarak adlandırılır. Yerkürede

çok miktarda bulunan kireçtaşı, tortul taşların bir türüdür. Bütün kireçtaşlarının ana bileşeni kalsiyum karbonattır.

Kireç taşları kökenleri ve bileşimlerine göre organik kireçtaşları ve çökelme kireçtaşları olarak ikiye ayrılır. Kireçtaşlarının yapı ve dokusuna göre oolitik ve dolomitik kireçtaşı, traverten, albatr vb. türleri vardır. Dayanıklı ve kolay işlenebilen bir taş olan kireçtaşının yüzeyine düz bir doku verilebileceği gibi, çeşitli yüzey şekilleri de verilebilir.

Kireçtaşının en önemli özelliği çift kristal yapıda olmasıdır. Bu özellik boşluklu olmasını sağlar. Kireçtaşları genellikle açık gri ve siyah, kırmızı, yeşil, renklerde olabilir. Kireçtaşı kaplamalar genellikle 12x24, 16x16, 24x24 gibi boyutlarda üretilir. Dış duvar kaplaması olarak kullanıldığında kaplamanın eğilme dayanımları yüksek olmalıdır.

- **Traverten:** Tortul taş grubuna giren travertenler, yüksek ısı ve kalsiyum bikarbonatlı magma suyunun yeryüzüne çıkışı sırasında karşılaştığı basınç ile oluşur. Travertenlerin ana bileşeni CaCO_3 tür [14].

Genellikle saman renginde olan travertenlerin oluşumu sırasında içinde bulunan bitki sapı, kökü ya da yapraklarının zamanla çürümesiyle yapısında boşluklar oluşur. Bu gözenekler kendi tozuyla da daha sonra doldurulabilir. Yapısında irili ufaklı delikler bulunmaktadır. Ağırlıkça su emme oranı diğer doğal taşlara oranla yüksektir. Basınç ve eğilmede çekme dayanımları mermerlere göre düşüktür. Traverten plaklar parlaticılarla cilalanabilir.

Traverten gibi taşlar hava şartlarına karşı daha az dayanıklıdır. Genleşme değerleri yüksektir. Su ve kire karşı dayanıksızdır. Diğer doğal taşlar gibi değişik renk ve dokulara sahip olan traverten kaplamalar açık gri, bej, sarı, kahverengi, kırmızı, yeşil vb. renklindedir.

3.4.4.2. Yapay taş kaplamalar

Yapay gereçlerin insanlar tarafından atölye, ocak ya da fabrikalarda işleyerek ürettiği kaplamalardır. 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. Dış duvarda kullanılan yapay taş kaplamalar gereçlerine göre beton ve seramik kaplamalar olarak iki başlık altında incelenebilir:

3.4.4.2.1. Beton kaplamalar

Yapay taş kaplamalar grubundan olan beton kaplamalar değişik biçim, boyut, doku ve renkte üretilebilmektedir. Üretimleri yerinde ya da şantiye ve atölyelerde yapılabilmektedir [15].

Beton çimento, agregası (kum + çakıl) karışımının suyla karıştırılarak sertleşmesi ve dayanım kazanmasıyla oluşan bir gereçtir. Betonun ağırlıkça %10-15' ini çimento, %80-85' ini agregası, %5-8' ini su, hacimce %8-12' sini çimento, %75-8' ini agregası, %15-20' sini su oluşturur [7].

Betonun fiziksel özellikleri incelenecek olursa;

- **Birim hacim ağırlık, özgül ağırlık (yoğunluk):** Yoğun agregalı betonun birim hacim ağırlığı 2.2-2.4 gr/cm³, hafif agregalı betonun birim hacim ağırlığı 0.3-2 gr/cm³ dür. Betonun ağırlığının küçük olması gerecin içinde fazla boşluk olduğunu ve düşük dayanımlı olduğunu gösterir. Betonun özgül ağırlığı, 2.6 g/cm³ dür. Hafif betonların hacim ağırlığı daha düşüktür.

- **Su ve nem ile ilgili özellikler:** Betonun su geçirimsizliği boşluk miktarına, boyutlarına, dağılıma şekline ve birbirleriyle bağlantılı olup olmadıkları ile ilgilidir. Betonun içindeki boşluk oranı arttıkça suyun gereç içinden geçişi kolaylaşmakta ve geçirimsizlik artmaktadır.

Betonun ağırlıkça su emme miktarı (Sa) %1-8, su geçirimsizlik katsayısı(k) 10⁻⁷ cm/sn, buhar geçirgenlik katsayısı (δ) 0.003 gr/m.h.mmHg, rötre değeri % 0.2-

0.8'dir. Betonun donmaya karşı dayanıklı olması için yoğurma suyu miktarının az olması ve betonun geçirimsizlik özelliğine sahip olması gerekmektedir. Kapilarite yoluyla betonun az su emmesini sağlamak da donmaya dayanıklılığını artırır.

- **Isı ile ilgili özellikler:** Betonun ısı iletkenliği dozajı ve agregasının cinsiyle ilgilidir. Betonun ısı iletkenlik katsayısı 1.28-1.63 W/m.K' dır. Hafif betonun ısı iletkenliği daha düşüktür. Sıcaklık değişmelerinden beton etkilenir ve genişler. Daha sonra eski haline geri döner. Betonun ısısal genleşme katsayısı, beton hacminin %80' ini oluşturan agrega türüne ve karışım oranlarına göre $6-14 \times 10^{-6}$ cm/cm °C arasında değişir. Ortalama değer 12×10^{-6} cm/cm °C' dir. Betonun ısı biriktirme kapasitesi (S24) $18 \text{ W/m}^2\text{K}$ ' dır. Betonun özgül ısı nem miktarına göre değişmekle birlikte $0.29 \text{ Wh/kg } ^\circ\text{K}$ ' dır.

- **Ses ile ilgili özellikler:** Beton darbe sesini büyük bir oranda iletir. Betonun birim hacim ağırlığı arttıkça ses geçirimsizliği azalır. Betonda sesin yayılma hızı 4.000 m/sn ' dir. Betonda birim hacim ağırlığı arttıkça, ses geçirimsizliğinden farklı olarak ses yansıtıcılığı da artar. Betonun ses yutuculuk değeri (α) 0.02 m/sn (500 Herz)' dir.

- **Işık ile ilgili özellikler:** Yapay bir taş olan beton saydam olmayan bir gereçtir ve ışığı geçirmez. Açık renk beton yüksek yansıtıcılığa, koyu renk ise yutuculuğa sahiptir.

- **Elektrik ile ilgili özellikler:** Tamamen sertleşmiş betonun elektrik iletkenliği $5-10 \times 10^{-7}$ ohm'dur.

Betonun mekanik özellikleri incelenecek olursa;

- **Basınç ve çekme dayanımı:** Betonun basınç dayanımı zamanla ilgilidir. Beton zamanla dayanıklılık kazanır. Betonun basınç dayanımı $16-50 \text{ N/mm}^2$ ' dir. Hafif betonların basınç dayanımları düşüktür. Yüksek basınçlı beton dayanıklıdır, serttir, su geçirmez, dış etkilere dayanır ve aşınmaz.

- **Kayma dayanımı (gerilmesi):** Betonun kayma dayanımı çekme dayanımının yaklaşık 2.5 katıdır. Betonun kayma dayanımı 3 N/mm^2 ' dir.

- **Elastisite modülü:** Yoğun agregalı betonların elastisite modülü 21.000 N/mm², hafif agregalı betonların elastisite modülü 8.000 N/mm² dir.

Betonun kimyasal özellikleri incelenecek olursa;

- **Su ve nem etkisi:** Betona tüm asitli sular zararlıdır, alkali suların ise zararı yoktur. Suların içindeki SO₃ miktarı %0.1' i aştığı zaman betonda şişme ve parçalanma görülür.

- **Kimyasal maddeler ve hava kirliliği etkisi:** Beton donma-çözülme, ıslanma-kuruma olayları, trafik araçlarından çıkan kirleticiler ve deniz dalgalarının yaptığı aşınmalarla fiziksel yönden; asitli, sülfatlı, klorlu sular ve atmosfer gazlarının etkisiyle de kimyasal yönden bozulmalara uğrar. Yağ, laktik asit ve inorganik asitler beton yüzeylerde lekelenmelere neden olabilir.

- **Güneş radyasyonu etkisi:** Güneş ışınları betonun üzerinde genleşme, renk kaybı ve yapısında bozulmalara neden olabilir. Bu nedenle taze beton güneş etkilerinden korunmalıdır. Güneşin ısıtıcı etkisi, betonun yapısındaki yoğunlaşma suyunu uzaklaştırarak betonun dayanımının düşmesine neden olur.

- **Yangın etkisi:** Beton 600-700 °C aşıldığında parçalanmaya başlar.

- **Organizmaların etkisi:** Mikroorganizmalar betonun yapısındaki boşluklara yerleşerek betona zarar verebilir.

Betonun teknolojik özellikleri incelenecek olursa;

- **Sertlik-aşınma:** Betondaki aşınmayı kolaylaştırıcı etmenler betonun harcının çok ıslak olması, yüzeyde aşırı ve erken çalışma, agrega içindeki organik gereçler, soğuk havalarda ısıtıcıların kullanılmasıyla yüzeyin karbonlaşmasıdır. Yapılarda dış duvar kaplaması olarak brüt beton ve yapay taş kaplı betonlar kullanılmaktadır. Genellikle beton kaplamalar, plak biçimindedir.

- **Brüt beton kaplamalar:** Brüt beton kaplamalar, önceden tasarlanmış, üst yüzeyi görülecek şekilde doğal görünümü ile bırakılan ya da çeşitli dokusal etkilerin arandığı, yüksek kaliteli ve kalıp sisteminde özen gösterilen dekoratif yüzeyli betonlardır [7].

Yapay taş kaplamalar grubundan olan beton kaplamalar değişik biçim, boyut, doku ve renkte üretilebilmektedir. Üretimleri yerinde ya da şantiye ve atölyelerde yapılmaktadır [15].

Beton kaplamanın yapısını oluşturan agrega, çimento, su ve isteğe göre renklendirici ya da katılaşmayı hızlandırıcı katkı maddeleri belli oranlarda karıştırılarak kaplamanın nitelikleri değiştirilebilir. Beton kaplamaların rengi, büyük ölçüde yapısında bulunan çimentonun rengine ve yapısına bağlıdır. Normal gri çimentodan başka beyaz ve renkli çimentonun kullanımı, karışıma katılan agreganın rengi ve dokusu elde edilen kaplamanın rengini ve dokusunu etkiler.

- **Yapay taş kaplı beton kaplamalar:** Yapay taş kaplı beton kaplamalar, alt ve üst olmak üzere iki katmandan oluşur. Alt katman, kumlu çimento harcı, üst katman ise çimento, istenilen türde ve büyüklükte mermer tozu ya da doğal taş kırıkları olabilir [15].

Yapısında bulunan agreganın ve doğal taş kırıklarının renk, şekil ve boyutuna bağlı olarak ya da içine katılan maddelerle istenilen renk ve dokuda kaplama üretilebilir. Yapay taş kaplı beton kaplamaların nitelikleri, yapısında bulunan, alt ve üst tabakayı oluşturan karışımların içindeki bileşimlerin oranlarına bağlıdır. Üst tabakada bulunan doğal taş kırıklarının rengine bağlı olarak rengi değişir. Cilalı yüzeyler yapılabildiği gibi üst tabakadaki agregalar açığa çıkarılarak dokulu yüzeyler elde edilebilir.

Yapay taş kaplı beton kaplamaların şekil değiştirme eğilimleri fazladır. Mermer tozu yüksek olan kaplamaların birim hacim kütleleri küçük ve boşluk oranları büyüktür. Alt ve üst tabaka karışımındaki su ve çimento oranının farkından dolayı boşluk

miktarları katmanlara göre değişir. Yoğunluktan farklı olan bu iki katmanın ısıl genleşme katsayıları ve buhar geçirimsizlikleri de farklıdır.

3.4.4.2.2. Seramik kaplamalar

Değişik niteliklerde kil hamurunun presleme ya da sıkıştırma yöntemiyle şekillendirilmesi ve sırlı ya da sırsız şekilde pişirilmesiyle elde edilen seramik kaplamalar boşluklu, boşluksuz ya da yan boşluklu olarak üretilirler. Dış kaplama olarak kullanılacak seramikler, uygulanacağı duvarın su buharı geçiş durumuna göre seçilmelidir. Boşluklu seramik ürünlerde, sır tabakasının genleşme katsayısı sırlanan ürünlerin genleşme sayısının iki katı kadardır. Bu tür seramik ürünlerin dış duvarda kullanılması halinde sır tabakasının çatlama olasılığı yüksek olduğundan, kaplama ürünü olarak dış duvarda kullanılmamalıdır. Boşluksuz seramik kaplamaların arka yüzlerinde harca daha iyi yapışmasını sağlayacak biçimsel önlemler alınmış olmalıdır.

Seramiklerin fiziksel özellikleri incelenecek olursa;

- **Birim hacim ağırlık, özgül ağırlık (yoğunluk):** Genellikle boşluklu seramiklerin birim ağırlık değerleri boşluksuz seramiklerinkinden daha küçüktür. Klinker tuğlaları için en küçük birim ağırlık değeri, 1.80 gr/cm^3 ; greseramik için 2.2 gr/cm^3 den küçük olmamalıdır.

- **Su ve nem ile ilgili özellikler:** Su emme özelliği, boşluklu seramik ürünler için önemlidir. Dış duvarlarda kullanılacak kaplamanın su emme değeri % 8' den az olmalıdır. Islanma ve su emmeye karşı seramik ürünler sırlı olarak kullanılmalıdır. Donmaya dayanıklılık özelliği özellikle dış duvar kaplaması olarak kullanılan seramik ürünler için önemlidir. Donma tehlikesi en fazla su emme ve sıcaklık düşmelerinin olduğu durumlarda etkilidir. Düşük emiciliğe sahip ürünlerle, basınç dayanımı yüksek ürünler dona dayanıklıdır.

- **Isı ile ilgili özellikler:** Seramik ürünler genellikle ısıyı az iletir. Seramik ürünlerin ısı iletkenliği, hacim ağırlıklarının azalması ile küçülür. Boşluklu seramik ürünlerin

ısı iletkenliği boşluksuz seramiklerinkinden daha küçüktür. Seramiklerin ısı genişleme katsayıları düşüktür. Dış duvar kaplaması olarak kullanılacak seramik ürünlerin ısı genişleme katsayısının, kaplamayı yerine yerleştirmede kullanılan ürünün genişleme katsayısına yakın olması istenir. Böylelikle genişmeden kaynaklanan ürün kayıpları önlenebilir. Sırlanmış kaplama ürünlerinin genişleme katsayılarının farklı oluşu sonucu sırda pullanma, kopma ve çatlamalar görülebilir. Seramik ürünler ısı değişikliklerine ve şoklara dayanıklıdır. Erime sıcaklıkları 1000-1400 °C arasındadır.

- **Ses ile ilgili özellikler:** Seramikler sertlik ve yüksek yoğunlukları nedeni ile çok az ses emer. Sırlı seramikte ses yutuculuk değeri (α) 0.01 m/sn, fayanslarda 0.01 m/sn, sıvasız tuğlada ise 0.02-0.05 m/sn arasındadır.

- **Işık ile ilgili özellikler:** İyonik bağlı seramiklerden morötesi ışınların altındaki bütün radyasyonlar geçebilir. Arı seramikler görünen ışık dalgalarına karşı saydamdır. Açık renk ve parlak yüzeyli seramiklerde ışık yansıtıcılık görülür.

- **Elektrik ile ilgili özellikler:** Seramikler elektriği iletmez, ama elektrik alanına tepki gösterir.

Seramiklerin mekanik özellikleri incelenecek olursa;

Seramik yapı ürünlerinin mekanik özellikleri kullanım yerine göre belirlenir. Kaplama ürünlerinde eğilme dayanımı önemlidir. Seramik ürünler çok az deformasyon yapma kabiliyetine sahip olduklarından mekanik zorlamalar karşısında çok çabuk kırılabilir.

Seramiklerin kimyasal özellikleri incelenecek olursa;

- **Su ve nemin etkisi:** Kaplamalarda su ve nemin etkisiyle çiçeklenme görülür. Çiçeklenme, seramiğin bünyesinde bulunan suda eriyebilen nitelikteki tuzların gercin yapısındaki kılcal boşluklardan hareket ederek yüzeye çıkmaları ve burada suyun buharlaşması sonucu birikmesidir.

- **Kimyasal maddeler ve hava kirliliği etkisi:** Dış duvar kaplamalarında kullanılan seramik ürünler asit ve alkalilere dayanıklı olmalıdırlar. Genellikle seramikler dış, kimyasal ve mikroorganizma etkilerine son derece dayanıklıdır. 800-1200 °C' de pişirilmiş türlerine karşı HF asidi dışında hiçbir asidin etkisi yoktur. Seramikler en fazla çiçeklenme olayından etkilenir. Çiçeklenmeye neden olan tuzlar sülfat ve klorürlerdir [7].

- **Güneş radyasyonu etkisi:** Güneş radyasyonunun etkisi sonucunda, seramiklerin genellikle sertlik ve dayanımı artar. Daha da gevrekleşirler. Isısal iletkenlikleri azalır, ancak elektriksel iletkenlikleri yükselir. Ayrıca radyasyon sonucu seramiklerin renklerinde değişme görülür.

- **Yangın etkisi:** Seramikler yangına dayanıklıdır. Alüminat oranı artması ile ateşe dayanıklılık artarken kilin içinde demir bileşikleri ve CaCO₃ bulunması, seramiğin ateşe dayanıklılığını düşürür.

Seramiklerin teknolojik özellikleri incelenecek olursa;

- **Sertlik-aşınma:** Çok sert ve gevrekler. Greseramiğin sertliği 6 mohs' tur. Kolay çizilmezler ve aşınmazlar.

Dış duvar kaplaması olarak kullanılan seramikler yan boşluklu ve boşluksuz gruptan olan gre ve yan gre seramiklerle gre ve porselen mozaikler, boşluksuz gruptan ise pişmiş toprak plaket kaplamalarla prese kaplama tuğlalarıdır.

- **Gre ve yarı gre seramik kaplamalar:** Gre seramik kil ve feldspatı uygun oranda karıştırarak ve gerektiğinde kaolin, kuvars ve kalker gibi hammaddeleri de katarak meydana getirilen karışımın ya da yapısında 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 üründür. Genellikle dış duvar kaplaması olarak kullanılan gre seramikler plak biçiminde

10x10, 15x15, 20x30, 20x33, 30x30, 33x33 cm boyutlarında preslenerek üretilmektedir.

Gre seramikler sır özelliği kazandırılmış ürünlerdir. Bu nedenle gre seramik yapısı sır gibi, tamamen renklendirilip yüksek sıcaklıklarda pişirilir. Gre seramik kaplama plaklarının rengi, üretim aşamasında hazırlanan çamura katılan boya ile belirlenir. Mat gre seramik ve parlak gre seramik olarak üretilen gre seramikler krem rengi, gri, turuncu, mavi, yeşil, siyah vb. renklerde olabilmektedir.

Gre seramiklerin su emme değeri oldukça düşüktür. Yapısında boşluk bulunmamaktadır. Bu nedenle dona karşı dayanıklıdır. Yüzey sertliği, doğal taşlar grubundaki granitlerle eşdeğerdir. Basınç ve eğilme dayanımları diğer yapay taşlara göre oldukça yüksektir.

Gre seramik kaplamalara etki eden rüzgar kuvveti yapı yüksekliğine göre değişmektedir. Rüzgar kuvvetine etki eden kaplamalar ürününde eğilme dayanımı önemlidir. Gre seramik kaplamaların eğilme dayanımı 50-55 N/mm² dir.

- **Gre ve porselen mozaik kaplamalar:** Gre mozaikler, gre mozaik hamurunun preslenmesi yolu ile elde edilen, boşluksuz, ince seramik duvar kaplamalarıdır. Hamurları renklendirilebileceği gibi dekoratif amaçla sırlanan kaplama türleri de vardır. Kalınlıkları 5mm olan gre mozaiklerin boyutları 2x2, 2x4, 4x4 cm arasındadır.

Gre mozaikleri gre seramiklerden ayıran en önemli fark boyutlarının küçüklüğü ve uygulama tekniğidir. Gre mozaikler hamuru içine katılan renkli boyalarla, beyaz, sarı, mavi, yeşil, kırmızı vb. çeşitli renklerde ve desenlerde üretilebilir.

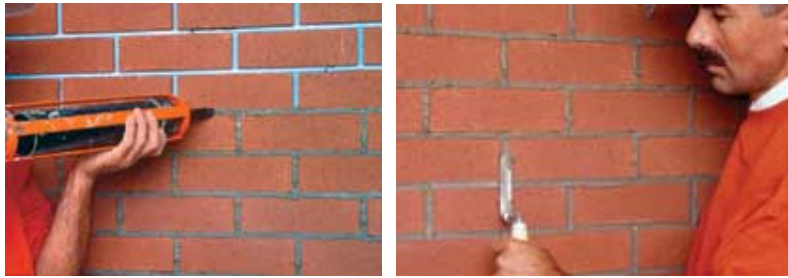
Gre mozaik kaplamalar görünecek yüzlerinden bir kağıda yapıştırılmış olarak ya da arka yüzlerinden plastik bir dokumaya yapıştırılmış olarak uygulamaya hazır hale getirilir. Duvara yapıştırılmalarında su ve çimentodan oluşan hamur kullanılır. Gre mozaik kaplamaların birim hacim ağırlıkları gre seramiklerden daha düşüktür. Bu nedenle gre mozaiklerin aşınma miktarı daha düşüktür.

- **Pişmiş toprak kaplamalar:** Pişmiş toprak plaket kaplamalar, yanmış kilden yapılan ve yapısında su akıtma kanalları bulunan, filaj yöntemiyle şekillendirilen ince kaplama ürünleridir. Filaj yöntemi, hazırlanan kil hamurunun sonsuz vida yardımıyla verilen belli bir basınçla filiyer denilen bir kalıptan, istenilen profillerde sonsuz bant olarak çıkarılması yoluyla şekillendirilmesidir.

Plaket kaplamaların görünen yüzleri cilalı olabileceği gibi isteğe göre doku da verilebilir. Gözenekli olması nedeniyle buhar geçirgenliği yüksektir. Bu kaplamaların yapıştırma ürünüyle duvara tutunmasını arttırmak için arka yüzleri girintili, çıkıntılı, kırılmalı kuyruğu ya da değişik şekillerde olabilir.

Plaket kaplamalar kahverengi, koyu kırmızı, oksit kırmızısı, doğal kırmızı, pastel kırmızısı, bej, kum rengi gibi renklerde ve yivli, dokulu, cilalı olarak üretilebilmektedir. Dış duvarda kullanılan plaket kaplamalar genellikle 22 cm boyda ve 6 cm genişlikte üretilmektedir. Kalınlıkları ise arka yüzlerindeki profillerin dışında 12 mm' dir.

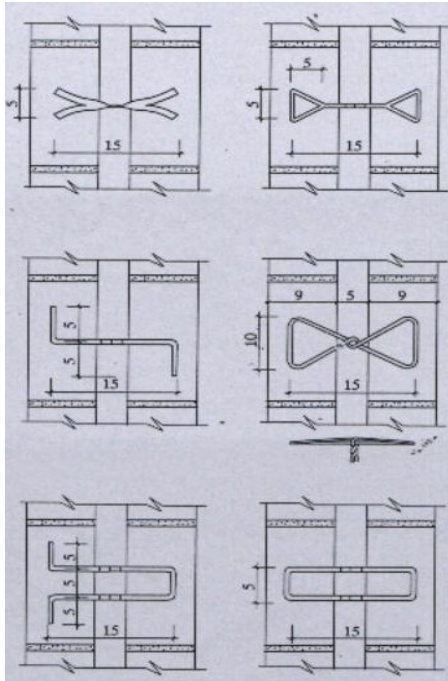
Plaket kaplamalar donmaya ve UV ışınlarına karşı dayanıklıdır. Yangın sırasında 90 dakikalık dayanım süresi gösterir. Plaket kaplamalar prese kaplama tuğlası gibi normal çimento harcı ile duvara yapıştırılabileceği gibi duvar yüzeyine braketlerle bağlanan düşey alüminyum profillere yatay profiller ile de yerleştirilebilir. Yatay profillere takılan parçalar ile kaplamalar taşınır. Derz aralarına gelen bu parçalar dış taraftan görünmez. Şekil 3.12.'de plaket kaplamanın uygulanması yer almaktadır.



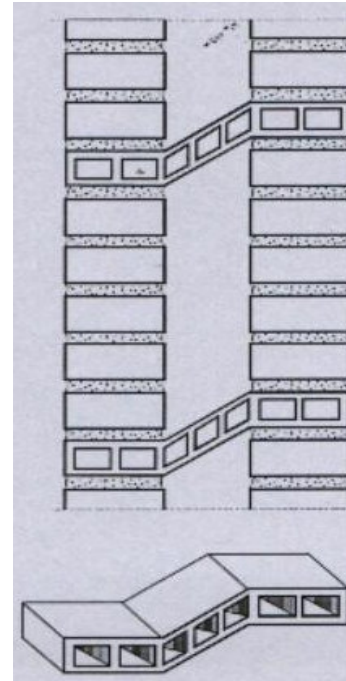
Şekil 3.12. Plaket kaplamanın uygulanması

- **Prese kaplama tuğlaları:** Sıkıştırma yöntemiyle üretildikten sonra ve bir miktar kurutulduktan sonra bu kez presleme yöntemi ile sıkıştırılan ve yoğunlaştırılan kaplamalardır. Prese kaplamaların mekanik dayanımları yüksektir. Su emmeleri az ve yüzeyleri düzgündür. Prese kaplama tuğlaları sırsız olarak kullanılabilirler gibi sırlanarak da kullanılabilir.

Prese kaplamaların değişik fazla kesitte örnekleri bulunmamaktadır. Dikdörtgen kesitte olan normal kaplamalar dışında köşe dönüş tuğlası ve kılıcına dönüş tuğlası bulunmaktadır. Prese kaplamalar esas taşıyıcı duvarla birlikte örülen kaplama duvarı (bir yüzü sıvalı), doğrudan doğruya kendisi taşıyıcı olan ve her iki yüzü sıvanmayan prese tuğla duvar ve esas taşıyıcı duvarla aralarında hava tabakası olan çift duvar olarak uygulanır.



Şekil 3.13. Metal kenet türleri tuğlası



Şekil 3.14. Özel kenet tuğlası

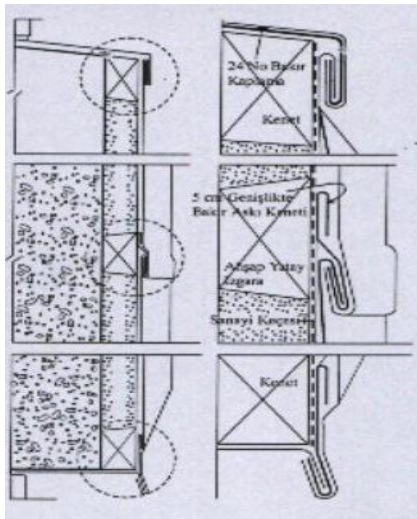
3.4.5. Metal kaplamalar

Bina dış kaplaması olarak kullanılan metaller demir, sac ve emaye sac, alüminyum, bakır, çinko, kurşun gibi yapı metalleriyle bronz, paslanmaz çelik ve pirinç gibi alaşımlar döküm yoluyla elde edilen ve nispeten kalın levhalar halinde kaplamalardan oluşur. Bu metal kaplamalardan paslanmaz çelik ve emaye sac her

türlü dış etkilere dayanıklıdır. Demir sacın boyanması, alüminyum levhanın ya boyanması ya da eloksal hale getirilmesi bu levhalara dış etkilere karşı dayanıklılık kazandırır. Al, Cu, Sn, Cr gibi metallere oluşan alaşımlarda bu tür işlemlere gerek yoktur. Levha halindeki metal dış duvar kaplamalarının yapılmasında tespit detaylarının ağırlığı dikkate alınarak daha kuvvetli bağlantı uygulanması uygundur. Bu kaplama malzemesinin duvar çekirdeği üzerine uygulanması malzemenin kalınlık ve boyutuna göre farklı şekillerde yapılır.

Tamamı duvar tarafından taşınan ve uygulaması sac şeklinde levhalarla yapılan metal kaplamalar, alüminyum, paslanmaz çelik, bakır ve kurşun gibi malzemelerden oluşur ve suyun geçmeyeceği kenet şeklinde bağlanarak duvardaki yatay bir ahşap taşıyıcıya askı kenedinin çivilenmesiyle tespit edilir. Kurşun levhaların kaplanmasında malzemenin askı kenedinin kurşundan ve kaplama boyunca sürekli yapılması çok sayıda pirinç vidayla taşıyıcıya bağlanması gerekir.

Profillendirilmiş metal levha ve kaplamalarda ya ekstrüzyonla profilli olarak üretilmiş ya da preslenerek rijitliği artırılmış metal malzemeden oluşur. Bunlar birbirlerine özel profillerle geçirilir böylece su geçirimsizliği sağlanmış olur. Profillendirilmiş bu metal malzeme özel kalıplara takılarak ya da duvara düşey veya yatay olarak tespit edilmiş taşıyıcılara (metal, ahşap) vidalanarak uygulanır.



Şekil 3.15. Metal duvar kaplamasının duvardaki yatay çیتالara askı kenetleriyle



Şekil 3.16. Metal dış cephe kaplaması

tespiti

Metallerin fiziksel özellikleri incelenecek olursa;

- **Birim hacim ağırlık, özgül ağırlık (yoğunluk):** En hafif metal alüminyumdur, birim ağırlığı 2.6 gr/cm^3 tür. En yoğun metal kurşundur, birim ağırlığı yaklaşık 11.4 gr/cm^3 tür [7].

- **Su ve nem ile ilgili özellikler:** Metaller boşluksuz gereçler olduklarından özgül ve birim ağırlıkları birbirine eşittir. Bu nedenle metal kaplamalar % 100 su geçirimsizliği sağlarlar. Yağmur suyunu çok iyi akıtırılar.

- **Isı ile ilgili özellikler:** Metaller ısıyı iyi iletirler. Alüminyumun ısısal iletkenlik katsayısı 204 W/mK , çeliğin $29-52 \text{ W/mK}$, bakırın 385 W/mK 'dir. Demirli metallerin ısısal genişleme katsayısı demirsizlere oranla daha düşüktür. Paslanmaz çeliklerin genişleme katsayıları ise $17.5 \times 10^{-6} \text{ cm/cm}^\circ\text{C}$ ' dir. Metallerde erime sıcaklığı $232-1800 \text{ }^\circ\text{C}$ ' dir.

- **Ses ile ilgili özellikler:** Ses yansıtıcılıkları yüksektir. Alüminyumda sesin yayılma hızı(C) 5200 m/sn , kurşunda 1300 m/sn , çelikte $1000-4000 \text{ m/sn}$ 'dir [7].

- **Işık ile ilgili özellikler:** Metaller ışığı kuvvetli emme ve yansıtma özelliğine olduklarından ışığı geçirmezler. Işığı kuvvetle emerek yansıtırlar. Yüzeyleri çok düzgün metallerde yansıma oranı çok yüksek olup % 100'e yakındır.

- **Elektrik ile ilgili özellikler:** Alüminyumun elektrik iletkenliği 2.95×10^7 , bakırın 5.85×10^7 , çeliğin ise 5.85×10^7 dir [7].

Metallerin mekanik özellikleri incelenecek olursa;

Metal kaplamalar rüzgar tarafından oluşturulan dinamik etkilere, basınca, emmeye, titreşime ve aşındırmaya karşı mekanik dirence sahiptir.

- **Basınç ve çekme dayanımı:** Çekme dayanımı metalin kopmadan önce kaldıracabileceği en fazla yüküdür. Alüminyumun çekme dayanımı 70-140 N/mm², çeliğin 350-400 N/mm², bakırın 230 N/mm²dir.

- **Elastisite modülü:** Metaller dış duvar üzerindeki ısı hareketlerinin deformasyonlarını karşılayarak derecede esnek, kırılma süresi uzun olan sünek gereçlerdir. Elastisite modülleri yüksektir. Alüminyumun elastisite modülü 68-72 N/mm², çeliğin 210 N/mm², bakırın 96-132 N/mm² dir.

Metallerin kimyasal özellikleri incelenecek olursa;

- **Kimyasal maddeler ve hava kirliliği etkisi:** Metallerin nemden ve korozyona neden olacak etkilere korunması gereklidir. Alkaliler, sülfürik asit, hidroklorik asit, karbonatlar, alüminyumun yapısını bozarlar. Bu nedenle alüminyum ürünlerin yüzeyleri korunmalıdır.

- **Güneş radyasyonu etkisi:** Metaller güneş radyasyonu etkisinde aşırı ısınırlar. Radyasyona karşı dayanıklıdırlar.

- **Yangın etkisi:** Metaller yangın karşısında dayanımını çabuk kaybeder. Alüminyum ilk beş dakikada, çelik ise 20 dakikada dayanımının %90' ını kaybeder [7].

Metallerin teknolojik özellikleri incelenecek olursa;

- **Sertlik-aşınma:** Metal ve metal alaşımlarının, mekanik aşınmalara gösterdiği dayanım, sertliği ifade eder. Demirin Brinell prensibine göre sertliği 830, çeliğin 990-1240, bakırın 460, alüminyumun 150-400' dür. Çekme, dövme, burma, ezme gibi işlemlerle metaller daha fazla dayanım kazanırlar ve sağlam hale gelirler.

Dış duvar kaplaması olarak kullanılan metaller demir sac ve emaye sac, alüminyum, bakır, çinko, kurşun gibi metallerle bronz, paslanmaz çelik ve pirinç gibi alaşımlardan döküm yoluyla elde edilen ve daha kalın levha biçimindeki kaplamalardan oluşur. Çinko kaplamaların, koruyucu tabakasına rağmen zamanla dış çevre şartlarına yetersiz kalması, bakırın pas akıtarak cephe kirliliğine neden olması

ve kurşun levhaların da sıcaklık etkisiyle genleştikten sonra tekrar eski haline dönememesi gibi nedenlerle bu kaplamalar artık dış duvarda tercih edilmemektedir. Günümüzde yapılarda metal kaplama olarak daha çok alüminyum ve çelik kullanılmaktadır [8].

- **Alüminyum ve çelik kaplamalar:** Alüminyum kaplamaların görünüşü, yüzey işlemlerine yatkınlığı, iklim koşullarına dayanımı, işleme kolaylığı ve hafif bir ürün olması nedeniyle günümüz yapılarında kullanım alanı bulmaktadır. Alüminyum ve çelik kaplamalar, diğer dış duvar kaplamalarında olduğu gibi kaplama paneli, taşıyıcı iskelet ve paneller arasındaki bağlantılardan oluşmaktadır.

Alüminyumun ısı iletkenlik katsayısı 175 W/Mk, çeliğin 35 W/Mk; alüminyumun ısı genleşme katsayısı 23×10^{-6} cm/cm °C, çeliğin ise 15.1×10^{-6} cm/cm °C' dir.

Metal kaplamalar düz, trapez levha, yalıtımlı sandviç paneller, petek dolgulu ve kompozit metal paneller olarak çeşitli şekillerde üretilmekte ve genellikle giydirme cephe sistemlerinde kullanılmaktadır [8].

Dış duvarda kaplama olarak kullanılan alüminyum levhalar;

- Tabaka ve rulo levhalar,
- Oluklu ve trapez levhalar,
- Çift kat boşluklu levha,
- Sandviç paneller,
- Yerinde yapım sandviç paneller,
- Fabrika yada atölyelerde yapılan hazır sandviç paneller olarak sınıflandırılabilir.

3.4.6. Ahşap kaplamalar

Ahşap, canlı bir organizma olan ve odunsu hücrelerden oluşan ağacın meydana getirdiği, lifli, homojen olmayan ve gözenekli bir dokuya sahip organik kökenli bir yapı gereçidir [16].

Ağacın kimyasal yapısını %50 karbon, %43 oksijen, %6 hidrojen, az miktarda azot ve < %1 kül (demir, silisyum, magnezyum, kalsiyum, sodyum, potasyum) oluşturur. Ağacın hücre çeperi ise ağaca eğilme yeteneğini veren beyaz renkli selüloz (%40-44), sertliğini kazandıran lignin (%18- 35' ini) ve hidrolize olduğunda şekere dönüştüren hemiselüloz (%15-32)' dan oluşmaktadır [16].

Eski çağlardan bu yana yapı üretiminde çeşitli biçimlerde kullanılan ahşap fiziksel, biyolojik ve mekanik özellikleri nedeniyle tercih edilmektedir. Ahşap, yapıda kullanım yerine göre boyutsal ve biçimsel değişiklikler gösterir. Bu nedenle belli standartlara bağlı olarak dikdörtgen, kare ve özel kesitlerde (kalas, tahta, çıta vb.) üretilmektedir. Şekil 3.17.'de ahşap kaplama örnekleri verilmektedir.



Şekil 3.17. Ahşap dış cephe kaplama örnekleri

Ahşabın fiziksel özellikleri incelenecek olursa;

- **Birim hacim ağırlık, özgül ağırlık (yoğunluk):** Birim hacim ağırlığı genellikle $0.36-1.54 \text{ gr/cm}^3$ arasında değişmektedir. Ahşabın birim ağırlığı arttıkça dayanımı ve ısı iletkenliği de artar. Özgül ağırlığı $0.36-1.54 \text{ gr/cm}^3$ arasındadır. Hücre boyutları ve hücre duvarının kalınlığı özgül ağırlığı etkiler.

- **Su ve nem ile ilgili özellikler:** Ahşap su emici bir gereçtir. Su emme oranı %15-100 arasındadır. Ahşabın buhar geçirgenliği, içerdiği nem miktarına göre değişir. Dış kaplama için kullanılacak ahşap kaplamanın denge nem oranı %12-15 arasındadır.

- **Isı ile ilgili özellikler:** Ahşap yapısındaki selüloz nedeniyle ısı geçirimsizdir. Hücreler arasında kalan ince hava boşlukları nedeniyle sıcak ve soğuk geçirmez. Sıcaklık etkisiyle ahşabın boyutlarında değişiklikler olur, hacim genişler ve soğuk etkisiyle hacim büzülür. Isısal genişleme katsayısı liflere paralel yönde $4-9 \times 10^{-6}$, dik yönde $30-50 \times 10^{-6}$ cm/cm °C' dir. Ahşap düşük bir ısı biriktirme kapasitesine sahiptir. Kolay ısınır.

- **Ses ile ilgili özellikler:** Ahşap yapısındaki hava boşlukları nedeniyle ses tutucu bir gereçtir. Ses emme özelliği özgül ağırlığının artması, yüzey pürüzlülüğü, kalınlık ve nem arası ile ters orantılı olarak azalmaktadır. Ahşapta ses emicilik değeri (α) 0.06-0.10 m/sn (500 Hz için) değerleri arasında değişmektedir.

- **Işık ile ilgili özellikler:** Ahşap saydam bir gereç olmadığından ışığı geçirmez. Açık renk boyananlarda ışığı yansıtma, koyu renkli olanlarda ise yutuculuk görülür.

- **Elektrik ile ilgili özellikler:** Elektrik iletkenliği nem derecesine bağlı olarak değişir. Kuru haldeki ahşabın iletkenliği nem derecesinin artmasıyla artar.

Ahşabın mekanik özellikleri incelenecek olursa;

- **Basınç ve çekme dayanımı:** Ahşabın basınç dayanımı, nem miktarına bağlı olarak değişmektedir. Ancak, nem oranı %30'u geçmesi durumunda dayanım sabit kalmaktadır. Ahşabın çekme dayanımı üzerinde yoğunluk, nem lif yönü, budaklar ve sıcaklık etkilidir. Yoğunluk arttıkça çekme dayanımı da artar.

- **Elastisite modülü:** Elastisite modülü liflere paralel doğrultuda $7000-14000$ N/mm², çapsal doğrultuda ise $500-1000$ N/mm², dir.

- **Eğilme dayanımı:** Sıcaklık arttığında ahşabın deformasyon oluşturan kuvvetlere karşı koyması azalır, bu nedenle 0 °C' nin üzerindeki sıcaklık artışları eğilme dayanımını azaltır. Ahşabın yapısındaki budaklar eğilme dayanımını azaltır. Bu dayanım kaplama tahtalarından önemlidir. Eğilme dayanımı, TS 2474' e göre tespit edilmektedir.

Ahşabın kimyasal özellikleri incelenecek olursa;

- **Su ve nemin etkisi:** Suyla sürekli etkileşim içinde olan ahşap kararma gibi bazı değişikliklere uğrasa da, dayanımına etki etmez.

- **Kimyasal maddeler ve hava kirliliği etkisi:** Kuvvetli alkali çözeltiler ahşapta yumuşamaya neden olur. Alkoller ise direnç kaybı ve şişme yapar. Asit ve alkollerin uzun süre etkisi ile ahşapta bulunan karbonhidratlar bozulmakta ve ahşap zarar görmektedir.

- **Güneş radyasyonu etkisi:** Güneş radyasyonunun ısısal etkisiyle ahşap ürünlerin iç yapısında bazı kimyasal değişimler, ayrışma ve çözümler meydana gelmektedir. Ahşap koruyucu bir katmanla kaplanmadıkça renklerinde değişme, parlak griden koyu griye dönüşüm, yüzeyinde pürüzlenme, yamulma gibi aşınmalar parçalanmasına sebep olmaktadır.

- **Yangın etkisi:** Ahşap, yanıcı bir gereçtir. Yangında ahşap gereçte 170°C' ye kadar kuruma, 270 °C' ye kadar CO, CO₂ ve su buharı çıkışı, 250-300 °C' de tutuşma görülür.

- **Organizmaların etkisi:** Bakteri, böcek ve kurtlar ahşabın iç yapısına zarar verirler. Mantarlar biyolojik bozulmalara, küf ve lekelere neden olur.

3.4.7. Plastik ve plastik esaslı kaplamalar

Plastikler, yapıdaki kullanılma isteğine uygun bir şekilde, ısı altında yumuşak durumda iken basınçla yada iki farklı bileşiğin polimerleşmesi sonucu istenilen şekle sokulup üretimleri gerçekleştirilen, çeşitli plastik reçinelerin farklı özelliklere sahip türleridir[7]. Plastikler ısı karşısındaki davranışlarına göre ikiye ayrılır:

- Termoplastikler (nitroselüloz, PVC, poliakrilat, polistren, poliamid, nylon, polipropilen, polietilen, teflon, A.B.S)

- Termosetler (fenolik, üre, melamin, poliester, epoksi)

Plastiklerin fiziksel özellikleri incelenecek olursa;

- **Birim hacim ağırlık, özgül ağırlık (yoğunluk):** Hafif bir gereçtir. Özgül ağırlığı düşüktür. Özgül ağırlıktan yoğunlukla 0.9-2.3 gr/cm³'ün arasında bir değerdir [17].

- **Su ve nem ile ilgili özellikler:** Suya karşı dayanıklılıkları iyidir. Plastiklerde su emme oranı (Sa) %0.01-2 arasındadır. Su buharını geçirmez. Ancak polipropilen ve silikon düşük nem emiciliğine sahiptir.

- **Isı ile ilgili özellikler:** Isıyı iyi yalıtıklarından ısı yalıtım ürünü olarak kullanılırlar. Isısal iletkenlikleri ahşapla benzer, ancak ısı biriktirme yeteneği ahşaptan daha yüksektir. Plastiklerin ısısal genleşme değerleri $7-210 \times 10^{-6}$ cm/cm °C arasındadır. Birleşim yerlerinde harekete olanak verilmelidir. Metallerle olan bağlantılarına dikkat edilmelidir. İki gerecin genleşme katsayıları arasında büyük farklar vardır. Plastiklerin ısısal iletkenlik özellikleri ahşapla birbirine benzer ancak ısı depolama kapasitesi ahşaptan daha yüksektir. Isıya karşı düşük dayanım gösterir. Yüksek sıcaklıklarda dayanımları düşer ve erimeye başlar. Plastiklerin erime noktası 80-295 °C' dir. Termosetler ısıya daha dirençlidir. Sıcaklık artışıyla dayanımları azalır ama yumuşamazlar.

- **Ses ile ilgili özellikler:** Plastikler boşluksuz yapılarından dolayı ses emici özellik göstermezler, yansıtıcılıkları fazladır.

- **Işık ile ilgili özellikler:** Saydamdırlar ve ışığı geçirirler. Akrilik, metil, polikarbonat geçirgen plastiklerdir. PVC' lerin geçirgenliği daha düşüktür. Işık geçirgenliği saydam olanlarda %60-76, saydam olmayanlarda ise %34 oranındadır. Işık yansıtıcılıkları iyi değildir.

- **Elektrik ile ilgili özellikler:** Plastiklerin, serbest elektronları olmadığından elektrik iletkenlikleri çok düşüktür.

Plastiklerin mekanik özellikleri incelenecek olursa;

- **Basınç ve çekme dayanımı:** Plastiklerin çekme dayanımı ahşaba yakın ve çelikten biraz daha küçüktür. Termoplastiklerin çekme dayanımı 7 N/mm^2 , termosetlerin ki ise 90 N/mm^2 dir.

- **Elastisite modülü:** Termoplastikler genellikle sünektir, kırılmadan önce şekil değiştirirler. Termosetler ise sert ve gevrek, şekil değiştirmeden kırılırlar. Pvc' nin elastisite modülü $30-100 \text{ N/mm}^2$ dir [17].

Plastiklerin kimyasal özellikleri incelenecek olursa;

- **Su ve nemin etkisi:** Atmosfer ve dış etkilere dayanıklılıkları yüksektir. Sudan etkilenmezler ve doğada yok olmazlar. Akrilik, epoksi, silikon ve polivinil klorür hava etkenlerine karşı daha dayanıklıdır.

- **Kimyasal maddeler ve hava kirliliği etkisi:** Kimyasal etkilere dayanıklılıkları yüksektir. Çoğunlukla asitlere, bazlara iyi dayanırlar. Aseton, eter, tiner vb. organik solventlere karşı dayanıklılıkları iyi değildir. Teflon, PVC, melamin, epoksi, naylon, polietilen, polipropilen gibi plastikler kimyasal etkilere yüksek dayanım gösterirler.

- **Güneş radyasyonu etkisi:** Akrilikler rengin solmasına karşı dirençlidir. Güneş ışığı ve özellikle UV ışınlarının zararlı etkilerinden dolayı plastiklerde kırılma, çatlama, renklerinde bozulma görülebilir.

- **Yangın etkisi:** Teflon ve melamin $300-400 \text{ }^\circ\text{C}$ ' ye kadar dayanıklıdır. Ancak $80 \text{ }^\circ\text{C}$ ' nin aşılması halinde plastiklerin çoğu zarar görür.

Plastiklerin teknolojik özelliklerini incelersek;

- **Sertlik-aşınma:** Plastikler genellikle çelik, cam gibi gereçlerden daha az serttir. Aşınma dirençleri de cam ve çelik kadar iyi değildir. Naylon, polikarbonat, polietilen, polivinilklorid sert ve aşınmaya iyi direnç gösteren plastiklerdir.






Plastiklerin dış duvar kaplaması olarak kullanılabilenleri sınırlı sayıdadır. Özellikle atmosfer etkilerine, güneş ışınlarına dayanıklılık, eskime gibi etkilerle ancak bazı türleri doğrudan dış duvar kaplaması olarak kullanılmaktadır. Akrilik polimerler, melamin formaldehit, lamine formaldehit olarak üretilen plastikler dış kaplama olarak kullanılmaktadır. Polimerler düz ve üç boyutlu kaplamalar olarak kullanımı giydirme cephelerde yaygındır. Şekil 3.18.'de plastik esaslı kaplama örnekleri verilmektedir [3].



Şekil 3.18. Plastik dış cephe kaplama örnekleri

PVC kaplamalar yalı baskı tekniğiyle dış duvarlara kaplanırlar. Yalı baskı tekniği, yatay profillerin aşağıdan yukarıya doğru uçlarının birbirinin üzerine gelecek şekilde geçirilmesi ile kurulur. Yatay profilleri destekleyen yardımcı profiller (başlangıç, bitiş ve köşe dönüş profilleri) sistemi sabitler ve gerektiğinde onarılabilmek için kolaylık sağlar [18].

Uygulanan yalı baskı profili çift cidarlı olduğunda çok iyi bir ısı yalıtımı sağlar. Profil içerisindeki durgun hava dışarıdaki ismin içeriye geçmesini engeller. Kaplamalar duvara yerleştirilirken kaplama ile duvar arasına yalıtım da uygulanabilir. Şekil 3.19.'da PVC kaplama boyutları verilmektedir.

	<p>101 YALI BASKI PROFİLİ</p>	<p>PROFİL BOYU : 3.81 m ADET : 25 m² : 19.5</p>
	<p>102 TEKNE BASKI PROFİLİ</p>	<p>PROFİL BOYU : 3.81 m ADET : 25 m² : 19.5</p>
	<p>103 UÇLÜ YALI BASKI PROFİLİ</p>	<p>PROFİL BOYU : 3.81 m ADET : 20 m² : 17.6</p>
	<p>113 SAÇAK ALTI PROFİLİ</p>	<p>PROFİL BOYU : 3.81 m ADET : 20 m² : 21.2</p>
	<p>113S SAÇAK ALTI PROFİLİ TEKLİ</p>	<p>PROFİL BOYU : 3.81 m ADET : 20 m² : 21.2</p>

Şekil 3.19. PVC kaplama boyutları

Preslenerek üretilen PVC esaslı kaplamalar fabrika ortamında astar boyalar ile boyanır. Küçük gözenekli yüzeyi boyayı daha fazla tutmasını sağladığından kabarma ve dökülme uzun zamanda görülmez. Ürünün rengi kendi yapısından kaynaklandığı için kullanım sürecinde boyamaya gerek yoktur. Sağlığa zararlı asbest ve benzeri malzeme içermez. Güneşin zararlı UV. ışınlarına ve rüzgarın etkilerine karşı dayanıklıdır.

Profiller, balık pulu gibi düşey olarak birbiri üzerine bindirmeli şekilde ve binme miktarı 30 mm olacak şekilde yatay konumda yerleştirilir. Burada enlemesine üst

üste bindirme söz konusu olmaz, plakalar aynı yükseklik aralığını oluşturacak şekilde üst üste dizilirler. Şekil 3.20.'de PVC kaplama uygulaması görülmektedir.



Şekil 3.20. PVC kaplama uygulaması

PVC esaslı kaplamalar suyu emmezler. Ancak hatalı uygulamalar sonucu birleşim detaylarından su girerse zamanla kaplamada çürüme gerçekleşebilir. Ağaçlara zarar veren böcekler, mantarlar ve küflerden etkilenmez [18].

3.5. Dış Cephe Kaplamalarının Değerlendirilmesi

Dış cephe kaplamaları, malzeme çeşitlerine ve teknik özelliklerine göre Bölüm 3.4.'de incelenmiştir. Bu kaplamalar, konuttan eğitim yapılarına, sağlık yapılarından iş merkezlerine kadar değişik amaçlı yapılarda kullanılmaktadırlar. Uygulama tiplerine ve kullanıcı gereksinimlerine göre kendi kendilerini fonksiyonel olarak klase etmişlerdir. Diğer kaplamalarda ortaya çıkan dezavantajlarla birlikte, plastik esaslı kaplamaların son yıllarda kullanım oranı büyük oranda artmış ve malzeme seçim aşamasında tercih sebebi olmuştur. Eğitim ve sağlık yapılarından restaurantlara, villalardan dükkanlara kadar gitgide uygulanmaya başlanmış ve her geçen gün de kullanımı artmaktadır. Genel bir değerlendirme yapıldığında, plastik esaslı kaplamaların tercih edilmesinin sebepleri aşağıdaki gibi özetlenebilir;

- Hafiftir, binaya diğer kaplamalara oranla daha az yük sağlar.
- Uygulama alanına nakli kolaydır, insan gücüyle rahatça taşınır.
- Suyu geçirmezler.
- Bakım gerektirmez, su ile rahatça temizlenir.

- Kolayca işlenip uygulanabilir, önceden matkapla delik açmaya gerek olmaksızın çivileme ve vidalama kolaylığı sağlar.
- Estetik açıdan çok iyi bir görünüme sahiptirler.
- Isı ve elektrik iletkenlikleri düşüktür.
- Böceklerden ve küflerden etkilenmezler.
- Korozyona ve kimyasal maddelere karşı dayanıklıdırlar.

Plastik esaslı kaplamaların, yukarıda saymış olduğumuz avantajları, tercih edilme sebeplerini ortaya çıkarsa da, dezavantajlarının irdelenmesi sonucu aklımıza şu soru gelmektedir: Dezavantajlarını ortadan kaldıran ve yine plastik esaslı bir kaplama ile cephelerimizi kaplayabilir miyiz? İşte bu soru, günümüzde her alanda yer alan ve dayanımı daha yüksek olan plastik esaslı kompozit malzeme kavramının cephe tasarımında önemli rol oynayabileceğini ortaya çıkarmaktadır.

BÖLÜM 4. DIŞ CEPHE TASARIMINDA PLASTİK VE PLASTİK ESASLI KOMPOZİT MALZEMELER

4.1. Plastik Malzemeler

Plastik yapı malzemeleri, ısı altında biçim verilebilir kıvamda iken basınçla veya iki farklı bileşimin polimerleşmesi sonucu kalıpla istenilen şekil verilerek üretilen farklı plastik reçinelerin değişik özelliklere sahip türleridir. Plastik malzemeler petrol, doğal gaz, kömür ve tuz gibi doğal kaynaklardan elde edilir. İstenen şekilde kalıplanabilir ve biçim alabilirler. Oksijen, hidrojen, azot ve kükürt başta olmak üzere diğer elementlerin de yer aldığı organik bileşiklerdir.

En belirgin özellikleri ısıya karşı dayanımlarının düşük olmasıdır. Amorf iç yapıya sahiptirler. Katı halden sıvı hale geçişleri yavaş bir şekilde gerçekleştiğinden işlenmeleri kolay olmaktadır. İstenilen şekilde kalıplanabilmekte, şişirilebilmekte ya da sıkıştırılabilmektedirler. Plastik malzemelerin kimyasal yönden birçok çeşidi vardır ve ayrıca bunlardan da değişik bileşimler üretilebilmektedir. Plastikler dış etkilere ve atmosfer etkilerine dayanım gösterirler. Bazı türleri kimyasal etkilere dayanım gösterir, doğada yok olmazlar, elektrik iletkenlikleri yoktur, düşük ısı iletkenliği özelliği vardır, hafiftirler, nem almazlar ve renklendirilebilirler, ancak yüksek sıcaklıkta renkler değişebilir.

Yoğunlukları 0.9-2.0 kg/m³ aralığındadır. Plastiklerin ısıl genleşme oranı fazladır. Bu nedenle, örneğin, metal bir malzeme üzerindeki plastik kaplama ısınınca kalkacaktır. Kısmen yanıcıdır [18].

Plastikler en son ortaya çıkan malzeme grubu olmasına rağmen günlük hayatımıza en fazla giren malzemelerden birisidir. Çok yönlü kullanıma sahip, uzun ömürlü, maliyet performansı yüksek, güvenli ve hafiftirler. Bu nedenle birçok sektördeki üreticiler plastikten üretilmiş malzemelere yönelmişlerdir. İnşaat sektöründe de

kullanımı yaygındır, değişik ürünlerle inşaatın değişik aşamalarında karşımıza çıkmaktadır. Kısa sürede yaygınlaşmalarının ve ekonomik önem kazanmalarının nedeni olarak plastiklerin özelliklerinin ve çeşitliliklerinin çok geniş bir aralıkta değişmesi gösterilebilir.

Metallerden ve seramiklerden daha hafif olan plastiklerin özgül ağırlıkları 0,8 g/cm³ ile 2,2 g/cm³ arasında değişir. Bu hafifliklerine karşın yüksek mekanik mukavemete sahip plastikler, en çok tercih edilen hafif malzeme sınıfı haline gelmiştir.

Plastikler çok çeşitli mekanik özelliklere sahiptirler. Çekme mukavemetleri ve elastiklik modülleri metallerden düşük olmasına rağmen geniş sınırlar dahilindedir. Bununla beraber cam-fiber takviyeli plastiklerin bu özellikleri bilinen en hafif metallerden olan alüminyum ile yansır hale gelmiştir. Hatta günümüzde çeşitli dolgu maddeleri kullanılarak bazı metallerden daha yüksek mekanik mukavemete sahip plastik malzemeler bile ortaya çıkarılmıştır.

Plastikler çok kolay işlenirler. İşleme sıcaklıklarının 400 ° C' nin altında (genelde 120°C ile 320 °C arası) olması işlenmeleri için gerekli enerji miktarının da düşük olmasını sağlar. Aynı zamanda plastikler, yüksek miktarlarda üretime imkan veren otomasyon tekniklerine uygun oldukları gibi pahalı ve zaman alıcı son işlemler gerektirmeden çok komplike parçalar üretmeye de uygun malzemelerdir.

Plastiklerin iç ve dış özellikleri, katkı maddeleriyle kolaylıkla değiştirilebilir. Bu katkı maddeleri örneğin; plastik malzemenin elastik modülü ve çekme mukavemeti gibi mekanik özelliklerini değiştiren genellikle cam veya karbon fiber gibi takviye edici dolgu malzemeleri, malzemenin boyanmasını sağlayan renk pigmentleri, bazı plastiklere çalışma özelliklerini ve mekanik özelliklerini değiştirmek üzere katılan yumuşatıcılarıdır.

Plastiklerin elektrik ve ısı iletkenlikleri, düşüktür. Isı iletkenliklerinin metallerin ısı iletkenliklerinden neredeyse 300 kat daha düşük olması plastikleri önemli ısı yalıtıcı malzemeler haline getirmiştir.

Bazı plastiklerin saydam görünümüne sahip olmaları onları gözlük camı, kompakt disk ve optik disk üretimine uygun kılmaktadır. Bu malzemeler camdan çok daha rahat işlenebilir olmalarının yanında optik ve mekanik yapıları açısından da oldukça gelişmiş özelliklere sahiptirler.

Plastikler kimyasal maddelere karşı da yüksek dirence sahiptirler. Atomik yapıları temelde metallere farklı olan plastikler korozyondan da metaller kadar etkilenmezler. Bu özellikleri sayesinde çeşitli ev aletleri, akaryakıtta karşı dirençli otomobil parçaları veya gıda ve kozmetik sanayisinde ambalajlama amacıyla kullanılırlar. Plastikleri hammadde olarak üretmek, düşük miktarlarda enerji gerektirdiği için ucuz olmaktadır.

Plastik maddeler, metaller, ahşap ve seramikler gibi kullanılan belli başlı birçok nesnenin yerini almaktadır. Plastiklerin çoğu, kütle üretimine uygun tekniklerle oldukça karmaşık şekillere sokulabilir. Plastiklerin dayanımları metaller kadar yüksek olmadığından gerilmeler altında önemli derecede boyutsal değişimler görülür. Sıcaklık duyarlılıkları metallere çok daha yüksektir

Günlük hayattaki plastiklerin çoğu kömür katranı, petrol ve doğal gazların türevlerinden elde edilmektedir. Plastikler suya ve kimyasal maddelere karşı dayanıklıdır. Organik çözücülerle yumuşama ve genişleme özelliği gösterirler. Sentetik maddelerdir. Farklı plastiklerin elde edilebilmesi, iç yapısındaki elementlerde ve yapım yöntemlerinde yapılacak değişikliklerle ve farklı kimyasal reaksiyonlar sonucunda olmaktadır.

Plastik malzemeler bir çok kaynaktan ısı karşısındaki tutumlarına göre termoplastikler ve termosetler olmak üzere iki ana gruba ayrılmaktadır. Ancak bu gruplandırma şekli plastiklerin kullanılma miktarı en fazla olan iki grubunu yansıtır. Aslında plastikler; termoplastikler (termoplastlar, plastomerler, ısıl plastikler), termosetler (düromerler, düroplastlar, ısıl dengeli plastikler), elastomerler (elastoplastlar, kauçuklar) ve fluidoplastlar (sıvı plastikler) olmak üzere yapıları yönünden dört gruba ayrılırlar.

Termoplastikler; ısı ve basınç altında yumuşayan akan, bu durumda herhangi bir şekil alabilen ve soğutulduğunda sertleşebilen (katı halini alan) plastiklerdir. Ayrıca tekrar ısıtıldığında tekrar yumuşayabilen, şekil alabilen ve soğutulduğunda sertleşebilen malzemelerdir. Bu şekillendirme sırasında hiçbir kimyasal değişikliğe uğramazlar. Uygun çözücülerde çözünürler. Düşük yumuşama noktasına, yüksek ısı genleşme katsayılarına sahiptirler. İstenilen şekilde kalıplanabilir, köpükleştirilebilir veya genleştirilebilirler. Düzgün bir kesilme özelliğine sahiptirler. Isı ve basınç altında pek çok kez şekil vermek mümkündür. Genelde polimerler reaktör denilen tesiste polimerizasyon yoluyla elde edilirler. Çoğunlukla yoğunlaşma polimerizasyonu ile elde edilen termoplastiklerin polimerizasyon işlemi reaktörde tamamen bitmiş olur. Bu işlemin sonucu olarak yan zincir veya gruplar içeren uzun zincir molekülleri meydana gelir. Termoplastik grubunu oluşturan en önemli plastikler; akrilikler, naylon, selülozikler polistren (PS), polietilen (PE), polipropilen (PP), polivinilklorür (PVC), polikarbonat (PC) ve polisülfon (PSF)'dur [18].

Bunun yanı sıra, ısı ile farklı bir davranış gösteren ikinci grup polimer ailesi de bulunmaktadır. Isı ile bir kez şekil verildikten sonra tekrar ısıtıldıklarında bozulan bu grup "termoset" polimerlerdir ve bunlar ısıtıldıklarında yumuşamaz ve ergimezler. Isının yükselmesine karşın ilk katı konumlarını korurlar. Ancak polimer sistemini oluşturan polimer zincirlerindeki bağlar, ısıtılmaya karşı bir sınır değere kadar direnebilir. Belli yüksek sıcaklık değerlerine ulaşıldığında bağlar kopabilir ve termoset malzeme "bozularak" tersinmez şekilde tepkime verir. Yani termoset plastikler, klasik yöntemle (ısıtılıp soğutularak) şekillendirilemezler. Isıtılarak yumuşatılıp ergitilemeyen bu tür polimer maddelere fenol-formaldehit veya üre-formaldehit polimerleri (fenolik polimerler) ve çapraz bağlı polietilen örnek olarak verilebilir. Fenolik polimerler genellikle, başlangıçta lineer ve akışkan bir kademe elde edilirler ve daha sonra kimyasal maddeler, ışımaya, sıcaklık ve basıncın etkisiyle çapraz bağlanarak sertleştirilip, son kullanım şekillerine sokulurlar.

Termosetler; ısı işlemiyle bir defa istenilen şekli alabilen plastiklerdir, tekrar ısıtılmakla şekillenemezler. Ayrıca bu malzemeler çözünmezler ve genellikle çapraz bağlı bir yapıya sahiptirler. Kesilirken döküntü meydana getirirler. Sadece bir kez şekil verilebilirler, ikinci kez eski şeklini alamazlar. Çoğu 150°-230°C arasındaki

sıcaklığa dayanırlar. Bazı özel türleri 260°C 'ye kadar dayanıklıdır. Bu plastiklerde polimerizasyon işlemi, malzemenin yapısını oluşturan monomerlerin bir araya getirildiği reaktörde başlar ve kalıplama işlemi sırasında biter. Termoset grubunu oluşturan en önemli plastikler; fenolik, polyester, üre-formaldehit, poliüretan, epoksiler, melamin-formaldehittir.

Bilimsel olarak termoplastik ve termoset plastikler arasında ayırım temel olarak moleküllerin şekline göre yapılır. Bu bakımdan termoplastikler lineer moleküllere, termosetler ise üç boyutlu çapraz bağlı moleküllere sahip malzemelerdir. Lineer moleküllerde zinciri oluşturan ünitelerin arasında çok kuvvetli kovalent bağlar bulunmaktadır. Bu bağlar esasen zincirin mukavemetini sağlamaktadır.

4.2. Kompozit Malzeme

Kompozit malzeme tanımı, temel olarak iki veya daha fazla malzemenin bir arada kullanılmasıyla oluşturulan ve meydana geldiği malzemelerden farklı özelliklere sahip yeni tür malzemeleri belirtmek için kullanılmaktadır. Genel olarak ise kompozit malzeme denildiğinde ve bu yazıda bahsedilecek olan elyaf ile güçlendirilmiş plastik malzemeler anlaşılmaktadır.

İlk modern sentetik plastiklerin 1900' lerin başında geliştirilmesinin ardından, 1930' ların sonunda plastik malzemelerin özellikleri diğer malzeme çeşitleri ile boy ölçüşür düzeyde gelişmeye başlamıştır. Kolay biçim verilebilir olması, metallere oranla düşük yoğunlukta olması, üstün yüzey kalitesi ve korozyona karşı dayanımı plastiğin yükselmesindeki en önemli özelliklerdir. Bir çok üstün özelliğinin yanı sıra sertlik ve dayanıklılık özelliklerin düşük olması plastik malzemelerin güçlendirilmesi için çalışmalar yapılmasına neden olmuştur. Bu eksikliğin giderilmesi amacıyla 1950' lerde polimer esaslı kompozit malzemeler geliştirilmiştir. Kompozitler, özellikle polimer kompozitler yüksek mukavemet, boyut ve termal kararlılık, sertlik, aşınmaya karşı dayanıklılık gibi özellikleriyle pek çok avantajlar sunarlar. Ayrıca kompozit malzemeler dayanıklılık ve sertlik yönünden metallerle yarışabilecek olmasına rağmen çok daha hafiftirler.

Kompozit malzemeler reçine (Matrix) ve takviye (Reinforcement) bileşenlerinden oluşur. Kompozitler temel olarak kalıp görevi gören reçine içine gömülmüş sürekli veya kırılmış elyaflardan oluşmaktadır. Bu bileşenler birbirleri içinde çözülmezler veya karışmazlar. Kompozit malzemelerde elyaf sertlik, sağlamlık gibi yapısal özellikleri, plastik reçine malzemesi ise elyafın yapısal bütünlüğü oluşturması için birbirine bağlanması, yükün elyaf arasında dağılmasını ve elyafın kimyasal etkilerden ve atmosfer şartlarından korunmasını sağlar.

Tablo.4.1. Matris, Takviye elemanı ve Kompozit malzeme yapı tipleri

Matris Malzemeleri	Takviye Elemanları	Kompozit Yapının Şekli
Polimerler	Lifler	Tabakalar
Metaller	Granül	Kaplamalar
Seramikler	Whiskers	Film-Folya
	Pudra	Honey-Combs(Bal peteği)
	Yonga	Filaman Sarılmış Yapılar

4.3. Matris (Reçine) Malzemeleri

Kompozit malzemelerde kullanılan matrisler, polimerlerden (termosetler ve termoplastikler) metal ve seramiklere kadar değişmektedir. Polimerler düşük yoğunluklu göreceli olarak düşük dayanıklılıktadır. Başlıca polimer matris malzemeleri polyeater, epoksi, fenol ve vinil esterdir.

Termoplastik malzemeler oda sıcaklığında yüksek viskoziteye sahip oldukları için, matris malzemesi olarak kullanıldıklarında, uygulamada matrisle lif fazı arasındaki bağların kurulması termoset malzeme grubuna göre daha zor olmaktadır. Ayrıca, termoplastiklerin yükselen sıcaklık karşısında yumuşaması nedeniyle, bu malzemenin kullanım sıcaklığı seviyesi de düşüktür. Akrilikler, fluorokarbon esaslı plastikler, poliamidler ve PVC gibi vinil esaslı plastikler bu gruba girmektedir.

Termosetler, monomer moleküllerin kimyasal reaksiyonlar sonucunda yanal bağlarla birbirlerine bağlanmasıyla meydana gelen malzemelerdir. Kovalan bağlarla, üç

boyutlu olarak bağlanmış oldukları için oldukça rijit bir yapıya sahiptirler. Üretimleri sırasında gerçekleşen polimerizasyon reaksiyonu geriye dönüşlü olmadığından, termoset grubundaki maddelerin tekrar ısıtılarak yumuşatılmaları ve şekillendirilmeleri mümkün değildir. Fenolik reçineler, polyester, silikon, alkid ve epoksi reçineler gibi malzeme bu gruba girmektedir.

Polyester reçineler, cam takviyeli plastiklerin üretiminde en çok kullanılan matris malzemelerindedir. Bunlar, doymuş polyesterler ve doymamış polyesterler olarak iki grupta toplanırlar.

Doymuş polyester reçineler, termoplastik özellikler gösteren, enjeksiyon kalıplamada ve elyaf üretiminde kullanılan malzemelerdir. Doymamış polyesterler ise, uygun bir katalizör aracılığıyla yapı oluşturan termoset özellikli reçinelerdir. Cam takviyeli plastik malzeme üretiminde matris malzemesi olarak en çok bu malzeme kullanılmaktadır. Bu malzeme, mekanik, kimyasal ve elektriksel özellikleri, kullanım amacına göre tasarım kolaylığı, boya ve benzeri katkı maddelerini kabul edişi gibi nedenlerle, olanakları geniş, ve ekonomik bir malzeme niteliği taşımaktadır. Cam takviyeli plastik malzeme üretiminde “polyester reçine” terimi genellikle “doymamış polyester reçine” anlamında kullanılmaktadır.

Epoksi reçineler, nitelikli kompozitlerin üretiminde kullanılan, sertleşme sırasında hiçbir yan ürün meydana getirmeyen malzemelerdir. Sertleşme sonunda meydana gelen madde, çok üstün mekanik, kimyasal ve elektriksel özellikleri olan, her türlü elyafla kullanılabilen bir polimerdir.

Epoksi reçineler, laminat ve döküm uygulamalarında kullanılmaktadır. Uygulamaların birçoğunda, reçine ile sertleştirici maddenin kullanılması, hemen kullanılabilir, uygun ürünü elde edebilmek için yeterli olabilmektedir. Epoksi reçinelerin polyester malzemeye göre sağladığı önemli bir avantaj, sertleşme sırasında %1-2 oranında görülen düşük düzeydeki çekme özeliğidir. Bu hacim kaybı dolgu maddeleri aracılığıyla uygulama açısından ihmal edilebilecek düzeye, sıfır mertebesine çekilebilmektedir.

Vinil ester reçineler, polyester reçinelere benzer biçimde üretilmekte ve epoksi reçinelerin sertleşme özelliklerini göstermektedirler. Bu polimerler kimyasal dayanım gerektiren kimya tesislerinde, borularda ve depolama tanklarında kullanılmaktadır. Alev geciktirici özellik gerektiğinde, üretimde bromlu reçineler kullanılmaktadır.

Fenolik reçineler veya fenol-formaldehit reçineleri bu yüzyılın başından beri, yaklaşık yüz yıldır kullanılmaktadır. Sertleşme, ısı enerjisiyle gerçekleşmekte, laminat ve kalıplama için basınç gerekmektedir. Fenolik reçinelerin ısı stabiliteleri, elektrik özellikleri, suya ve alkaliler dışındaki kimyasal maddelere dayanımları çok iyidir. Bu reçineler 300 °C' ye kadar sürekli, asbest lifleriyle donatılmaları halinde ise kısa süreli olarak 1000 °C' ye kadar kullanılabilir [19].

4.4. Takviye Malzemeleri

Kompozit malzemelerde takviye amacıyla kullanılan elyaflar;

- Doğal elyaflar (artık yerlerini sentetik elyaflara bırakmışlardır)
- Sentetik, organik elyaflar olan naylon, aramid (düşük yoğunluklu ve güçlü elyaflardır)
- Sentetik inorganik, elyaflar olan cam, karbon vb.

Kompozit malzemelerde kullanılan elyafların fiziksel biçimleri, oluşturulan yeni malzemenin özellikleri üzerinde çok önemli bir faktördür. Takviyeler temel olarak 3 farklı biçimde bulunmaktadır. Parçacıklar, süreksiz ve sürekli elyaflar. Parçacık genelde küresel bir biçimde olmamasına rağmen her yönde yaklaşık olarak eşit boyutlardadır. Çakıl, mikro balonlar ve reçine tozu parçacık takviyelerine örnekler arasında sayılabilir.

Süreksiz elyaflar (doğranmış elyaflar, öğütülmüş elyaflar veya whiskers-püskül) birkaç milimetreden birkaç santimetreye kadar değişen ölçülerde olabilmektedir. Çoğu lifin çapı birkaç mikrometreyi geçmemektedir. Bu nedenle elyafların parçacık halden lif haline geçişi için çok fazla bir uzunluğa gerek yoktur.

Sürekli elyaflar ise tel sarma yöntemi gibi yöntemlerde kesilmeden ip şeklinde kullanılmaktadır. Elyafar en yüksek mekanik özelliklerini enlerinden daha çok boylarına gösterirler. Bu özellikler kompozit malzemelerin metallere rastlanmayan aşırı anizotropik malzeme özelliği göstermelerine neden olur. Bu nedenle tasarım aşamasında elyafların reçine içindeki yerleşimleri ve geometrilerini göz önünde bulundurmak çok önemlidir. Malzemenin anizotropik özelliği tasarım aşamasında ürünün uygun yerinde kullanılarak avantaja dönüşebilir.

Bazı durumlarda malzemenin dayanımı artırmak, tüm yönlerde eşit mukavemet elde etmek için elyaflar kumaş olarak dokunurlar. Sürekli liflerle hazırlanan dokuma elyaf kumaşlarının farklı amaçlar için geliştirilmiş türleri vardır.

Cam elyafının günümüzde en çok kullanılan ve geçerli takviye malzemesi olmasına rağmen gelişmiş kompozit malzemelerde genellikle saf karbonun elyafı kullanılmaktadır. Karbon elyafı cam elyafına oranla daha güçlü ve hafif olmasına rağmen üretim maliyeti daha fazladır. Hava araçlarının iskeletlerinde ve spor araçlarında metallerin yerine kullanılmaktadır. Karbon elyafından daha güçlü ve aynı zamanda daha pahalı olan ise bor elyafıdır.

Polimerler matris olarak kullanılmalarının yanı sıra kompozitler için elyaf üretilmesinde de kullanılmaktadır. Kompozit malzemeye çok yüksek düzeyde sağlamlık katan ve sertlik kazandıran Kevlar (Aramid) bir polimer elyafıdır. Hafiflik ve güvenilir konstrüksiyon amaçlanan ürünlerdeki kompozit malzemelerde aramid kullanılır. Malzemelerin anizotropik ve izotropik özellikleri uzun lifli elyaflar kullanıldığında liflerin yönlerini değiştirilerek farklı yönlerde farklı mekanik özellikler elde etmek mümkündür. Bu duruma anizotropik özellikler denir. Metal gibi bazı malzemeler her yönde aynı mekanik özellikleri gösterirler, bu duruma ise izotropik özellik denir. Kompozit malzemelerde kullanılan başlıca elyaf türleri;

- Cam elyafı,
- Karbon (Graphite) elyafı, (PAN -polyacrylonitrile- ve zift kökenli)
- Aramid (Aromatic Polyamid) elyafı, (Kevlar-DuPont)
- Bor elyafı,

- Oksit elyafı,
- Yüksek yoğunluklu polyetilen elyafı,
- Poliamid elyafı,
- Polyester elyafı,
- Doğal organik elyaflar.

Bu elyaflar arasından en çok cam, karbon ve aramid elyafları kullanılmaktadır. Bu üç elyaf türü de güçlü, sert ve sürekli biçimde üretilebilmektedirler.

4.4.1. Karbon elyafı

Karbon lifi ilk defa karbonun çok iyi bir elektrik iletkeni olduğu bilinmesinden dolayı üretilmiştir. Karbon elyafları çok yüksek ısı işlem uygulandığında elyaflar tam anlamıyla karbonlaşırlar ve bu elyaflara grafit elyafı denir. Günümüzde ise bu fark ortadan kalkmaktadır. Artık karbon elyafı da grafit elyafı da aynı malzemeyi tanımlamaktadır. Karbon elyafı epoksi matrisler ile birleştirildiğinde olağanüstü dayanıklılık ve sertlik özellikleri gösterir. Karbon fiber üreticileri devamlı bir gelişim içerisinde çalışmalarından dolayı karbon elyaflarının çeşitleri sürekli değişmektedir. Karbon elyafının üretimi çok pahalı olduğu için ancak uçak sanayisinde, spor gereçlerinde veya tıbbi malzemelerin yüksek değerli uygulamalarında kullanılmaktadır.

Karbon elyafları piyasada 2 biçimde bulunmaktadır:

- **Sürekli elyaflar:** Dokuma, örgü, tel bobin uygulamalarında, tek yönlü bantlarda, kullanılmaktadır. Bütün reçinelerle kombine edilebilirler.

- **Kırılmış elyaf:** Genellikle enjeksiyon kalıplamada ve basınçlı kalıplarda makine parçaları ve kimyasal valf yapımında kullanılırlar. Elde edilen ürünler mükemmel korozyon ve yorgunluk dayanımının yanı sıra yüksek sağlamlık ve sertlik özelliklerine de sahiptirler.

Karbon elyafı çoğunlukla iki malzemedен elde edilir;

- Zift ,
- PAN (Poliakrilonitril)

Zift tabanlı karbon elyafı göreceli olarak daha düşük mekanik özelliklere sahiptir. Buna bağlı olarak yapısal uygulamalarda nadiren kullanılırlar. PAN tabanlı karbon elyafı kompozit malzemeleri daha sağlam ve daha hafif olmaları için sürekli geliştirilmektedir. PAN' ın karbon elyafına birbirini takip eden dört aşamada dönüştürülmektedir;

- **Oksidasyon:** Bu aşamada elyaf lar hava ortamında 300 derecede ısıtılır. Bu işlem, elyaftan H' nin ayrılmasını daha uçucu olan O' nin eklenmesini sağlar. Ardından karbonizasyon aşaması için elyaf lar kesilerek graphite teknelerine konur. Polimer, merdiven yapısından kararlı bir halka yapısına dönüşür. Bu işlem sırasında elyaf ın rengi beyazdan kahverengiye, ardından siyah olur.

- **Karbonizasyon:** Elyaf ların yanıcı olmayan atmosferde 3000° C' ye kadar ısıtılmasıyla liflerin %100 karbonlaşma sağlanması aşamasıdır. Karbonizasyon işleminde uygulanan sıcaklık üretilen elyaf ının sınıfını belirler.

Tablo 4.2. Karbon elyaf ı sınıfları

Karbon Elyaf ı Sınıfları (Grades)				
Karbonizasyon Isısı (°C)	1000'e kadar	1000-1500	1500 - 2000	(Grafit) 2000 +
Karbon elyaf ı sınıfı	Düşük modülüs	Standart Modülüs	Orta modülüs	Yüksek modülüs
Elastic modülüs (GPa)	200'e kadar	200 - 250	250 - 325	325 +

Yüzey iyileştirmesi karbonun yüzeyinin temizlenmesi ve elyaf ın kompozit malzemenin reçinesine daha iyi yapışabilmesi için elektrolitik banyoya yatırılır.

- **Kaplama:** Elyafı sonraki işlemlerden (prepreg gibi) korumak için yapılan nötr bir sonlandırma işlemidir. Elyaf reçine ile kaplanır. Genellikle bu kaplama işlemi için epoksi kullanılır. Kompozit malzemede kullanılacak olan reçine ile elyaf arasında bir arayüz görevi görür.

Karbon elyafının tüm diğer elyaflara göre en önemli avantajı yüksek modülüs özelliğidir. Karbon elyafı bilinen tüm malzemelerle eşit ağırlıklı olarak karşılaştırıldığında en sert malzemedir.

4.4.2. Aramid elyafı

Aramid kelimesi bir çeşit naylon olan aromatik poliamid maddesinden gelmektedir. Aramid elyafı piyasada daha çok ticari isimleri Kevlar (DuPont) ve Twaron (Akzo Nobel) olarak bilinmektedir. Farklı uygulamaların ihtiyaçlarını karşılamak için birçok farklı özelliklerde aramid elyafı üretilmektedir. Önemli özellikleri;

- Genellikle rengi sarıdır.
- Düşük yoğunluktadır.
- Yüksek darbe dayanımı,
- Yüksek aşınma dayanımı,
- Yüksek yorulma dayanımı,
- Yüksek kimyasal dayanımı,
- E Cam türü elyaflara yakın basınç dayanıklılığına sahiptir.

Aramid elyafının dezavantajları;

- Bazı tür aramid elyafı ultraviyole ışıklara maruz kaldığında bozulma göstermektedir. Sürekli karanlıkta saklanmaları gerekmektedir.
- Elyaflar çok iyi birleşmeyebilirler. Bu durumda reçinede mikroskobik çatlaklar oluşabilir. Bu çatlaklar malzeme yorulduğunda su emişine yol açmaktadır.

Genellikle polimer matrisler için takviye elemanı olarak kullanılan aramid elyafının bazı kullanım alanları;

- Balistik koruma uygulamaları; Askeri kasklar, kurşun geçirmez yelekler vb.,
- Koruyucu giysiler; eldiven, motosiklet koruma giysileri, avcılık giysi ve aksesuarları ,
- Yelkenliler ve yatlar için yelken direği,
- Hava araçları gövde parçaları,
- Tekne gövdesi,
- Endüstri ve otomotiv uygulamaları için kemer ve hortum ,
- Fiber optik ve elektro mekanik kablolar,
- Debriyajlarda bulunan sürtünme balatalarında ve fren kampanalarında,
- Yüksek ısı ve basınçlarda kullanılan conta, vb.,

En çok bilinen ve kullanılan aramid elyafı Dupont firmasının tescilli ismi olan Kevlar'dır. Kevlar 29 ve Kevlar 49 olarak iki çeşidi bulunmaktadır. Kevlar 29 üstün darbe dayanımı özelliğine sahiptir ve bu nedenle çoğunlukla kurşun geçirmez yelek gibi uygulamalarda kullanılırlar.

4.4.3. Cam elyafı

Cam elyafı silika, kolemanit, alüminyum oksit, soda gibi cam üretim maddelerinden üretilmektedir. Cam elyafı, elyaf takviyeli kompozitler arasında en bilinen ve kullanılanıdır. Cam elyafı özel olarak tasarlanmış ve dibinde küçük deliklerin bulunduğu özel bir ocaktan eritilmiş camın itilmesiyle üretilir. Bu ince lifler soğutulduktan sonra makaralara sarılarak kompozit hammaddesi olarak nakliye edilir. Özellikle cam elyafı ile matris arası yapışma gücünü arttıran "silan" bazlı ve elyaf üzerinde ince film oluşturan kimyasalların sonra kullanım sahaları artmıştır.

Elyafın işlem sırasında dayanıklılıklarının %50'sini kaybetmelerine rağmen son derece sağlamlardır. Cam elyafı halen aramid ve karbon elyaflarından daha yüksek dayanıklılık özelliğine sahiptir. Elyaf kumaşları genellikle sürekli cam elyafının lifleri ile üretilmektedir. İşlemler sırasında değişik kimyasalların eklenmesi ve bazı özel üretim yöntemleri ile farklı türde cam elyafı üretilmektedir;

- **A Cam:** Pencereelerde ve şişelerde en çok kullanılan cam çeşididir. Kompozitlerde çok fazla kullanılmaz.

- **C Cam:** Yüksek kimyasal direnç gösterir. Depolama tankları gibi yerlerde kullanılır.

- **E Cam:** Takviye elyaflarının üretiminde en çok kullanılan cam türüdür. Düşük maliyet, iyi yalıtım ve düşük su emiş oranı özelliklerine sahiptir.

Türkiye’de Şişecam Grubuna bağlı olan Cam Elyaf Sanayii A.Ş. tarafından E camı elyafı üretilmektedir. Hem yurt içine, hem yurt dışına satış yapan firmadan doğrudan veya bayileri aracılığıyla ürün satın almak mümkündür. 1976’dan beri faaliyet gösteren firma Avrupa’nın önemli elyaf üreticilerinden biridir.

- **S + R Cam:** Yüksek maliyetli ve yüksek performanslı bir malzemedir. Yalnız uçak sanayisinde kullanılır. Elyaf içindeki tellerin çapları E Cam’ ın yarısı kadardır, böylelikle elyaf sayısı fazlalaşır dolayısıyla birleşme özelliklerinin daha güçlü olması anlamına gelen daha sert yüzey elde edilebilmektedir.

Cam elyafının kullanım amacına bağlı olarak elyaf sarma biçimleri farklı olabilir. Elyaf çapı ve demetteki lif sayısı farklılaşabilir. Cam elyafı biçimlendirildikten sonra yıpranmaya dayanımın artması için kimyasallarla bir kaplama işlemi yapılır. Kaplama malzemesi olarak genellikle elyafın kompozit malzemeye uygulanmasından önce kolaylıkla kaldırılabilen ve suyla çözülebilen polimerler kullanılmaktadır. Elyaf ile reçinenin birbirine iyi yapışması çok önemlidir. İyi yapışmamaktan dolayı birbirinden kayan takviye malzemesi ve matris, kompozit malzemenin sertliğini ve sağlamlık performansını düşürür. Bu durumun engellenmesi için elyaf kimyasallarla kaplanır.

Tablo 4.3. Belli başlı elyafların karşılaştırılması

Malzeme	Yoğunluk (g/cm ³)	Çekme Dayanımı (MPa)	Modülüs (GPa)
E-Cam	2.55	2000	80

S-Cam	2.49	4750	89
Alüminyum	3.28	1950	297
Karbon	2.00	2900	525
Kevlar 29	1.44	2860	64
Kevlar 49	1.44	3750	136

4.5. Cam Takviyeli Plastiklerin (CTP) Dış Cephe Kaplaması Olarak Kullanılması

En çok kullanılan kompozit malzeme kombinasyonları, cam elyafı+polyester, karbon elyafı+epoksi ve aramid elyafı+epoksi birleşimleridir. Kompozit malzemeler katlı tabakalar veya ince tabakalar halinde uygulanabilmektedir. 1940' ların sonlarında geliştirilen CTP (Cam Takviyeli Polyester) günümüzde en çok kullanılan ve ilk modern polimer esaslı kompozit malzemedir. Bugün üretilen tüm kompozit malzemelerin yaklaşık olarak % 85'i CTP' dir.

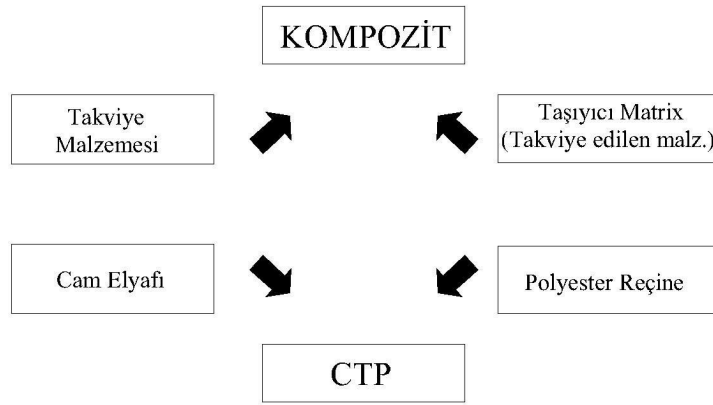
CTP ve diğer kompozit kombinasyonları günümüzde tercih edilmesinin ve kullanımlarındaki artışın mutlak sebepleri sağlamlıkları ve hafiflikleridir. Çeşitli plastik malzemelerin seramik, metal bazen de sert polimerlerin elyafları ile güçlendirilerek ileri derecede faydalar sağlayan malzemeler üretmek mümkündür. CTP, dünyada ne yaygın kullanılan kompozitlerdir ve diğerlerine göre maliyetleri daha azdır. İçindeki plastik sayesinde kolaylıkla şekil verilebilen ve takviye elyaflar sayesinde son derece sağlam, sert ve hafif olan bu malzeme kombinasyonları, kompozitler her gün yepyeni uygulama alanlarında karşımıza çıkmaktadırlar.

4.5.1. CTP nedir, nasıl yapılır

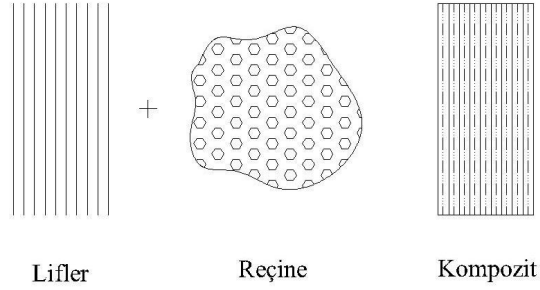
Camelyafı takviyeli plastik (CTP), camelyafı ile taşıyıcı bir matriks reçinenin birleştirilmesi ile elde edilen kompozit bir malzemedir. "CTP" Camelyafı Takviyeli Polyester sözcüklerinin baş harflerinden oluşan Türkçe bir kısaltmadır.

CTP; ahşap, beton, metal, cam vb. gibi bir üretim malzemesi olup, kullanım amacına uygun değişik özelliklerin kolayca kazandırabilmesi özelliği ile diğer üretim malzemelerine göre üstünlük gösterir.

Camelyafı takviyeli plastik, ortam koşullarına dayanıklı, esnek ama yeterli mekanik dayanıma sahip olmayan plastik (ör: polyester reçine) ile, yüksek mekanik dayanımlı cam elyafının bir araya getirilmesi ile elde edilen üstün nitelikli bir kompozit mühendislik malzemesidir[20]. Şekil 4.1' de CTP üretimi ve Şekil 4.2.' de kompozit yapısı gösterilmektedir.



Şekil 4.1. CTP üretilmesi



Şekil 4.2. Kompozit yapısı

- Bileşenler, birbiri içinde çözünmezler.
- Bileşenler arasındaki ara yüzey fiziksel olarak tanımlanabilir.
- Ara yüzeyin davranışı ve özellikleri, genellikle kompozitin özelliklerini belirler.
- Her bir bileşen, kendi özelliklerini sisteme taşır.

CTP malzemenin iki ana hammaddesi bulunmaktadır; doymamış polyester reçine ve cam elyafı. CTP üretiminde en yaygın olarak kullanılan doymamış polyester reçineler, takviyeli plastikler içinde termoset gurubunda yer alan reçinelerdir. El yatırması gibi basit kalıplama tekniklerden en karmaşık makineleşmiş kalıplama tekniklerine kadar her tür kalıplama tekniğine hitap eder. Polyester reçineler, çok geniş bir kimyasal aileyi kapsar ve genel olarak dibazik asitlerle polihidrik alkollerin kondensasyon reaksiyonu sonucunda elde edilirler.

Kullanılan dibazik asit türüne bağlı olarak, doymamış polyester reçineler, kompozitin genel amaçlı, kimyasal dayanımlı veya yüksek kimyasal dayanımlı olmasını sağlayacak şekilde "ortoftalik" , "izo-ftalik" veya "bisfenolik" olarak adlandırılır. CTP üretiminde kullanılan camelyafı, kum, alumina, kireç taşı, kolemanit, kaolen gibi geleneksel hammaddeler kullanılarak üretilmektedir.

Çok ince öğütüldükten ve homojen olarak karıştırıldıktan sonra, karışım yaklaşık 1600 °C sıcaklıktaki ergitme fırınına verilmekte ve burada yavaş yavaş sıvı hale dönüşen cam eriyiği, platin / rodyum alaşımli kovanlardan, bir sarma sistemi ile, yüksek hızda çekilmekte ve 10-25 mikron çapında elyaf olarak bobin haline getirilmektedir.

CTP, takviye malzemesi (camelyafı) ve taşıyıcı matriks'in (reçine) birlikte kalıplanması ile elde edilmektedir. Bu işlem, çok farklı metotlarla yapılabilirse de prensip, camelyafının, taşıyıcı reçine ile, uygun bir şekilde ıslatılmasıdır. Polyester reçineler, kimyasal bir reaksiyon ile polimerize edilerek, sert, çözülmeyen, ergimeyen bir madde haline dönüştürülmektedir.

CTP malzemenin kalitesi, (performansı), cam elyafı/reçine arasındaki bağın kuvveti ile doğru orantılıdır. Fiziksel performans, takviye malzemesi olan cam elyafının, CTP içindeki oranına, dağılımına ve CTP içindeki yönüne bağlıdır.

4.5.2. Kompozitlerin ve CTP' nin tarihçesi

Polimer kompozitlerde önemli adımları listelersek;

- 1913 - Fenolik reçine ve ağaç lifi ile formika.
- 1917 - Bakalit ve mika ile elektrik aksamı, elektrik motoru ile çalışan pervane.
- 1930 - İlk camelyafı üretimi.
- 1930 - Kondensasyon polimerizasyonu ile ilk polyester reçine üretimi.
- 1936 - Doymamış polyester reçine üretimi.
- 1940 - B-17 "Uçan Kale" bombardıman uçakları için Camelyafı ve polyesterden yapılmış kompozit parçalar.
- 1942 - CTP mayın tarama gemisi (US Navy).
- 1943 - Kağıt ve fenolik reçine ile uçak yakıt tankı.
- 1943 - Elyaf sarma ile bazuka namlusu.
- 1944 - Sandviç konstrüksiyon
- 1946 - Püskürtme metodunun kullanılmaya başlaması
- 1947 - Elyaf sarma roket gövdesi.
- 1950 - Kompozit radar gövdesi.
- 1951 - Pultruzyon ile balık oltası.
- 1961 - Karbon elyafı.
- 1965 - SMC-BMC otomotiv parçaları üretimi.
- 1965 - Vinil ester reçine ile yer altı yakıt tankları üretimi.
- 1965 - Tamamen kompozit otomobil gövdesi "Chevrolet Corvette".
- 1968 - Boeing 747'de 2000 adet kompozit parça kullanımı.
- 1970 - Tek parça banyo odası.
- 1970 - Bor elyafı ve epoksi malzemeden F-16 uçak dümeni üretimi.
- 1971 - Kevlar kurşun geçirmez yelek üretimi.
- 1976 - Karbon elyafı ve epoksi reçine ile yapılan yarış bisikletinin olimpiyat madalyası kazanması.
- 1980 - Depreme dayanıklı kompozit otoyol köprüleri.

CTP' nin tarihçesini listelersek;

- 1. yüzyıldan önce - Mısır tekneleri.
- 16. ve 17. yüzyıllar - Venedikli cam ustalarının cam eşya süslemeleri.
- 19. yüzyıl sonlan - Kravat, abajur vb için ipek ve cam lifi karışımı kumaşlar.

- 1930' lu yılların başı - Kesikli olarak ilk cam elyafı üretiminin başlaması.
- 1935 - İlk doymamış polyester reçine için patent.
- 1940 - 3M tarafından takviye amaçlı ilk cam elyafından şerit üretimi.
- 1942 - İlk CTP tekne üretimi.
- 1946 - CTP sivil hayata giriyor.
- 1946 - CTP kalıplama teknolojisi hakkında ilk patent alınıyor.
- 1950 - Pultruzyon tekniği gelişıyor, elyaf sarma teknolojik uygulamaya giriyor.
- 1952-1955 - Kırpılmış demetten keçe devreye giriyor. Tekne gövdeleri, otomobil gövdesi ve daha sonra devamlı levha ilk uygulamalar oluyor.
- 1966 - Günde 10 ton cam çeken fırın yapılıyor.
- 1970 - Günde 15-40 ton cam çeken ve 4 yıl ömürlü fırın yapılıyor.
- 1975- Türkiye'de camelyafı üretimi başlıyor.

O günden bugüne gelişmeler;

- Termoplastik reçinelerin takviye edilmesi ile yeni kullanım alanları oluşturulması,
- Kompozit performansının yükseltilmesi,
- Alçı ve betonun takviye edilmesi,
- Günde ~ 125 ton cam çekebilin ve 10yıl (hatta 15 yıl) ömürlü cam fırınları.

CTP, çeşitli mühendislik alanlarında, farklı kullanım yerlerine sahip bir kompozit malzemedir (Şekil 4.3.).



Şekil 4.3. CTP' nin farklı kullanım alanları

4.5.3. CTP üretim yöntemleri

CTP, yapılacak ürünün niteliğine uygun cam elyafı ve polyester reçine bir araya getirilerek uygun üretim metodu ve kalıp kullanılarak kalıplanır. CTP kalıplamasında kullanılan başlıca yöntemler şunlardır:

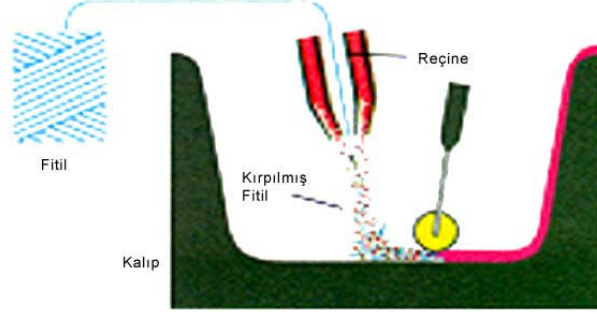
- **El yatırması metodu:** Geniş yüzeyli CTP kalıplaması için en çok kullanılan metottur. Kalıp ayırıcı uygulandıktan sonra jelkot uygulanır. Jelkot tabakasının

sertleşmesinden sonra cam elyafı ve polyester fırça veya yün rulo ile uygulanır (Şekil 4.4.). Düşük sabit yatırım gerektiren bir kalıplama yöntemi olan El Yatırması ile % 25-35 oranında cam elyafı ile takviyeli polyester ürün elde edilebilir.



Şekil 4.4. El yatırması metodu ile CTP' nin kalıplanması

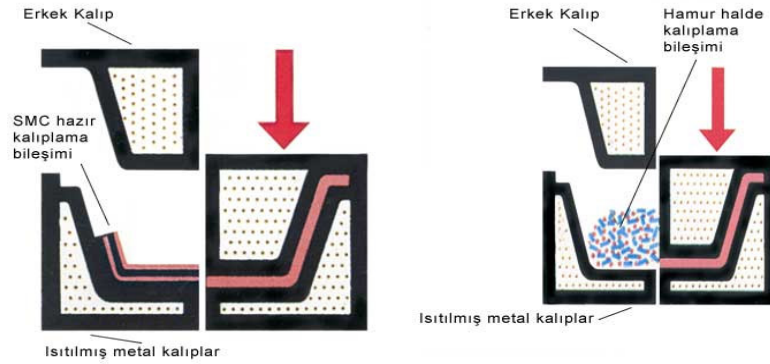
- **Püskürtme metodu:** El yatırması metodunun daha seri olarak uygulanmasını sağlayan bir kalıplama metodudur. Üretim sırasında kalıp üzerine polyester ve cam elyafı özel bir makine yardımı ile birlikte püskürtülür. Püskürtme metodunda, devamlı cam elyafından fitil, püskürtme işlemi sırasında 17-50 mm uzunluğunda kırılarak kullanılır (Şekil 4.5.). Geniş yüzeylerde seri üretim olanağı ve işçilikten tasarruf sağlar.



Şekil 4.5. Püskürtme metodu ile CTP' nin kalıplanması

- **Reçine enjeksiyonu metodu:** Bu üretim metodunda dişi ve erkek olmak üzere iki kalıp kullanılarak, iki yüzü düzgün ürün elde edilir. Reçine enjeksiyonu için üretilmiş özel cam keçe, kalıp üzerine yerleştirilir ve kalıplar kapatılır. Önceden hazırlanmış olan bir yolluktan basınç altında polyester, kalıp içine enjekte edilir. Reçine enjeksiyonu metodu ile daha seri ve ekonomik olarak el yatırmasına oranla daha kaliteli ürün elde edilir.

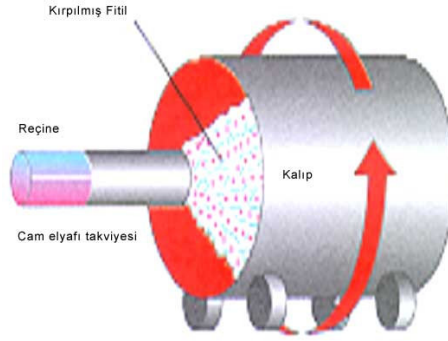
- **Soğuk pres metodu:** Bu kalıplama metodu için uygulanan basınç genellikle 1 kgf/cm² civarındadır. Metal kalıplara oranla daha ucuz olan CTP kalıpların da kullanılabilirdiği bu metotta 10-20 dakikaya düşen kalıplama süresi sağlanmaktadır. Şekil 4.6.' da soğuk pres metodu ile CTP' nin kalıplanması gösterilmektedir.



Şekil 4.6. Soğuk pres metodu ile CTP' nin kalıplanması

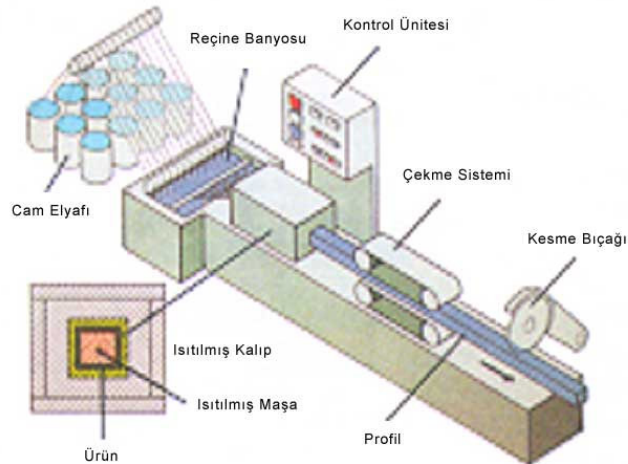
- **Elyaf sarma metodu:** Özellikle boru ve tank üretimi için kullanılan kalıplama metodudur. Devamlı cam elyafından fitillerin polyester banyosunda ıslatıldıktan sonra döner bir kalıp üzerine belirli açılarda sarılması şeklindedir.

- **Savurma döküm metodu:** Boru, depo ve direk gibi silindirik ürünlerin yapımında kullanılır. Döner bir kalıp içine cam elyafı ve polyester birlikte püskürtülür. Kalıbın dönmesinden meydana gelen merkezkaç kuvvet, laminatın kalıp yüzeyine yapışmasını ve her iki yüzü düzgün ürün elde edilmesini sağlar (Şekil 4.7.).



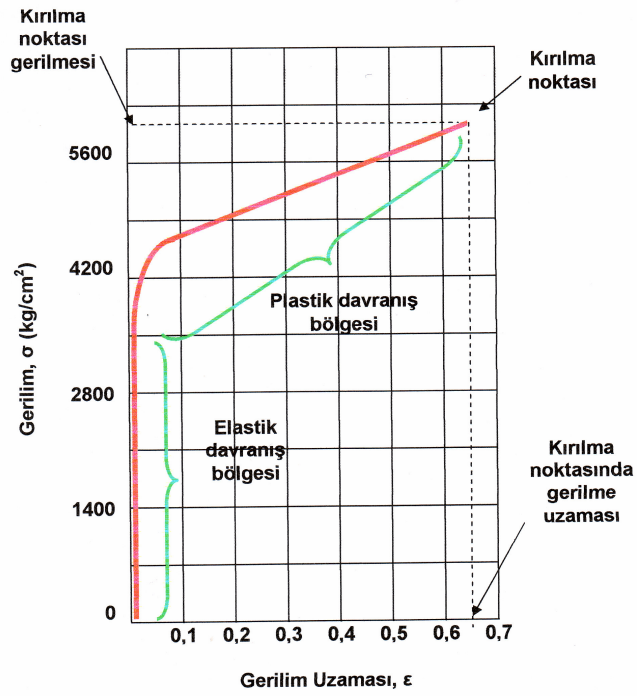
Şekil 4.7. Savurma döküm metodu ile CTP' nin kalıplanması

- **Profil çekme (pultruzyon) metodu:** Devamlı cam elyafından fitillerin polyester banyosundan geçirildikten sonra istenilen profilde bir sıcak kalıp içinden çekilirken sertleştirilmesi prensibine dayanır (Şekil 4.8.). Elyaf takviyesi yönünde çok dayanıklı ve cam elyafı oranı yüksek profil ürünler elde edilir [20].



Şekil 4.8. Profil çekme (Pultruzyon) metodu ile CTP' nin kalıplanması

ELASTİK- PLASTİK DEFORMASYON

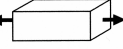
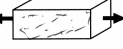
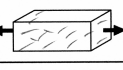

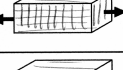



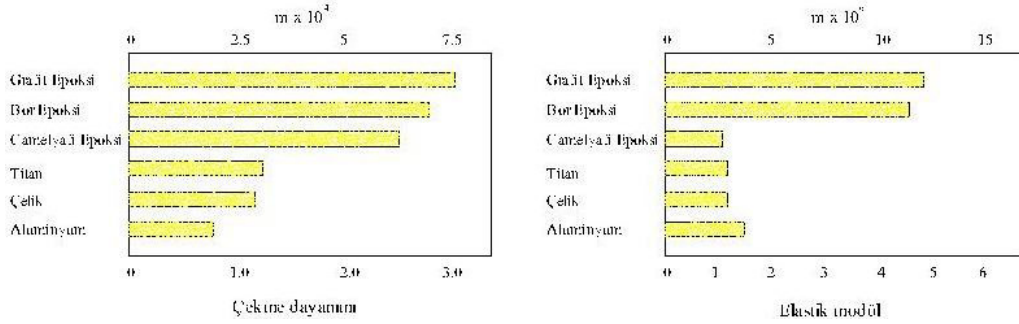
Şekil 4.9. Elastik-plastik deformasyon

Şekil 4.9.' da CTP' nin elastik-plastik deformasyon grafiği ve Tablo 4.4.' de ise CTP üretiminde kullanılan takviye biçiminin mekanik özelliklere etkisi görülmektedir.

Tablo 4.4. Takviye biçiminin mekanik özelliklere etkisi

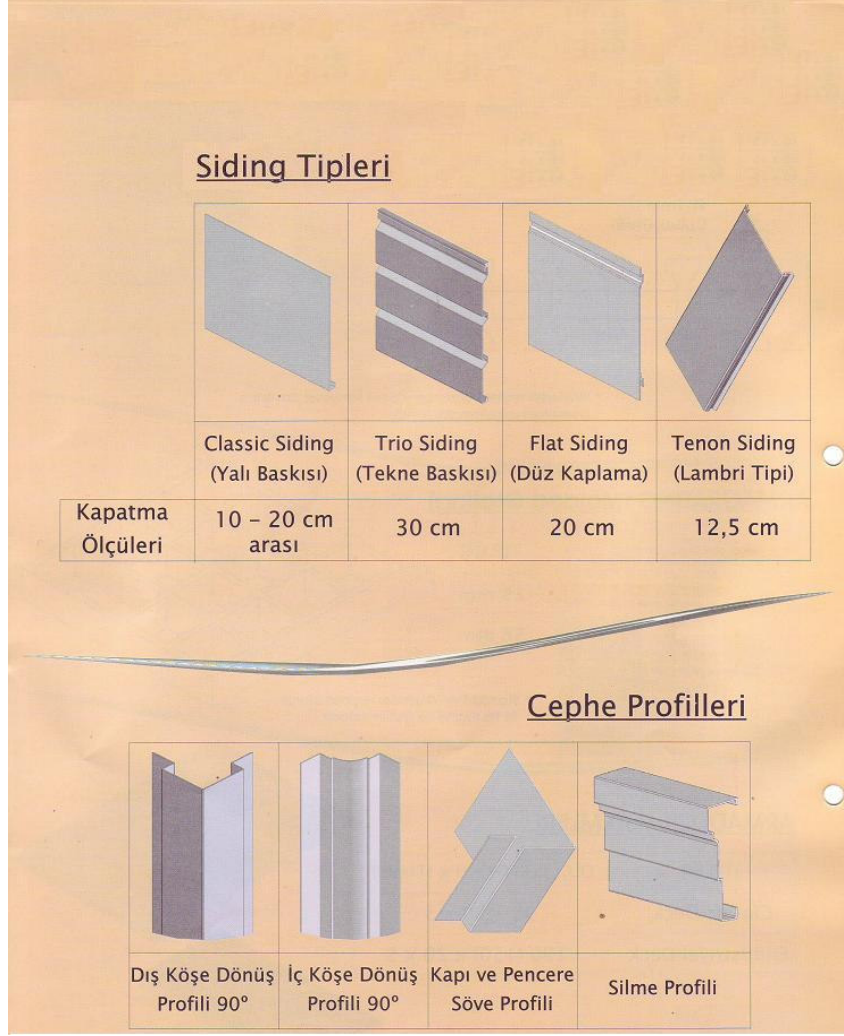
TAKVİYE BİÇİMİNİN MEKANİK ÖZELLİKLERE ETKİSİ

SİSTEM (GERİLME YÖNÜ)	DOLGU, BİÇİM VE TAKVİYE YÖNÜ	ÇEKME DAYANIMI Kg / cm ²	RIJİTLİK E MODÜLÜ Kg / cm ²	İZİN VERİLEN GERİLME UZAMASI %	HACIMSAL DOLGU ORANI %
DOLGUSUZ REÇİNE		700-850	21.000-28.000	4-5	0
PARTİKÜL DOLGULU		630-740	105.000-120.000	2.0-2.5	50
ENİNE KISA LİF DOLGULU		385	985.000	0.4-0.5	50
BOYUNA KISA LİF DOLGULU		2800	315.000	0.6-1.0	50
ENİNE DEVAMLILIF DOLGULU		280-420	126.000-147.000	0.4	60
BOYUNA DEVAMLILIF DOLGULU		9240-11250	443.000-478.000	2.0	60



Şekil 4.10. Spesifik çekme dayanımı ve elastik modül

Ülkemizde CTP her alanda kullanılmaktadır. Cephe kaplaması olarak genelde endüstri yapılarında kullanılmasına karşın konut için üretimine başlanmıştır. Şekil 4.11. ve Tablo 4.5.' de CTP profiller ve teknik özellikleri görülmektedir.



Şekil 4.11. CTP profil detayları

Tablo4.5. CTP cephe profillerinin teknik özellikleri

FİZİKSEL ÖZELLİKLER			
ÖZELLİK	TEST	BİRİM	DEĞER
Barkol sertliği	ASTM D-2583	--	50
24 saatte su emişi	ASTM D-570	%100 max	0,45
Yoğunluğu		g/cm ³	1,8
Isıl uzama katsayısı	ASTM C 177-93	K ⁻¹	16-22

ELEKTRİKSEL ÖZELLİKLER			
ÖZELLİK	TEST	BİRİM	DEĞER
Spesifik geçirgenlik	NDE 0803 90-41	W cm	10 ¹⁰ 10 ¹⁴
Yüzey geçirgenliği	NDE 00808 130-93	W cm	10 ¹⁰ 10 ¹⁸
Dielektrik sabiti	DIN 53 483-69	--	0,03

Dielektrik kaybı faktörü	DIN 53 483-70	--	<5
--------------------------	---------------	----	----

TERMAL ÖZELLİKLER			
ÖZELLİK	TEST	DEĞER	
Tünel testi	E-84 Flame spread	25 max	
Yanıcılık	D-635	Yanmaz	
MEKANİK ÖZELLİKLER			
ÖZELLİK	TEST	BİRİM	DEĞER
Çekme dayanımı, 0°	EN ISO 527-4	Mpa	240
Çekme dayanımı, 90°	EN ISO 527-4	Mpa	50
Basma dayanımı, 0°	DIN 53 454-71	Mpa	240
Basma dayanımı, 90°	DIN 53 454-71	Mpa	70
Eğilme dayanımı, 0°	EN 13706-2:2002	Mpa	240
Eğilme dayanımı, 90°	EN 13706-2:2002	Mpa	100
Kesme dayanımı	ASTM D2344-84	Mpa	25
Çentik darbe dayanımı, LW	EN 13706-2:2002	Mpa	150
Çentik darbe dayanımı, CW	EN 13706-2:2002	Mpa	70
Bükülme dayanımı, 0°	DIN/EN 63-77	Mpa	200-450
Bükülme dayanımı, 90°	DIN/EN 63-77	Mpa	40-180
Elastisite modülü, E _{0°}	DIN 53 457-87	Mpa	25000
Elastisite modülü, E _{90°}	DIN 53 457-87	Mpa	8500
Kesme modülü	ASTM D2344-84	Mpa	3000
Poisson oranı V _{0°,90°}		--	0,23
Poisson oranı V _{90°,0°}		--	0,09
Darbe dayanımı, 0°	DIN 53 453-75	kJ/m ²	40-125
Darbe dayanımı, 90°	DIN 53 453-75	kJ/m ²	20-100

CTP cephe kaplama ürünleri, vinil sidinglere benzer şekilde monte edilirler. Köşe ve söve profiller basit bağlantı elemanları ile uygulama alanına monte edilir. Siding profilleri ise duvara monte edilir, ikinci siding profili ilk sidingin eteğine takılır monte edilir ve üçüncü siding eklenir, bu şekilde duvara örülme sağlanır [21].

4.6. Plastik Dış Cephe Uygulamaları ve Karşılaşılan Sorunlar

Plastik esaslı kaplamaların özelliklerinden Bölüm 3.4.7.' de bahsetmiştik. Şekil 4.12 a, b, c' de uygulama örnekleri verilmiştir.



(a)



(b)



(c)

Şekil 4.12. Plastik kaplama örnekleri

Plastik dış cephe kaplamalarının sahip olduğu dezavantajlar neticesinde, zamanla bir takım sorunlar ortaya çıkmaktadır. Bildiğimiz üzere plastik kaplamalar termoplastik sınıftır ve darbe dayanımı termosetlere göre azdır. Şekil 4.13' de darbe sonucu hasar görmüş olan plastik kaplama örneği verilmiştir.



Şekil 4.13. Darbe sonucu hasar gören plastik kaplama örneği

Bu ve bunun gibi olası hasarlar neticesinde, karşımıza bu hasarların oluşumunu engelleyecek dayanıklılıkta bir malzeme sorusu gelmektedir. CTP, termoset kompozit malzeme özelliği itibariyle, plastiğin bu dezavantajlarını ortadan kaldırarak avantaj haline getirmektedir. Üstün darbe dayanımı neticesinde darbesel hasarlara engel olmakta, ısı ve ses iletkenliğinin az olması neticesinde de ayrıca bir ısı ve ses yalıtım malzemesi kullanılma gereksinimini de egale etmektedir.

4.7. Dış Cephede CTP Uygulamaları

İnşaat alanında üstün özellikleri neticesinde yıllardır çeşitli şekillerde kullanılan CTP, cephe ürünlerinde de kullanılmaya başlanmıştır. Endüstri yapılarında, çatı kaplamalarında, cephe yardımcı elemanlarında sıklıkla kullanılmaktadır (Şekil 4.14.).



Şekil 4.14. CTP' nin cephelerde uygulanması

4.8. CTP' nin Avantajları

CTP kaplamalar, güneşten gelen ultraviyole ışınlarına karşı PVC kaplamalara oranla daha dirençlidir. Tuğla, beton, ahşap ya da çelik binalarda kullanılabilirler. Korozyon dayanımına sahiptirler. Dielektriksel özelliktedirler. CTP malzemeler tasarım esnekliği ile değişik ihtiyaçlara cevap verebilirler. Aynı zamanda kalıplama esnekliği sayesinde değişik metodlarla üretilmektedirler. Bakım gerektirmezler, hurda değerleri yoktur. Kolay tamir edilebilirler. Kendinden renklendirilebilme olanakları vardır. İstenildiğinde ışık geçirgenlik özelliği sağlanabilir. Düşük araç-gereç maliyeti ve yüksek amortisman süresine sahiptirler.

4.9. Plastik ile CTP Kaplamamın Karşılaştırılması

CTP, plastik kaplamaların yapısal dezavantajlarını ortadan kaldırmaktadır. Aynı zamanda yapısı gereği, plastik kaplama malzemelerinin avantajlarını da bünyesinde barındırmaktadır.

Plastik kaplamalar hava koşullarına , güneş ve UV ışınlarına, kimyasal etkilere uzun bir zaman dayansalar da, bir süre sonra yüzeylerinde bozunma görülebilmektedir. CTP kaplama ise dayanıklılık olarak plastik kaplamalara göre üstün niteliktedir.



Şekil 4.15. Plastik cephe kaplaması



Şekil 4.16. CTP cephe kaplaması

Estetik açıdan CTP kaplama ile plastik kaplama arasında çok fazla bir fark yoktur. Plastik kaplamaların çoğunlukla tercih edilmesinin en önemli sebeplerinden biri, estetik görünümüdür. Bu yüzden CTP kaplama yapılması görünüm açısından

plastığe oranla bir dezavantaj teşkil etmez. Şekil 4.16 ve 4.17.' de plastik ve CTP kaplamaları görülmektedir. Montajı, plastiklerle aynıdır, fakat malzeme sertliği sebebiyle ufak farklar olabilir.

CTP, plastiğe oranla yüksek dayanım özelliklerine sahiptir. CTP kaplamaların çekme dayanımı 90° için 50MPa, 0° için 250MPa iken, plastik kaplamanın çekme dayanımı 40MPa' dır. CTP' nin elastisite modülü 8500 MPa iken, plastik kaplamanın 2200MPa' dır. Isı iletkenlik katsayısı (λ) CTP'de 0,2 kcal/mh°C iken plastik kaplamalarda 0,19 kcal/mh°C' dır.

Uygulama süreleri olarak hemen hemen aynıdır. İki malzeme de uygulama alanına rahatlıkla insan gücüyle taşınabilir ve üretim süresi genel olarak 25-30 m/dk' dır. İki üründe su ile rahatça temizlenebilmektedir, bakım gerektirmez. CTP, ürün teknik yapısı ve üretim şeklinden dolayı maliyeti plastiğe oranla daha yüksektir. Plastik kaplama üretim maliyeti, 10-15 YTL/m² iken, CTP kaplama maliyeti, uygulanacak profile bağlı olarak 1,67 ile 6,39 €/m arasında değişmektedir (Tablo 4.6 - 4.7.).

Tablo 4.6. CTP ve PVC kaplama özellik tablosu

ÖZELLİKLER	PVC KAPLAMA	CTP KAPLAMA
Çekme dayanımı	40 Mpa	50 Mpa
Basma dayanımı	60 Mpa	70 Mpa
Darbe dayanımı	15-77,5 kJ/m ²	20-100 kJ/m ²
Yoğunluk	1,35 g/cm ³	1,8 g/cm ³
Elastisite modülü	2200 Mpa	8500 Mpa
Isıl iletkenlik	0,19 W/mK	0,2 W/mK
24 saatte su emişi	54%	45%
Birim ağırlık	1,7 kg/m ²	1,85 kg/m ²
Yanıcılık	B1 sınıfı	yanmaz
Renk	Çeşitli renklerde üretilebilir	Çeşitli renklerde üretilebilir
Yüzey dokusu	Düz, ahşap dokulu	Düz, ahşap dokulu
Bakım onarım sıklığı	Bakım gerektirmez	Bakım gerektirmez
Temizlenebilme	Su ile rahatça temizlenebilir	Su ile rahatça temizlenebilir
Taşıma kolaylığı	Kolaylıkla taşınır	Kolaylıkla taşınır
Üretim süresi	25-30 m/dk	25-30 m/dk
Işık geçirgenliği	Işık geçirmez	Işık geçirmez
Ortalama maliyet	10-15 YTL	35-40 YTL

Tablo 4.7. CTP kaplama profilleri fiyat tablosu (m²)

Profil Tipi	W (mm)	H(mm)	S(mm)	Ağırlık (kg/m)	Birim fiyatı (m ²)
SIDING KLASİK	96	30	2	0.840	62.500 YTL
SIDING TENON	125	35	2	0.700	40.00 YTL
SIDING TRIO	300	30	2	1.650	38.33 YTL
SIDING FLAT	200	10	2	1.050	35.00 YTL

Tablo 4.8. CTP kaplama yardımcı profilleri fiyat tablosu (m)

Profil Tipi	W (mm)	H(mm)	S(mm)	Ağırlık (kg/m)	Birim fiyatı (m)
SIDING KLASİK MON.PROF.	30	10	3	0.300	3.00 YTL
SIDING TENON MON.PROF.	30	10	5	0.418	4.00 YTL
İÇ KÖŞE PROF.	100	100	2	1.675	5.00 YTL
DIŞ KÖŞE PROF.	100	100	2	1.946	7.50 YTL
SÖVE PROFİLİ	250	150	2	1.150	8.00 YTL

BÖLÜM 5. SONUÇLAR VE ÖNERİLER

İnsanlar bugüne kadar, gereksinim duyduğu yaşam alanlarını oluşturan yapı ürünlerinin seçimini, sınırlı sayıdaki ürün (taş, toprak, ahşap vb.) arasından görgü, gelenek ve deneyime dayalı olarak yapmaktaydı. Ürünlerin uzun süreli kullanımından dolayı tüm özellikleri bilinmekte ve mevcut bilgiyi sistemli bir yapıya dönüştürmeye gerek duyulmamaktaydı.

Son yıllarda ise yapı üretimi ve sosyal yapıda izlenen değişimler ve bunun sonucunda gelişme gösteren yapı ürünleri alanındaki yeni buluşlar, teknolojiler, teknikler ve istemlerle pek çok yeni ürün geliştirilmiştir. Bunun yanında ürün özelliklerinde de gelişmeler gözlenmiştir.

Gelişen ve güçlenen yapı ürünleri piyasası içinde, çok sayıda tür ve nitelikte üretilerek geniş bir kullanım alanına sahip olan dış cephe kaplama ürünlerinin seçim ve değerlendirilmesinde de aynı sorunlarla karşı karşıya kalınmaktadır. Birçok ürünün bir araya getirilmesi sonucu ortaya çıkan yapıda, yüzey olarak en fazla alam kaplayan ve doğrudan çevresel etmenler altında kalan yapı ögesi dış duvarlardır. Dış duvarlar çoğu zaman yapıya estetik bir anlam katmak ya da tüm çevresel etmenlerin zararlı etkilerine karşı korunmak amacıyla kaplama ürünleriyle kaplanır. Kaplama ürünlerinde önemli olan, çevresel etmenlerden kaynaklanan gereksinimleri karşılayabilecek özellikleri taşımaktır.

Dış duvar kaplama ürünleri, yapının kullanım amaçlarına uygun olarak gereçlerine göre taş, seramik, metal, ahşap, cam, beton, sıva ve boya ya da plastik kökenli ve uygulamaları da değişik biçimlerde olabilmektedir. Son yıllarda plastik kökenli kaplama malzemeleri önem kazanmış ve dış cephe kaplamaları skalasında kendine geniş bir yer edinmiştir. Ürün kullanımı arttıkça, olumlu ve olumsuz yönleri de geliştirilmeye başlanmıştır. Estetiği, hafifliği, kullanım ve bakım rahatlığı gibi özelliklerinin yanısıra dayanımsal özelliklerinin kimi zaman yetersiz kalışı

neticesinde, daha dayanımlı, aynı zamanda olumlu tüm özelliklerini de barındıran bir malzeme arayışına gidilmektedir. Bu arayışlar neticesinde de plastik esaslı kompozit kullanma kavramı keşfedilmeye başlanmıştır.

Cam takviyeli plastikler yıllardır tüm sektörlerde değişik amaçlı olarak kullanılmakta ve performanslarıyla göz doldurmaktadır. Cephe kaplaması olarak uygulandıklarında kullanıcının tüm beklentilerini karşılayacak düzeydedirler. Hafiflik, sağlamlık, yalıtkanlık, estetik, bakım ve onarım gerektirmemesi, yanıcı olmaması gibi avantajları neticesinde cephe kaplamaları arasında gelecekte ön sırada yer alacaktır.

KAYNAKLAR

- [1] ERİÇ, M., “Yapı Fiziği ve Malzemesi”, Literatür Yayınları 2, İstanbul, 1994.
- [2] KOCATAŞKIN, F., “Yapı Malzemesi Bilimi, Özellik ve Deneyler”, Apraz Matbaacılık, İstanbul, 1995.
- [3] TOYDEMİR, N., GÜRDAL, E., TANAÇAN, L., “Yapı Elemanı Tasarımında Malzeme”, Literatür Yayınları, 1993.
- [4] GÜRDAL, E., ERSOY, H.Y., “Boya ve Sıvı Kaplamalar Kurs Notları”, YEM, 17-28 Aralık 1987.
- [5] ŞİMŞEK, O., “Yapı Malzemesi 1”, Beta Basın Yayım Dağıtım, İstanbul, 2003.
- [6] TOYDEMİR, N., “Cam Yapı Malzemeleri”, Sakarya Gazetecilik ve Matbaacılık Tic. A.Ş., Eskişehir, 1990.
- [7] ERİÇ, M., “Yapı Fiziği ve Malzemesi” Literatür Yayınları, İstanbul, 2002.
- [8] SEV, A., “Yüksek Binalarda Uygulanan Cephe Sistemleri”, İnşaat Dünyası Dergisi-204, S.96-104, İstanbul, 2002.
- [9] TÜRKÇÜ, Ç., “Yapım”, Birsen Yayınları, İstanbul, 2000.
- [10] TSE, “Doğal Yapı Taşları”, TSE 2513, Ankara, 1997.
- [11] KİPER, A., “Yapı Fiziği Açısından Günümüz Cephe Sistemlerinin Analizi”, Yüksek Lisans Tezi, İTÜ, İstanbul, 1992.

- [12] SARISOY, S., SEZGİN, J., “Granit ve Uygulamaları”, Yapıda Dış Kabuk Semineri, YEM, İstanbul, 1995.
- [13] ÇORAPÇIOĞLU, K., “Taş Kültür ve Teknikleri”, Doktora Tezi, MSÜ Mimarlık Fakültesi, İstanbul, 1995.
- [14] KETİN, İ., “Genel Jeoloji” İTÜ Vakfı Yayınları, İstanbul, 1994.
- [15] KOMAN, İ., “Dekoratif Beton Kaplamalar”, Dizayn Konstrüksiyon Mimarlık, İnşaat Dergisi, İstanbul, 2005.
- [16] AVLAR, E., “Ahşap Yapı Dersi Ders Notları” YTÜ Mimarlık Fakültesi, İstanbul, 2003.
- [17] ONARAN, K., “Malzeme Bilimi”, Bilim Teknik Yayınevi, İstanbul, 2000.
- [18] YÜCEDAĞ, G., “PVC Esaslı Cephe Kaplama Malzemelerinde Yalıtım Uygulamalarının Yapı Fiziği Açısından Değerlendirilmesi” Dünya İnşaat, İstanbul, 2004.
- [19] ERSOY, H.,Y., “Kompozit Malzeme”, Literatür Yayınları, İstanbul, 2001.
- [20] “Kompozitlere Giriş Ders Notları”, Cam Elyaf Sanayi A.Ş., 2006.
- [21] www.armaplast.com.tr
- [22] www.camelyaf.com.tr

ÖZGEÇMİŞ

Fulden ÖZMERAL, 02 Mayıs 1979 yılında İstanbul' da doğdu. İlk orta ve lise öğrenimini Çanakkale'de tamamladı. 1998 yılında Sakarya Üniversitesi Teknik Eğitim Fakültesi Yapı Eğitimi Bölümünü kazandı ve 2002 yılında mezun oldu. Aynı yıl Sakarya Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü Yapı Eğitimi Anabilim Dalında Yüksek Lisans öğrenimine başladı. 2003-2005 yıllarında İstanbul'da Orson Mimarlık Atelyesi Ltd. Şti.'nde çalıştı. Halen İstanbul'da Yapı Proje Merkezi San. Tic. A.Ş.'de çalışmakta ve Yüksek Lisans Öğrenimini sürdürmektedir.