

**T.C.
HALIÇ ÜNİVERSİTESİ
FEN BİLİMLERİ ENSTİTÜSÜ
MİMARLIK ANABİLİM DALI
MİMARLIK PROGRAMI**

**KOMPOZİT KAPLAMALI DIŞ CEPHE
SİSTEMLERİNİN ÜRETİMİ VE UYGULAMASINDA
DİKKAT EDİLMESİ GEREKENLERİN İNCELENMESİ**

YÜKSEK LİSANS TEZİ

**Hazırlayan
Özge KANDEMİR**

**Danışman
Yrd.Doç.Dr. Julide EDİRNE ERDİNÇ**

İstanbul – 2017

**T.C.
HALIÇ ÜNİVERSİTESİ
FEN BİLİMLERİ ENSTİTÜSÜ
MİMARLIK ANABİLİM DALI
MİMARLIK PROGRAMI**

**KOMPOZİT KAPLAMALI DIŞ CEPHE
SİSTEMLERİNİN ÜRETİMİ VE UYGULAMASINDA
DİKKAT EDİLMESİ GEREKENLERİN İNCELENMESİ**

YÜKSEK LİSANS TEZİ

**Hazırlayan
Özge KANDEMİR**

**Danışman ve Tez Jürisi
Yrd.Doç.Dr. Julide EDİRNE ERDİNÇ (Danışman)**

İstanbul – 2017

Tez onay sayfası

FEN BİLİMLERİ ENSTİTÜSÜ MÜDÜRLÜĞÜNE

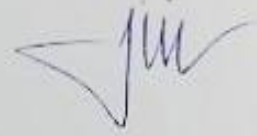
Mimarlık A.B.D. Yüksek Lisans öğrencisi Özge KANDEMİR tarafından hazırlanan "Kompozit Kaplamalı Dış Cephe Sistemlerinin Üretimi Ve Uygulamasında Dikkat Edilmesi Gerekenlerin İncelenmesi" konulu çalışması jürimizce Yüksek Lisans Tezi olarak kabul edilmiştir.

Tez Savunma Tarihi : 28.02.2017

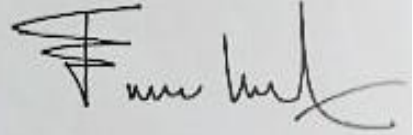
(Jüri Üyesinin Ünvanı, Adı, Soyadı ve Kurumu)

İmzası

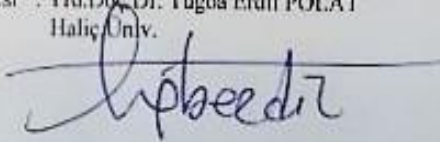
Jüri Üyesi : Yrd.Doç.Dr. Jülide Edime Erdiç
Haliç Üniv. (Danışman)



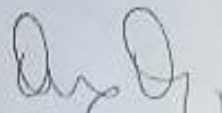
Jüri Üyesi : Yrd.Doç.Dr. Emre KAVUT
Mimar Sinan.Güzel Sanatlar.Ünv



Jüri Üyesi : Yrd.Doç.Dr. Tuğba Erdil POLAT
Haliç Üniv.



Bu tez Enstitü Yönetim Kurulunca belirlenen yukarıdaki jüri üyeleri tarafından uygun görülmüş ve Enstitü Yönetim Kurulunun kararıyla kabul edilmiştir.


Prof. Dr. Oya Oğuz
Fen Bilimleri Enstitüsü Müdür V.

ÖNSÖZ

Tez çalışmam sırasında kıymetli bilgi, birikim ve tecrübeleri ile bana yol gösterici ve destek olan değerli danışman hocam Yrd. Doç. Dr. Julide Edirne 'ye ilgisini ve önerilerini göstermekten kaçınmayan Y.Mimar Kevork MALHASYAN'a sonsuz teşekkür ve saygılarımı sunarım.

Aynı zaman da yüksek lisans eğitimim boyunca yardımlarından dolayı Yrd.Doç. Dr. Gözde ÇAKIR KIASIF'a ve Yrd. Doç. Dr. Tuğba ERDİL POLAT 'a teşekkürlerimi iletmeyi borç bilmekteyim.

Tüm hayatım boyunca desteklerini biran olsun esirgemeyen ve başarımın en büyük kaynağı olan babam İsmet KANDEMİR, ablam Kader KANDEMİR ve annem Kebire KANDEMİR'e sonsuz teşekkür ederim.

Çalışmamın akademik çevreye iş dünyasına faydalı olması dileği ile...

İstanbul, 2017

Mimar Özge KANDEMİR

İÇİNDEKİLER

Sayfa No.

KISALTMALAR.....	III
ŞEKİLLER	IV
TABLolar	VII
ÖZET	VIII
SUMMARY.....	IX
1.GİRİŞ.....	1
2. KOMPOZİT MALZEME TANIMI VE KAPSAMI.....	3
2.1. Kompozit Tanımı.....	3
2.2. Kompozit Tarihçesi	5
2.3. Kompozit Malzemenin Genel Özellikleri.....	10
2.3.1. Kompozit Malzemelerin Isı Yalıtımı	13
2.3.2. Kompozit Malzemelerin Ses Yalıtımı	15
2.3.3. Kompozit Malzemelerde Hafiflik	18
2.3.4. Kompozit Malzemelerdeki Düşük Yanıcılık.....	19
2.4. Kompozit Malzemenin Sınıflandırılması	22
2.4.1. Fiber Takviyeli Kompozitler	22
2.4.2. Tabakalı Kompozitler.....	25
2.4.3. Tanecikli Kompozitler.....	29
2.5. Kompozit Bileşenleri.....	31
2.5.1. Plastik matris malzemeleri (Polimerler).....	32
2.5.2. Metal matris malzemeleri	43
2.5.3. Yüksek sıcaklık matrisleri	45
2.6. Kompozit Malzemenin Kullanım Alanları	46
2.6.1. Havacılık Sanayi	46
2.6.2. Denizcilik Sanayi	49
2.6.3. Spor Araçları ve Gereçleri.....	49
2.6.4. Korozyona Dayanıklı Ürünler	50
2.6.5. Sağlık.....	51
2.6.6. Ulaşım	51
2.6.7. Otomotiv.....	51
2.6.8. Müzik aletleri	53
2.6.9. Yapı sektörü	54
3. KOMPOZİT KAPLAMALI DIŞ CEPHE SİSTEMLERİNİN ÜRETİMİ VE UYGULAMA	58
3.1. Dış Cephede Kullanılan Kompozit Malzemelerin Üretim Yöntemleri	58
3.1.1. El Yatırması Yöntemi.....	58
3.1.2. Püskürtme Yöntemi.....	59
3.1.3. Reçine Enjeksiyon Yöntemi.....	61
3.1.4. SMC/BMC Hazır Kalıplama Bileşimleri Yöntemi	63
3.1.5. Elyaf Sarma Yöntemi	64
3.1.6. Savurma Döküm Yöntemi.....	65

3.1.7. Profil Çekme Yöntemi	65
3.1.8. Sürekli Levha Üretim Yöntemi	67
3.1.9. Termoplastik Enjeksiyon Metodu – Ekstrüzyon Yöntemi	68
3.1.10. Preslenebilir Takviyeli Termoplastik (GMT) Yöntemi.....	69
3.2. Dış Cephede Kullanılan Kompozit Malzeme Türleri.....	70
3.2.1. Metal Kompozit Paneller	70
3.2.2. Ahşap Kompozit Paneller.....	75
3.2.3. Betonarme Kompozit Paneller	76
3.2.4. Mineral Kompozitler	77
3.3. Kompozit Dış Cephe Kaplamaları Uygulama Yöntemleri.....	78
3.4. Kompozit Dış Cephe Kaplamaları Uygulamada Dikkat Edilmesi Gerekenler	84
3.4.1 Kompozit Dış Cephe Kaplamalarında Karşılaşılan Sorunlar.....	86
3.4.2. Kompozit Dış Cephe Kaplamalarının Avantajları	89
3.5. Dış Cephede Kullanılan Kompozit Malzemeler Dünya Örnekleri.....	89
3.6. Dış Cephede Kullanılan Kompozit Malzemeler Türkiye Örnekleri...	99
SONUÇ	111
KAYNAKÇA	113
ÖZGEÇMİŞ.....	117

KISALTMALAR

AVM	: Alışveriş Merkezi
BMC	: Reçine transfer kalıplama
CTÇ	: Cam elyaf takviyeli beton
CTP	: Cam takviyeli plastik
EPS	: Genleştirilmiş polistren
ETICS	: Harici ısı yalıtımı kompozit sistemleri
GMT	: Preslenebilir takviyeli termoplastik
HBCD	: Hexabromocyclododecane
PVDF	: Polivinilidenflorit
SiC	: Silikon carbide
SMC	: Sac kalıp bileşiminin
UHMWPE	:Yüksek moleküler ağırlıklı polietilen

ŞEKİLLER

	Sayfa No.
Şekil 2.1. Çatı Kompozit Form	3
Şekil 2.2. Kompozit Malzemelerde Matris ve Çatı (Takviye) Elemanı Ayrımı	4
Şekil 2.3. Yapılarda Ahşap Kompozit Parke Malzeme Kullanımı	5
Şekil 2.4. Kerpicin Yapılışı.....	6
Şekil 2.5. Anadol'un Kompozit Malzemedeki Kaportası	7
Şekil 2.6. Betonun Yapısı	8
Şekil 2.7. İnşaata Beton Kalıbı Örneği	8
Şekil 2.8. Kompozit Malzeme Birleşim Örneği.....	11
Şekil 2.9. Isı Yalıtımı İçin Dış Kaplama Örneği.....	14
Şekil 2.10. Kompozit Kaplamalı Dışı Cephesi Olan Bina Örneği.....	15
Şekil 2.11. Yapılarda Kompozit Malzemelerin Sağladığı Ses Yalıtımı ve Ses Absorbsiyonu.....	16
Şekil 2.12. Ses Yalıtımı Kapsamında Yapılan Kaplama Örneği	17
Şekil 2.13. Isı Yalıtımı Yapılmış Oda Örneği.....	17
Şekil 2.14. Fiber Elyafların Kompozitteki Konumu	22
Şekil 2.15. Tabakalı Kompozit Malzeme Örneği	26
Şekil 2.16. Bal Peteği Formunda Sandviç Kompozit Malzeme.....	26
Şekil 2.17. Tabakalı Kompozit Malzemenin Birleşimi.....	27
Şekil 2.18. Dış Cephe Kaplamalarında Kullanılan Tabakalı Kompozitler	29
Şekil 2.19. Tanecikli Kompozit Malzemesi.....	30
Şekil 2.20. Monomer İle Polimerlerin Yapısı	32
Şekil 2.21. Monomer, Polimer ve Polimerizasyon	33
Şekil 2.22. Cam Takviyeli Polyester Depo	35
Şekil 2.23. Poliüretan Köpük Örneği	36
Şekil 2.24. PE Borular.....	38
Şekil 2.25. POM Yapı Parçaları.....	39
Şekil 2.26. PA İplik.....	39
Şekil 2.27. Arkilik Saydam Levhalar ile Arkilik İplikler	40
Şekil 2.28. PVC Pencere	40
Şekil 2.29. Teflon Tava.....	41

Şekil 2.30. Kauçuk Parke Örneği.....	43
Şekil 2.31. Metal Matrisli Kompozit Malzeme Örneği.....	44
Şekil 2.32. F-16 uçağındaki Seramik Matrisler	45
Şekil 2.33. Karbon Kompozit Örneği	46
Şekil 2.34. Kompozit Malzeme Havacılık Sanayi Uygulamaları	47
Şekil 2.35. Formula Araçlarında Kullanılan Kompozit Malzeme	52
Şekil 2.36. CTP ile Yapılan Pencere Nüveleri.....	55
Şekil 2.37. Kompozit Malzemelerden Üretilen Prefabrik Bina Örneği.....	55
Şekil 2.38. Karbon Fiberlerin Yapıların Güçlendirilmesinde Kullanılması ..	56
Şekil 2.39. Hasar Gören Yapılarda Lifli Polimer Güçlendirme.....	56
Şekil 3.1. El Yatırması Yöntemiyle Yapılan Dış Cephe Kaplaması.....	58
Şekil 3.2. El Yatırma Yöntemiyle Yapılan Dış Cephe Kaplama Örneği.....	59
Şekil 3.3. Püskürtme Yöntemiyle Dış Cephe Kaplama	60
Şekil 3.4. Püskürtme Yöntemiyle Dış Cephe Kaplama Örneği	60
Şekil 3.5. Reçine Enjeksiyonu Yöntemi	61
Şekil 3.6. Reçine Enjeksiyonu Yöntemi Örneği	62
Şekil 3.7. SMC Hazır Kalıplama Üretim Şekli.....	63
Şekil 3.8. BMC Pres Kalıplama Üretimi Örneği	64
Şekil 3.9. Elyaf Sarma Yöntemi Örneği.....	64
Şekil 3.10. Savurma Döküm Yöntemi	65
Şekil 3.11. Profil çekme yönteminin genel gösterimi.....	66
Şekil 3.12. Sürekli levha üretim yöntemi imalat şeması.....	68
Şekil 3.13. Direk ve Endirek Ekstrüzyon Yöntemi.....	69
Şekil 3.14. Preslenebilir Takviyeli Termoplastik (GMT) Yöntemi.....	70
Şekil 3.15. Alüminyum kompozit panel katmanları	71
Şekil 3.16. Yangına dayanıklı alüminyum kompozit panel katmanları.....	72
Şekil 3.17. Alüminyum kompozit panel montaj detayı	73
Şekil 3.18. Sandviç panel	74
Şekil 3.19. Sandviç Panellerin Üretim Biçimi	75
Şekil 3.20. Ahşap Kompozit Panel	76
Şekil 3.21. Betonarme Kompozit Paneller.....	76
Şekil 3.22. ETICS uygulama örnekleri	78
Şekil 3.23. Kompozit Dış Cephe Kaplamalarında Kullanılan Malzemeler ...	79
Şekil 3.24. Kompozit Dış Cephe Kaplamalarında Mekanik Sabitleme Elemmanı Olarak Kullanılan Dubeller	82
Şekil 3.25. Kompozit Dış Cephe Kaplamalarında Yapıştırma Harcı.....	83
Şekil 3.26. Kompozit Dış Cephe Kaplamalarında Sıva Filesı Örneğı	84

Şekil 3.27. Kompozit Dış Cephe Kaplamalarının Seçiminde Dış Faktörler..	86
Şekil 3.28. Darbeyle birlikte Zarar Gören Plastik Kompozit Kaplama Örneği	87
Şekil 3.29. Polat Tower’da Çıkan Yangının Dış Cephe Kaplamalarında İlerleyişi.....	88
Şekil 3.30. Venedik’te bir otel dış cephesi.....	90
Şekil 3.31. Leeds Metropolitan Üniveristesi Öğrenci Yurdu.....	91
Şekil 3.32. Metal kompozit malzeme kullanımı sanat atölyesi, Berlin/Almanya	92
Şekil 3.33. Çinko kaplama kenet sistem. – Entertainment Centre /Lviv – Ukrayna	92
Şekil 3.34. Çelik kompozit malzeme kullanımı çok katlı otopark, Almere/Hollanda	93
Şekil 3.35. Ahşap-Paslanmaz çelik kompozit malzeme kullanımı ofis binası, Brüksel/Belçika	94
Şekil 3.36. Leeds Valley Park, Leeds, İngiltere.....	95
Şekil 3.37. Alhambra Information Points, Granada, İspanya	96
Şekil 3.38. Private housing, Kore	96
Şekil 3.39. Villa A, Avusturya.....	97
Şekil 3.40. Opera House, Bregenz	98
Şekil 3.41. Dubai Tamweel Tower Cephe Yangını Örneği	99
Şekil 3.42. Polyplex Folyo Fabrikası / Çorlu.....	100
Şekil 3.43. Media Markt Elektronik Market Balçova/ İzmir	100
Şekil 3.44. İsko – Sanko Hold. Teknoloji Lojistik Depo İnegöl / Bursa	101
Şekil 3.45. İsko – Sanko Hold. Teknoloji Lojistik Depo İnegöl / Bursa	103
Şekil 3.46. Plastik Cephe Kaplaması	104
Şekil 3.47. CTP Kaplaması	105
Şekil 3.48. Gıdasa Hendek İçecek Tesisleri, Sakarya.....	106
Şekil 3.49. Suadiye’de Ofis Projesi, İstanbul.....	106
Şekil 3.50. İstinye Park AVM ve konutları, İstanbul.....	107
Şekil 3.51. Marriott Asia Otel, İstanbul	108
Şekil 3.52. Polat Towers Cephe Yangını Örneği.....	109
Şekil 3.53. Polat Towers Dış Cephe Kaplama Malzemesi	110

TABLolar

	Sayfa No.
Tablo 2.1. Kompozit Malzemelerle Alakalı Önemli Gelişmeler.....	9
Tablo 2.2. Takviye Elemanı, Matris ve Kompozit Yapı Biçim Örnekleri	11
Tablo 2.3. Kompozit Malzemelerin Avantajları ve Dezavantajları.....	12
Tablo 2.4. Isı Yalıtım Malzemeleri Kategorileri	13
Tablo 2.5. Bazı Malzemelerin Ses Yutum Katsayıları	16
Tablo 2.6. Polimer Kompozit Malzemelerle Diğer Malzemelerin Özgül Ağırlıklarının Kıyaslanması	18
Tablo 2.7. Yapı Malzemelerinin Yanıcılık Sınıfları	19
Tablo 2.8. Termoplastik Malzemelerin Avantajları ve Dezavantajları	37
Tablo 2.9. Termoplastiklerin Erime Sıcaklık Düzeyleri ile En Yüksek İşlem Sıcaklıkları.....	41
Tablo 2.10. Termoplastik Malzemelerin Termal Ve Mekanik Özellikleri	42
Tablo 2.11. Kompozit Malzemelerin Havacılık Sektöründe Kullanımı.....	49
Tablo 2.12. Kompozit Malzemelerin Spor Araç ve Gereçlerinde Kullanımı	50
Tablo 2.13. Korozyona Dayanıklı Ürünler ve Kullanılan Kompozit Malzeme	50
Tablo 2.14. Ulaşım Araçları ve Kullanılan Kompozit Malzeme.....	51
Tablo 2.15. Otomobil Parçaları ve Kullanılan Kompozit Malzeme.....	52
Tablo 2.16. Müzik Aletleri ve Kompozit Malzeme Kullanımı	53
Tablo 2.17. Yapı Sektörü ve Kompozit Malzeme Kullanımı.....	54
Tablo 3.1. Mineral Kompozitler Genel Özellikler	77

GENEL BİLGİLER

Adı ve Soyadı : Özge KANDEMİR
Anabilim Dalı : Mimarlık
Programı : Mimarlık
Tez Danışmanı : Yrd.Doç.Dr. Julide EDİRNE ERDİNÇ
Tez Türü ve Tarihi : Yüksek Lisans – Ocak 2017

ÖZET

KOMPOZİT KAPLAMALI DIŞ CEPHE SİSTEMLERİNİN ÜRETİMİ VE UYGULAMASINDA DİKKAT EDİLMESİ GEREKENLERİN İNCELENMESİ

Kompozit malzemeler, günümüzde etkin bir şekilde yararlanılan malzemeler olarak karşımıza çıkmaktadır. Yapı sektörü, havacılık, otomotiv, sağlık sektörü gibi pek çok alanda kullanılmaktadırlar. Söz konusu bu malzemelerin sağladığı birtakım avantajlar bu malzemelerin tercih edilmesinde etkili olmaktadır. Kompozit malzemelerin kullanımının tercih edildiği alanlardan biri de yapı sektörüdür. Yapı sektöründe dış cephe üretiminde yararlanılan kompozit malzemelerin üretimlerinde ve bu cephelerin uygulamalarında birtakım unsurlara dikkat edilmesi gerekmektedir. Söz konusu bu çalışma da bu dikkat edilmesi gereken hususların ortaya konulabilmesi açısından önem arz etmektedir.

Bu çalışma kapsamında ilk bölümde giriş başlığıyla dış cephe uygulamalarında kompozit madde kullanımıyla alakalı bazı olgulardan bahsedilerek ardından ikinci bölümde kompozit malzemenin tanım ve kapsamı açıklanmış ve üçüncü bölümde ise kompozit kaplamalı dış cephe sistemlerinin üretimi ve uygulaması ifade edilerek dünya ve Türkiye örnekleri verilmiştir.

Anahtar Kelimeler: Kompozit Malzeme, Dış Cephe, Yapı Sektörü

GENERAL INFORMATION

Name and Surname : Özge KANDEMİR
Field : Architecture
Program : Architecture
Supervisor : Assist. Prof. Dr. Julide EDİRNE ERDİNÇ
Degree Awarded and Date : Master of Science – January 2017

SUMMARY

COATED COMPOSITE EXTERIOR WALL SYSTEMS EXAMINATION OF WHAT SHOULD BE CONSIDERED IN THE PRODUCTION AND APPLICATION

Composite materials, the materials that are effectively used nowadays. The construction industry, aerospace, automotive, healthcare industry, such as are used in many fields. The advantage of these materials is the preferred of these materials is effective. The construction sector is one of the areas where the use of composite materials is preferred. Exterior utilized in the production of composite materials in the construction industry and in the production of some elements in the application of these fronts should be paid attention to. In question is important in revealing aspects of this study that should be considered.

Within the scope of this study in the first section with the entry title and then mentioned some facts about substance use in exterior applications composite in the second section and the third part describes the scope and definition of composite materials, composite systems of exterior wall coated by the manufacture and application expressed in the examples of Turkey and world are given.

Key Words: Composite Material, Exterior, Construction Sector

1.GİRİŞ

Bina ve yapı oluşumlarında dış cephe uygulamaları oldukça önemlidir. Süreç içerisinde bina ile yapıdan beklentileri, mimari özellikler, kullanıcı ihtiyaçları gibi konular belirlenmekte ve söz konusu bu veriler doğrultusunda dış cephe şekillendirilmektedir.

Toplumların ve kültürlerin niteliklerini mimari açıdan yansıttığı alanlar dış cephelerdir. Bu açıdan dış cephe uygulamalarının bina ve yapılara sağladığı yararlar dışında toplumlara ve kültürlere sağladığı yararlar da bulunmaktadır. Dış cephe uygulamaları tarihsel süreç içerisinde birtakım farklılıklar göstermiştir. Özellikle sanayi devrimiyle birlikte giderek farklı dış cephe uygulamalarının yapılması söz konusu olmuştur.

Yapı fiziği konusuyla alakalı düzgün dizaynların sağlanabilmesi açısından yapı malzemeleri mühim bir etken olarak karşımıza çıkmaktadır. Yapı malzemeleri binaların ve yapıların oluşum şekillerini düzenlemekle beraber, bunların gelecek dönemlere aktarılmasını sağlamaktadır. Bu açıdan dış cephe malzemeleri konforla birlikte yapı fiziğiyle yakından etkileşim içerisinde.

Kompozit malzemeler genel olarak kimyasal ve fiziksel nitelikleri farklı iki ya da daha çok malzemenin bir araya gelmesi sonucunda ortaya çıkan malzemeler için kullanılan genel bir ifadedir. Teknolojik gelişmeler dış cephe uygulamalarında kompozit malzemelerin kullanımını ön plana çıkarmıştır. Ayrıca kompozit malzemelerin kullanımı tekstilden, otomotive pek çok alanda söz konusu olmuştur. Bu bakımdan kompozit malzemeler dış cephe uygulamalarında da kendilerine yer bulmuştur.

Dış cephe kaplamalarında kompozit malzeme kullanılmasıyla birlikte binalar ve yapılar estetik bir görünüm kazanmakla birlikte binalar ve yapılar ekstra özelliklere sahip olmaktadır. Özellikle dış cephe kaplamalarında kompozit malzemelerin kullanılması binalara ısı yalıtımında avantajlar sağlamaktadır. Bunun dışında ses yalıtımı açısından kompozit malzemeler yarar sağlayıcı olmaktadır. Fakat bazı kompozit malzeme türlerinin yangınlık sınıfında olması binalarda yangın riskinin

artmasına neden olmaktadır. Bu açıdan düşük yanıcılık özellikleri olan kompozit malzemelerin kullanılması önem arz edecektir.

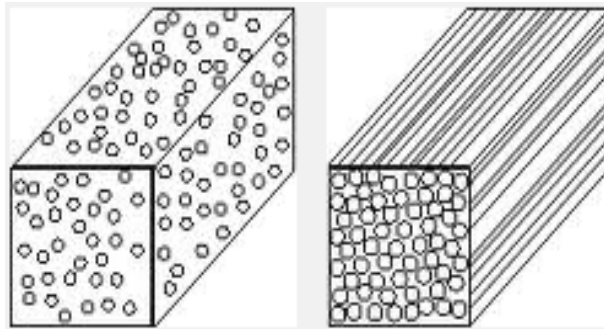
Türkiye’de cephe kaplamalarıyla alakalı olarak ortaya konan değişik uygulamalar neticesinde birbirinden farklı dış cephe uygulamaları ortaya çıkmıştır. Kompozit dış cephe uygulamaları da farklı dış cephe uygulamalarından biri olarak karşımıza çıkmaktadır. Söz konusu kompozit dış cephe sistemlerinin üretilmesi ve sistemlerin uygulamasında bazı unsurlara dikkat edilmesi gerekmektedir. Bu açıdan çalışma kompozit madde kaplamalı dış cephe sistemlerin üretilmesi ve uygulamasıyla öğelerin anlaşılabilmesi için önem arz etmektedir.

2. KOMPOZİT MALZEME TANIMI VE KAPSAMI

2.1. Kompozit Tanımı

Kompozit malzeme, genel olarak iki ya da daha çok kimyasal ve fiziksel açıdan farklılıkları olan malzemelerin birlikte kullanılmasıyla oluşturulan ve içerisinde bulunan malzemelerden değişik niteliklere sahip olan malzemeleri ifade etmektedir. Malzeme bilimindeki gelişimlerle birlikte ametaller, kimyasallar, organikler gibi farklı uygulama alanları ortaya çıkmıştır. Bu uygulama alanlarından biri de kompozit malzemelerdir. Kompozit malzemeler günümüzde tekstil, otomotiv, havacılık, inşaat gibi pek çok alanda kullanılmaktadır (Ersoy, 2001: 3).

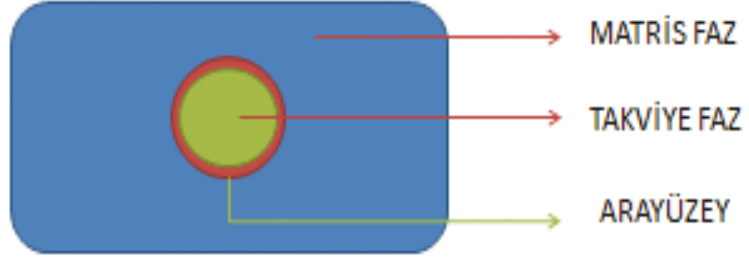
Kompozit malzemeler genel olarak çatı ve matris adı verilen iki farklı malzemelerin belli esaslara uygun biçimde birleştirilmesiyle oluşturulmaktadır. Matris, fiberleri (iplikçik) birlikte tutan ve fiberler içerisinde gerilim iletimini sağlayıp kompozit malzemenin mekanik niteliklerinin oluşumunu indirekt olarak etkileyen ve fiberlerin dışsal olarak korunması sağlayarak kompozit malzemenin yapı kazanmasını sağlayan bölümünü ifade etmektedir. Çatı kompozit kelimesinden de anlaşılacağı gibi ortaya çıkan yapı sağlam olmak durumundadır. Kompozit ürünlerde çatıyı oluşturan biçim ise kullanılan malzemelerin iplikçik (fiber) biçiminde kullanılan formları olmaktadır (Şahin, 2015: 7). Söz konusu bu yapı Şekil 2.1'deki gibi olmaktadır.



Şekil 2.1. Çatı Kompozit Form

Kaynak: Zor, 2016: 2.

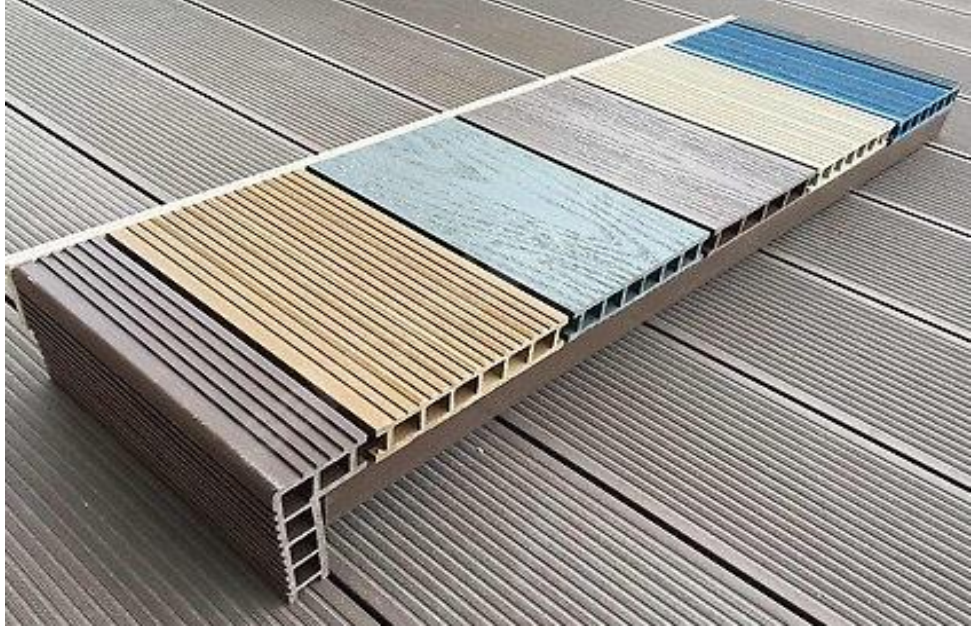
Şekil 2.2’de ise kompozit malzemenin içeriğini oluşturan matris ve çatı (takviye) elemanı ayrımı gösterilmiştir.



Şekil 2.2. Kompozit Malzemelerde Matris ve Çatı (Takviye) Elemanı Ayrımı
Kaynak: Kaya, 2016: 38.

Kompozit malzemelerde matris ise fiberlerin birlikte tutunmasını sağlayan, fiberler içerisinde gerilim transferi temin ederek yapının mekaniksel özelliklerine dolaylı biçimde etki eden ve söz konusu fiberlerin kimyasal ve fiziksel dış faktörlerden korunmasını sağlayan yapıdır. Çoğunlukla matris malzemesi olarak metal alaşımları tercih edilmektedir. Ancak reçineler de yaygın olarak kullanılmaktadır (Şahin, 2015: 8).

Şekil 2.3.’de kompozit malzemelerin yapılarda kullanımıyla alakalı olarak ahşap parkelerde kullanımı gösterilmiştir.



Şekil 2.3. Yapılarda Ahşap Kompozit Parke Malzeme Kullanımı

Günümüzde kompozit malzemelerin kullanılma sebeplerinden biri yaklaşık ağırlık olarak dörtte bir oranında tasarruf sağlamalarıdır. Bu sebebin dışında bu malzemenin tercih edilme sebepleri şunlardır (Ersoy, 2001: 5):

- Fiziksel açıdan iyi görüntüye sahip olmaları,
- Kullanılan diğer malzemelerle uyumlu olmaları,
- Yüksek oranlarda üretilebilmeleri ve imalatlarının kolay olması,
- Maliyetlerinin düşük olması,
- Kalite,
- İyi performans sergilemeleri ve uzun kullanım süreleri,
- Ham maddelerinin kolay temin edilebilmesi,
- Kimyasal ve fiziksel özelliklerinin çok olmasıdır.

2.2. Kompozit Tarihçesi

Malzeme üretimi ve satışını yürüten malzeme sektörü dünyada üretime girdi sağlayan sektörlerin başında gelmektedir. Bu açıdan nanoteknoloji, mikro-elektronik, biyoteknoloji gibi alanlarda kompozit malzemelerin kullanımı artmaktadır. Otomotiv, savunma, mini-elektronik, havacılık sektörlerinde kullanılacak girdilerin özünde kompozit malzemeler yer almaktadır. Bu malzemelerin günümüzde kullanımlarının dışında geçmişte de kullanımlarına rastlanmaktadır.

Eski çağlarda insanlar kırılğan niteliği olan malzemelerin kırılğanlıklarını azaltabilmek için bu malzemelerin içlerine bazı hayvansal ya da bitkisel lifler koymaya çalışmışlardır. Söz konusu konuyla alakalı sunulabilecek en iyi örneklerden biri kerpiçtir. Kerpiçte, killi çamur içerisine sarmaşık dalları, saman benzeri lifler karıştırılmaktadır. Böylece kerpicing sağlamlığı artırılmış olmaktadır (Zor, 2016: 7). Şekil 2.3’de kerpicing yapılışı görülmektedir.



Şekil 2.4. Kerpicing Yapılışı

Kaynak: Zor, 2016: 7.

Bunun dışında nitelikleri ve lifle alakalı özellikleri farklı olan ağaç levhaların üst üste konarak üretilen ok yayları da geçmişte yapılan kompozit malzemelere örnek olarak gösterilebilecektir.

Kompozit malzemelerdeki lif uygulamalarının günümüzdeki kullanımlarının dışında tarihte de eski dönemlere dayandığıyla alakalı bulgular bulunmaktadır. Örnek vermek gerekirse cam liflerinin eski Mısır’a dayandığı ifade edilmektedir. M.Ö. 1600 yıllarında Mısır’da farklı renkli cam lifleri kullanılarak yapılan eşyaların bulunduğu ifade edilmektedir (Zor, 2016: 10).

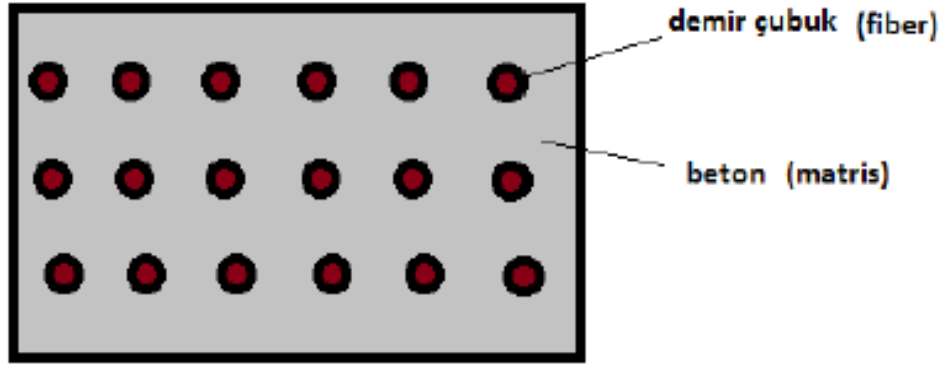
Sanayide cam liflerinin kullanılmaya başladığıyla alakalı ilk kayıt 1877 yılına aittir. Bunun dışında 1950’li yıllardan sonra lif takviyeli sentetik reçineler sanayide kullanılmaya başlamıştır. Türkiye’de 1960’lı yıllardan sonra “fiber-glass” adıyla birlikte çatı levhaları, sıvı tankları benzeri öğelerin üretiminde kullanılmaya başlamıştır. Ayrıca ilk yer otomobil olan “Anadol” un kaportasında da bu malzeme kullanılmıştır (Zor, 2016: 11). Şekil 2.4’de Anadol kaportası görülmektedir.



Şekil 2.5. Anadol'un Kompozit Malzemedeki Kaportası

1900'lü yıllarında başında modern sentetik plastiklerin üretilmeye başlamasından sonra 1930'larda plastik malzemeler giderek ön plana çıkmaya başlamıştır. Özellikle plastik malzemeler kolay şekil verilebilme, yüzeylerinin kalitesi olması, metal malzemelere göre düşük yoğunluklu olması benzeri sebepler bu malzemelerin kullanımını artırmıştır. Ancak bu plastik malzemelerin dayanıklılıklarının düşük olması bu malzemeler üzerinde araştırma yapılmasına neden olmuştur. Bu nedenden dolayı 1950'li senelerde polimer esaslı kompozit malzemelerin geliştirilmesi söz konusu olmuştur. Bu malzemeler sertlik, aşınma benzeri özellikleriyle oldukça yarar sağlamaktadırlar. Ayrıca metaller kadar ağır olmadıklarından dolayı oldukça avantajlı olmaktadır (Arıcasoy, 2006: 4).

Kompozit malzemeler açısından ele alınabilecek önemli bir diğer örnek betondur. Beton, kum ile çimentonun karıştırılması ve bu ortaya çıkan malzemenin matris çelik çubuklarla desteklenmesi sonucunda yapılmaktadır. Günümüzde bina ve yapı inşaatında beton en fazla kullanılan malzemelerden biridir (Arıcasoy, 2006: 5). Kompozit madde olan betonun yapısı Şekil 2.3'de gösterilmiştir. Şekil 2.4'de ise bir beton kalıp örneği gösterilmiştir.



Şekil 2.6. Betonun Yapısı

Kaynak: Zor, 2016: 14.



Şekil 2.7. İnşaata Beton Kalıbı Örneği

Kompozit malzemelerle alakalı 1900'lü yılların başından itibaren yaşanan önemli gelişmeleri Tablo 2.1'de görmemiz mümkündür.

Tablo 2.1. Kompozit Malzemelerle Alakalı Önemli Gelişmeler

Tarih	Gelişme
1913	Ağaç lifi ve fenolik reçiyle formika yapımı
1917	Mika ile bakalitle çalışan elektronik aksam, elektrik motoruyla çalıştırılan pervane.
1930	İlk kez camelyafı üretilmesi.
1930	Kondensasyonu polimerizasyonu ile ilk defa polyester reçine üretilmesi
1936	Doymamış polyester reçimi üretilmesi.
1940	Camelyafı ile polyesterden yapılan kompozit parçaların B-17 uçaklarında kullanılması
1942	Cam Takviyeli Plastik (CTP) mayın tarama gemisi
1943	Fenolik reçine ve kağıtla uçak yakıt tankı
1944	Sandviç Konstrüksiyon
1946	Püskürtme yönteminin kullanımına başlanması
1947	Roket gövdesini elyaf sarma olarak yapılması
1950	Radar gövdesinin kompozitten yapılması
1951	Balık oltasının pultrüzyonla yapılması
1961	Karbon elyafı
1965	SMC-BMC otomotiv parçalarının üretilmesi
1965	Yeraltı yakıt tanklarının vinil ester reçineyle üretilmesi
1965	“Chevrolet Corvette”nin gövdesinin tamamen kompozitte üretimi
1968	2000 tane kompozit parçanın Boeing 747’de kullanılması
1970	Tek parçadan oluşan banyo odası
1970	Epoksi ve bor elyafı malzemelerden F-16 uçak dümeni üretimi
1971	Kurşun geçirmeyen kevlar yelek üretilmesi
1976	Epoksi reçine ile karbon elyafından yapılmış yarış bisikletlerinin olimpiyat madalyası alması.
1980	Depreme dayanıklı kompozit otoyol köprülerinin yapılması.

Kaynak: Özmeral, 2006: 86-87.

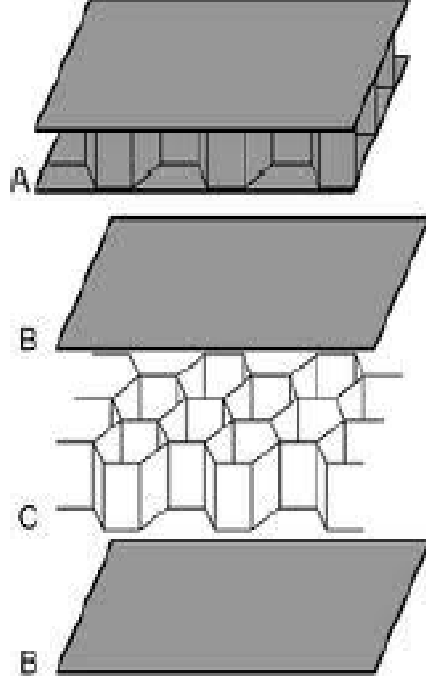
Görüldüğü gibi günümüze kadar süreç içerisinde kompozit malzemeler farklı alanlarda kullanılmıştır. Ayrıca kompozit malzemelerin kullanımı farklı gelişmelerin olmasına katkı sağlamıştır.

2.3. Kompozit Malzemenin Genel Özellikleri

Kompozit malzemelerin özellikleri şu şekilde sıralanabilir (Şahin, 2015: 13-14):

1. Kompozit karışım manasına gelmekle beraber bu yapı çözen ile çözünen malzemelerden meydana gelmemektedir.
2. Kompozit malzeme içerisindeki maddelerde atom alışverişi söz konusu olmamaktadır.
3. Kompozit malzemeleri içerisindeki maddeler kimyasal olarak birbirlerine etki etmektedir.
4. Kullanılan malzemeler atom düzeyinde bir karışımı olarak birbirleri içerisinde çözülürlerse söz konusu yapı bir kompozit değil bir alaşım olacaktır.
5. Partiküller seviyesinde karışımlar ise nano kompozit adı altında ele alınmaktadır.
6. Kompozitler “takviye elemanı” adı verilen bir malzeme ile “matris” denilen bir ana malzemedan meydana getirilmektedir.
7. Takviye malzemeler dayanıklılık ile taşıma özelliklerine sahipken matris malzemeyse kompozit malzemenin kopmasını zorlaştıran özelliğe sahip olmaktadır.

Şekil 2.8.’de kompozit malzemenin birleşim örneği gösterilmiştir.



Şekil 2.8. Kompozit Malzeme Birleşim Örneği

Kaynak: Az, 2016: 3.

Tablo 2.2’de takviye elemanı matris ve kompozit malzeme örnekleri gösterilmiştir.

Tablo 2.2. Takviye Elemanı, Matris ve Kompozit Yapı Biçim Örnekleri

Takviye Elemanı	Matris Malzemeleri	Kompozit Yapı Biçim Örneği
Lifler	Polimerler	Tabakalar
Granül	Metaller	Kaplamalar
Whiskers	Seramikler	Film-Folya
Pudra		Bal Peteği
Yonga		Filaman Sarılmış Yapılar

Kaynak: Özmeral, 2006: 75.

Tablo 2.3’de kompozit malzemelerin sağladığı avantajlar ve dezavantajlar gösterilmektedir.

Tablo 2.3. Kompozit Malzemelerin Avantajları ve Dezavantajları

<p style="text-align: center;">AVANTAJLAR</p>	<ul style="list-style-type: none">• Minimum düzeyde çatlak ilerlemesi bulunur.• Kompozitlerin titreşimleri absorbe edebilme özelliği bulunmaktadır.• Kompozit türlerinin bazılarında yüksek seviyede akma sınırı bulunmaktadır.• Kompozit malzemede korozyon sorunu bulunmamaktadır. Bunun nedeni malzeme ve matrisin pil oluşturacak ve galvanik korozyona sebep olan maddelerden seçilmemesidir.• Metallere nazaran kopma uzaması daha yüksektir.• Kompozitlerin yorulma direnci fazladır.• Ağırlık tasarrufu sağlarlar.
<p style="text-align: center;">DEZAVANTAJLAR</p>	<ul style="list-style-type: none">• Metallere yapışmamaktadırlar.• Pişirme işlemi yapılmadan kullanılamazlar.• Farklı mekanik özellikleri bulunmaktadır. Kesme, basma, çekme eğilme mukavemetleri aynı kompozitler için değişebilmektedir. Elastik modülü elyaf doğrultusundaki dik konumdakine nazaran fazladır.• Üretimleri maliyetli olabilmektedir.• Hava zerrecikleri ve nemden negatif etkilenirler.• Kesme ve delik açma türü işlemlerden olumsuz etkilenirler. Ancak 3 boyutlu kesimle yapılan malzemeler iyi sonuçlar verir.

Kaynak: Öğrenci, 2012: 2-3; Ersoy, 2001: 16.

2.3.1. Kompozit Malzemelerin Isı Yalıtımı

Kompozit malzemelerin önemli özelliklerinden biri ısı yalıtımıdır. Isı yalıtımında maksat değişen mevsim koşullarına göre makul ekonomik şartları sağlayabilmek ve böylelikle ısı tasarrufu yapabilmektir. İnşaat sektöründe taşıyıcı iskelet kullanımının artması duvarların daha ince olmasına sebep olmuştur. Bu durumda ses ve ısı yalıtımı problemlerinin ortaya çıkmasını tetiklemiştir. Isı kaybı sorunun önlenmesi açısından ısı yalıtım malzemelerin kullanılması önem kazanmıştır. Burada kompozit malzemeler sahip olduğu özellikleriyle birlikte ısı yalıtım malzemeleri olarak her geçen gün daha fazla kullanılmaya başlamıştır. Tablo 2.4’de ısı yalıtım malzeme kategorileri bulunmaktadır.

Tablo 2.4. Isı Yalıtım Malzemeleri Kategorileri

İnorganik Malz.	Organik Malz.	Yansıtıcı ve Metalik Malz.
Lifli Malz. (Taş Yünü, Cam Yünü)	Lifli Malz. (Pamuk, selüloz, jüt, vb.)	Gaz veya hava ile şişirilen ya da havası boşaltılan boş formlar.
Hücreli Malz. (Kauçuk, poliüretan, köpük ile diğer polimerler)	Hücreli Malz. (seramik ürünler, genişletilmiş perlit, killi, mantar)	

Kaynak: Kaya, 2016: 44.

Tablo 2.4’de görüldüğü gibi ısı yalıtım malzemeleri çeşitli kategorilere ayrılmaktadır. Bu kategorilerden hangisinin kullanılacağı yalıtım yapılacak yapının özelliklerine, istenen maliyet düzeyine farklılık gösterebilecektir. Şekil 2.9’da bir binada kompozit malzemelerle yapılan dış kaplama örneği gösterilmiştir.



Şekil 2.9. Isı Yalıtımı İçin Dış Kaplama Örneği

Kaynak: Isı Yalıtımı, <http://www.catikatidekorasyonu.com/isi-yalitimi.html>, erişim tarihi: 14.12.2016.

Günümüzde ısı yalıtımı kapsamında kompozit malzemelerden dış cephelerden oldukça fazla yararlanılmaktadır. Özellikle son dönemde yapılan bina ve yapılarda kompozit kaplamalı dış cephe sistemlerine oldukça rastlanmaya başlamıştır. Şekil 2.10’da kompozit kaplamalı dış cephesi olan bir bina gösterilmiştir.



Şekil 2.10. Kompozit Kaplamalı Dışı Cephesi Olan Bina Örneği

Kaynak: Kompozit Cephe Kaplama/ Kompozit Cephe Giydirme, <http://www.catikatidekorasyonu.com/kompozit-cephe-kaplama.html>, erişim tarihi: 14.12.2016.

2.3.2. Kompozit Malzemelerin Ses Yalıtımı

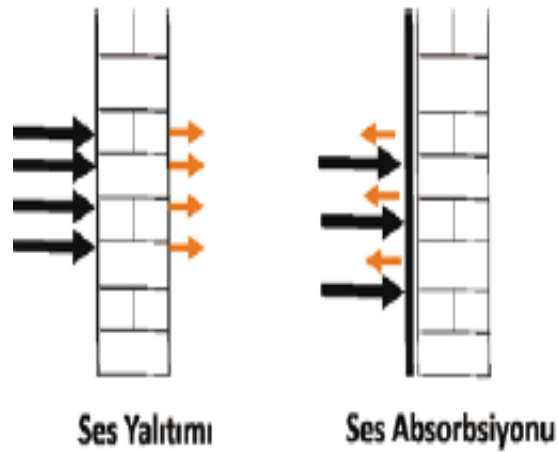
Kompozit malzemeleri sağladığı bir diğer özellik ses yalıtımında etkilerinin fazla olmasıdır. İnsan kulağı 20 Hz ile 20000 Hz arasındaki sesleri duyabilmektedir. Tablo 2.5’de bazı malzemelerin ses yutum katsayıları gösterilmiştir.

Tablo 2.5. Bazı Malzemelerin Ses Yutum Katsayıları

Malzeme	250 Hz	500 Hz	1000 Hz	2000 Hz
Cam Yünü (50 mm)	0,45	0,65	0,75	0,80
Taş Yünü (50 mm)	0,29	0,52	0,83	0,91
Polistren Levha (50 mm)	0,22	0,42	0,78	0,65
Poliüretan Levha (50 mm)	0,30	0,68	0,89	0,79
Polietilen Levha (50 mm)	0,25	1	0,40	0,70

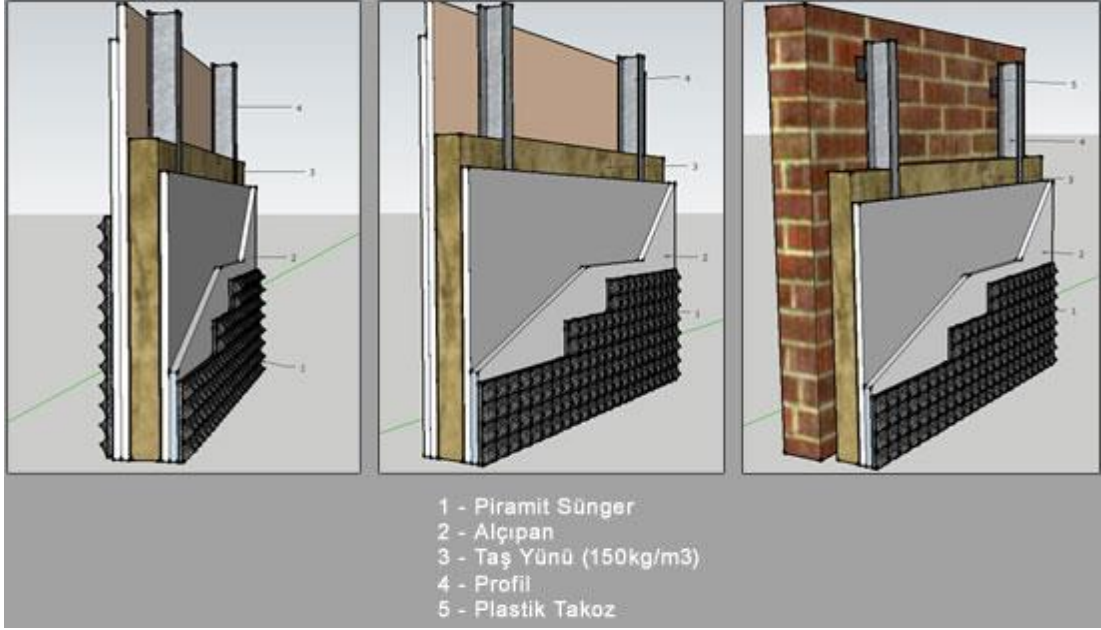
Kaynak: Kaya, 2016: 44.

Şekil 2.11’de yapılarda kompozit malzemelerin yaptığı ses yalıtımı ile ses absorpsiyonu gösterilmiştir.



Şekil 2.11. Yapılarda Kompozit Malzemelerin Sağladığı Ses Yalıtımı ve Ses Absorpsiyonu

Ses yalıtımı kapsamında yapılan kompozit kaplama örneği Şekil 2.12’de gösterilmiştir. Şekil 2.13’de ise ısı yalıtımı yapılan bir oda örneği gösterilmiştir.



Şekil 2.12. Ses Yalıtımı Kapsamında Yapılan Kaplama Örneği

Kaynak: Ses Yalıtımı, <http://www.catikatidekorasyonu.com/ses-yalitim.html>, erişim tarihi: 14.12.2016.



Şekil 2.13. Isı Yalıtımı Yapılmış Oda Örneği

Kaynak: Ses Yalıtımı, <http://www.catikatidekorasyonu.com/ses-yalitim.html>, erişim tarihi: 14.12.2016.

2.3.3. Kompozit Malzemelerde Hafiflik

Kompozit malzemelerden sağladığı faydalar kapsamında ağırlık avantajı bulunmaktadır. Kompozit malzemeler özellikle metal malzemelerle kıyaslandığında hafif malzemeler olarak karşımıza çıkmaktadırlar. Ayrıca kompozit malzemeler birim ağırlığında takviyesiz plastik malzemelere göre daha fazla mukavemet değeri sağlamaktadır. Bu açıdan kompozit malzemelerin yapıya sağladığı üst düzey mukavemetle birlikte hafif olması tercih edilmesini kolaylaştırmaktadır. Kompozit malzemelerin hacim başına düşen “ölgül ağırlıkları (yoğunluk)” düşük olmaktadır. Tablo 2.6.’de polimer kompozit malzemeler ile diğer malzeme türlerinin ölgül ağırlıkları gösterilmiştir.

Tablo 2.6. Polimer Kompozit Malzemelerle Diğer Malzemelerin Ölgül Ağırlıklarının Kıyaslanması

Malzeme Tipi	Ölgül Ağırlık (ρ , gr/cm ³)
Alüminyum	2.8
Al-2024	2.8
Al alaşımı	2.8
Titanyum	4.51
Ni Alaşımı	8.18
Alaşımsız Çelik	7.86
Düşük Alaşımlı Çelik	7.8
Pirinç %30Zn	8.5
Karbon/epoxy %60	1.62
Kevlar/epoxy	1,38
Cam/epoxy %60	1.66
Cam/polyester %50	1.9

Kaynak: Bulut, 2014: 18.

Tablo 2.6’de görüldüğü gibi polimer kompozit malzemelerin özgül ağırlıkları diğer malzemelerin özgül ağırlıklarına göre düşüktür. Kompozit malzemelerin ağırlıklarının düşük olması özellikle otomobil ve uçak sanayisinde büyük fayda sağlamaktadır. Bunun dışında bina ve yapılarda düşük ağırlıklı kompozit malzemelerin kullanılması balans açısından oldukça fayda sağlamaktadır.

2.3.4. Kompozit Malzemelerdeki Düşük Yanıcılık

Kompozit malzemelerin inşaatlarda tercih edilmelerinin bir diğer nedeni sağladıkları yangın yalıtımı özelliğidir. Bu açıdan bazı malzemelerin alevlenme ve yanma özellikleri Tablo 2.7’de gösterilmiştir.

Tablo 2.7. Yapı Malzemelerinin Yanıcılık Sınıfları

Yapı Malzeme Sınıfı	Yanıcılık Sınıfı	Yangında Ortaya Çıkan Tepki
Cam Yünü, Taş yünü	A1	Yanmaz, alev almaz, kömürleşmez.
Cam Yünü, Taş Yünü Borlu Selülozik İzalasyon Malz.	A2	İçerisinde yanıcı kısım bulunur, fakat ateşi iletmez, yangına katkıda bulunmaz.
Polüretan, Talaşlı Hafif Yapı Malzemesi	B1	Zor alev alır. Aleve sebep olan unsur kalktıktan sonra bile yanmaya devam eder.
Poliüretan, Polistren Yapı Malzemesi	B2	Zehirli gaz ve yakıcı duman çıkarır. Alevlenici özellik taşır.
Saz, saman, saz, talaş, selüloz, kağıt gibi yanıcı maddeler.	B3	Yapılarda kullanılmayan malzemelerdir.

Kaynak: Kaya, 2016: 45.

Binalarda dış kaplama malzemesi olarak kullanılan polimer ve plastik bazlı kompozit malzemeler düşük tutuşma sıcaklığına sahiptir. Bu açıdan söz konusu bu malzemeler B sınıfında malzemeler sınıfındadır. Malzemelerin yanması neticesinde furan, karbonmonoksit, dioksin gibi zehirli gazlar ortaya çıkabilmektedir. Polimer ve plastik bazlı kompozit malzemelerin kullanıldığı binalarda olası yangın halinde bu malzemelerin düşük tutuşma sıcaklığına sahip olmaları bir risk faktörü olarak karşımıza çıkmaktadır. Bu açıdan polimer ve plastik esaslı kompozit dış cephe kaplamaları ısı ve ses izolasyonu gibi konularla ilgili olarak avantajlara sahipler de yangın gibi yüksek sıcaklığın ortaya çıktığı durumlarda dezavantajlara sahiplerdir (Zhang ve diğ., 2011).

Kompozit malzemelerin yararlı özelliklerine rağmen metal kullanımının tamamen yerine geçmemesinin bazı sebepleri bulunmaktadır. Bu sebeplerden bazıları şu şekildedir (Arıcasoy, 2006: 5):

1. Bazı uygulamalarda yüksek ısıya ihtiyaç duyulması ve bu ısıya çelik ve titanyum gibi bazı metallerin dayanabilmesi,
2. Elyaflar ile yeni geliştirilen matris malzemelerinin özelliklerinin henüz bilinmemesi,
3. Kompozit malzemelerin bazılarının düşük maliyetlerle üretilebilmesi mümkün olmamaktadır.
4. Alüminyum benzeri metallerin kg başına düşen üretim maliyetleri kompozitlere nazaran daha düşük olmaktadır.

Kompozit malzemelerde çoğunlukla yer alan matrisler ile bu matrislerin sahip olduğu özellikler şu şekildedir (Kaw, 2014: 48-51):

- Polyester: termoset reçine olup inşaat ve denizcilikte oldukça fazla kullanılmaktadır. İki tip polyester bulunmaktadır. Bunlardan biri olan isoftalik polyester suya dayanıklıdır. Diğeri ise ortohtalik polyester ise daha az maliyetli bir polyester türüdür. Polyester düşük maliyetli olmakla birlikte kullanım kolaylığı da sunmaktadır. Ancak kısa raf ömrünün olması, zehirli sitiren gazı yayma olasılığın olması ve sertleşme esnasında çok oranda çekebilmesi gibi sorunları vardır.
- Vinil Ester: polyesterden daha fazla mekanik niteliklere sahip, yüksek fiziksel ve kimyasal dayanıklılığı olan matris türüdür. Olumsuz

özellikleri ise polyesterden daha pahalı olması ve sertleşme sırasında büyük oranda çekmesidir.

- Epoksiler: Deniz araçları, havacılık, spor, gibi pek çok alanda kullanılmaktadır. Suya dayanıklı, iyi mekanik özelliklere sahiptir. Bunun dışında kuru iken 220°C'ye kadar dayanabilirken ıslak olduğunda 140 °C'ye kadar dayanabilmektedir. Ayrıca sertleşmede düşük oranda çekmektedir. Olumsuz yanları ise cilde çok zararlı olabilmesi ve çok yüksek maliyetli olmasıdır.
- Fenolikler: Bu matrisler ateş dayanıklılığı olması gereken alanlarda kullanılmaktadır. Deniz araçları motorlarında, demiryollarında ve uçakların iç yüzeyinde kullanılmaktadır. Düşük maliyetlidirler ve ateşe dayanıklıdırlar. Ancak ıslakken çok zararlıdırlar. Ayrıca yüzey kaliteleri oldukça düşük ve yapıları oldukça kırılgandır.
- Bismaleimid (BMI): Yüksek ısıya olan parçalarda ve uçak motorlarında kullanılmaktadır. Yüksek maliyetli bir matristir.
- Cynate Ester: Uçak endüstrisinde kullanılmaktadır. Yalıtkanlığı oldukça yüksektir. Islak halde 200°C'ye kadar ısıya kadar dayanabilmektedir.
- Silikon: Ateş dayanıklılığı yüksek olmakla beraber, maliyeti düşüktür. Ayrıca ürünleri yüksek ısılarda koruyabilmektedir.
- Poliüretan
- Poliimidler.

Kompozit malzemeler içerisinde çoğunlukla tercih edilen elyaf türleri ise şu şekildedir (Arıcasoy, 2006: 7):

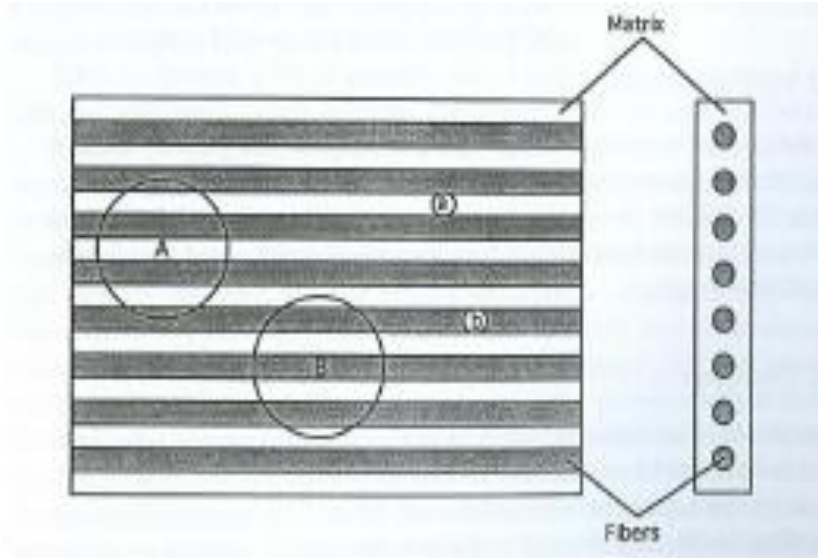
- Polyester Elyaf,
- Bor Elyaf,
- Yüksek Yoğunluklu Polyetilen Elyaf,
- Karbon Elyaf,
- Cam Elyaf,
- Aramid Elyaf
- Oksit Elyaf,,
- Doğal Organik Elyaf,lar,
- Poliamid Elyaf.

2.4. Kompozit Malzemenin Sınıflandırılması

Kompozitler başlıca üç temel grup altında ele alınmaktadır. Bunlar; fiber takviyeli kompozitler, tabakalı kompozitler ve tanecikli kompozitlerdir. Ayrıca bunlar dışında söz konusu üç türü kapsayan karma kompozitler de bulunabilmektedir.

2.4.1. Fiber Takviyeli Kompozitler

Fiber takviyeli kompozitler ince elyafların matris yapı içerisinde bulunmasıyla oluşturulmaktadır. Bu açıdan elyafların matris içindeki konumları söz konusu yapının sağlamlığına oldukça etki etmektedir. Elyaflar matris içerisinde paralel biçimde yerleştirilmeleri durumunda yüksek sağlamlık elde edilmektedir. Ancak elyaflar birbirlerine dik doğrultuda olurlarsa düşük sağlamlık söz konusu olacaktır (Kaw, 2014: 49). Şekil 2.14’de birbirine paralel elyaflar gösterilmektedir.



Şekil 2.14. Fiber Elyafların Kompozitteki Konumu

Kaynak: Zor, 2016: 22.

Fiber takviyeli kompozitler kompozit malzemelerin çoğunlukla kullanılan türü olarak karşımıza çıkmaktadır. Fiber elyaflı kompozitlerde en çok kullanılan takviye malzemesi camdır. Bunun dışında matris malzeme olarak ise en çok plastik reçineler tercih edilmektedir. Bu plastik reçineler içerisinde en çok kullanılanı ise polyesterdir. Bunun nedeni ise polyesterin oldukça ucuz olmasıdır.

Fiber takviyeli kompozitler içerisinde bulunan malzemeler moleküler açıdan birbirlerinden ayrılırlar. Bu sebeple bu malzemelerin fiziksel olarak birbirlerinden ayrılmaları mümkün olmaktadır. Matris malzemelerin termoplastik ya da termoset olması mümkün olmaktadır. Fiber elyafların dokuma, kısa kesilmiş lifler, kumaş benzeri biçimlerde olabilmesi mümkündür. Kompozit malzeme içerisinde liflerin konumu kompozit malzemelerin özelliklerini değiştirmektedir (Vasiliev ve Morozov, 2001).

Fiber takviyeli kompozitlerden bazıları şunlardır (Ersoy, 2001: 54-55):

- Fiberglas: Roket motorlarında, uçak panellerinde kullanılabilir. Kolayca temin edilmesi, fiyatının nispeten ucuz olması, yüksek mukavemeti, işlenmesinin kolay olması, az maliyetli olması gibi avantajları bulunmaktadır. Havacılık sektöründe “S-Camı” ile “E-Camı” olarak iki tipi bulunmaktadır.
 - S-Camı: bu yapı “Siliko-Alümino-Magnesia” dan meydana gelmektedir. E-Camı ile kıyaslandığında içerisinde Alümina daha fazla bulunmaktadır. Ayrıca E-camına göre %40 oranında mukavemeti daha fazladır. Fazla dayanıklılık gereken alanlarda kullanılır. Dokuma hali yerine iplik halinde üretilmektedir.
 - E-Camı: E-camı içerisinde “Kalsiyum Oksit/Alümani-Borasilikat” bulunmaktadır. Yapısal olarak ise en fazla %2 oranında alkali bulunabilir. Elektrik iletkenliği ve mukavemet gereken konularda kullanılmaktadır. Diğer fiberlerle kıyaslandığında daha ucuzdur. En çok kullanılan fiberglas türüdür.
- C-Camı: C-camı içerisinde “Soda-kireç-borasilikat” bulunmaktadır. Asitler etkileşim fazla olduğu yerlerde kullanılabilir. Bu açıdan kimyasal stabilitenin en mühim olduğu konular içerisinde kullanılmaktadır.
- Kuartz: Radar, anten benzeri düşük dielektrik nitelikleri gerektiren parçalar üzerinde kullanılmaktadır.
- Boron: elastiklik düzeyi en fazla kompozitler için kullanılmaktadır. Bu fiberler evvelden reçine emdirilmiş teypler biçimde hazırlanabilirler. Reçineler içinde hacimsel olarak yarı yarıya fiber olacak biçimde

hazırlanmaktadır. Fakat farklı uygulamalarla alakalı olarak fiber reçine oranı farklı uygulanabilmektedir.

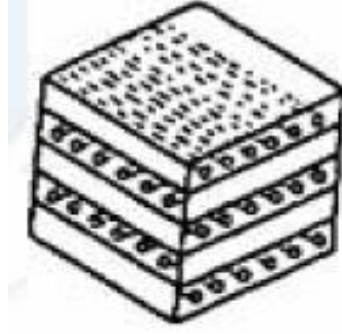
- Karbon Fiber: Bu fiberler elastikiyet modülü, ısı iletkenlik, çekme dayanımı, aşınma direnci, yorulma dayanımı, boyut kararlılığı gibi konularda cam fiberlere göre daha avantajlıdır. Karbon fiberler cam fiberlerle kıyaslandığında üç kat daha fazla elastikiyet modülüne sahiptirler. Karbon fiberi eklenen kompozit parçaların iletken hale getirilmesi mümkün olmaktadır. Bu sebeple motor farları, makaralı yataklar ile plastik elektrotlarda karbon fiberler kullanılabilir.
- Grafit Fiber: Düşük ısı genleşme katsayısı, iyi düzeyde işlenebilme gibi iyi özellikleri bulunmaktadır. Üstün işlenebilme kabiliyeti keskin biçimde köşeler yapılmasına imkan vermektedir. Grafit fiberin ısı iletkenliğinin fazla olması ısı gerilmelerin konveksiyon ve radyasyon yolu vasıtasıyla üniform biçimde dağıtılmasına imkan tanımaktadır. Bunun dışında düşük genleşme katsayısına sahip olması sebebiyle ısı gerilmelere sebep olmaktadır.
- Organik Fiber: Organik fiberler para-aromid polyamid yapıda olan fiberlerdir. Yapısal açıdan para-aromid inorganik ile organik fiberler içerisinde en yüksek çekme özelliğine sahip olan fiber tipidir. Bu fiberin sağladığı en büyük avantaj çok düşük yoğunlukta oluşudur. Bu sebepten dolayı denizcilik ve havacılık sektörlerinde oldukça fazla kullanılmaktadır. Hız teknesi imalatı, pilot kaskı üretiminde oldukça yararlanılmaktadır. Bunun dışında çarpma mukavemetinin fazla olması kompozit miğfer ve balistik koruyucu yelek yapımında kullanılmasına sebep olmuştur.
- Yüksek Moleküler Ağırlıklı Polietilen (UHMWPE) Fiber: Bu çelikten on kat daha sağlam çekme mukavemetine sahip olması sebebiyle bilinen en sağlam fiber olarak ifade edilmektedir. Bu fiber “tel sağma” işlemi sonrasında elde edilmektedir. Polietilen başta kompleks yapıda olsa da bu uygulamanın ardından ileri düzey kristal yapı ve bağların paralel hale getirilmesiyle oldukça faydalı bir hale getirilmektedir. İleri düzey elastisite modülü, sudan daha hafif olması, yüksek çekme mukavemeti, yeniden kullanılabilmesi, aşırı yüksek enerji absorbe

edebime niteliği avantaj sağlamaktadır. Bu sebeple her tür koruyucu giysi, paraşüt ipi, balık ağı, yüksek mukavemetli halat gibi malzemelerin yapımında kullanılmaktadır.

- Seramik Fiberler: elastik modülü ile yüksek mukavemet nitelikleriyle birlikte çevresel koşullardan fazla etkilenmeme, yüksek ısıya dayanıklılık nitelikleri bir araya getirilmektedir. Sahip oldukları bazı karakteristik nitelikler, yüksek seviyelerde ısıya dayanabilen malzemeler içerisinde ayrı bir statü kazanmalarına neden olmaktadır. Alüminyum oksit (Al_2O_3) ile silikon carbide (SiC) örnek fiberler olarak gösterilebilir.
- Metalik Fiberler: Genel olarak tel biçimindeki metallerin mukavemet özellikleri yüksek olmaktadır. Tel metallere tungsten, çelik ve berilyum teli oldukça önemlidir. Bu tellerin seramik fiberlerden daha özelliklerinden biri bu tellerin daha kararlı mukavemetlerinin olmasıdır. Bu metal teller içerisinde berilyum düşük yoğunluğu, yüksek modülüyle pahalı bir malzeme olmasına rağmen tercih edilen bir malzemedir. Ancak berilyumun diğer metal tellere göre mukavemeti daha düşük olmaktadır.

2.4.2. Tabakalı Kompozitler

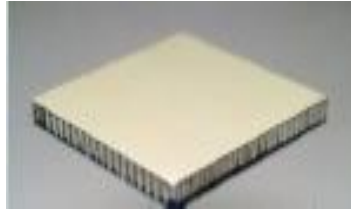
Tabakalı kompozitler en fazla yararlanılan ve yapısal açıdan en eski kompozitler olarak karşımıza çıkmaktadırlar. Tabakalı kompozitlerde farklı elyaf yönelmelerinin bir birleşimi söz konusu olmakta ve bu durum yüksek mukavemet değeri sağlamaktadır. Metallerle kıyaslandığında daha hafif olmalarıyla birlikte mukavemetlerinin yüksek olması tercih edilmelerini sağlamaktadır. Neme ve ısıya dayanıklı olmaktadır (Kaw, 2014: 51-52). Şekil 2.15’de tabakalı kompozit madde örneği gösterilmektedir.



Şekil 2.15. Tabakalı Kompozit Malzeme Örneği

Kaynak: Zor, 2016: 24.

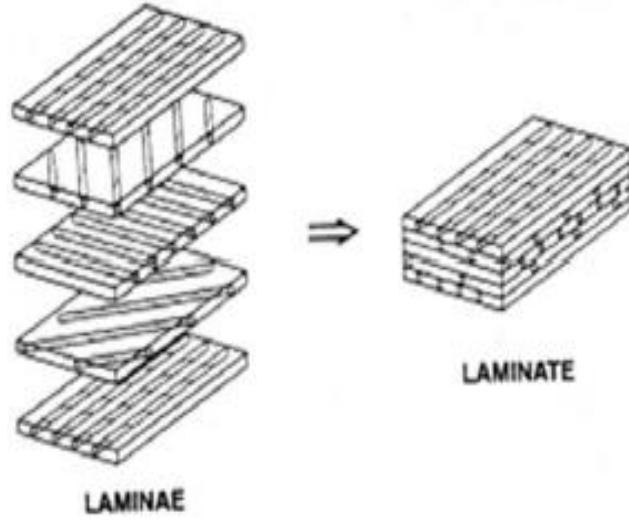
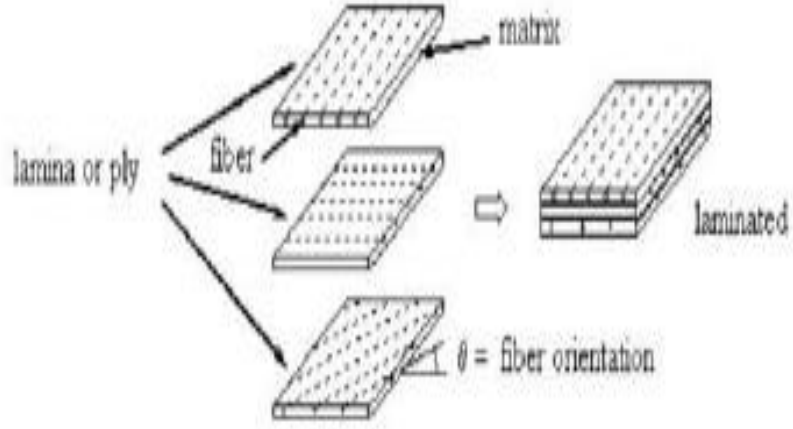
Uçakların üretiminde yararlanılan sandviç yapılar tabakalı kompozit malzemelerden üretilmektedir. Sandviç yapılar izolasyon özelliği olan yoğunluğu az çekirdek malzemelerin üst ile alt yüzeylerine yüksek mukavemetli levhaların eklenmesiyle üretilmektedirler. Şekil 2.16'da bal peteği formunda sandviç kompozit örneği gösterilmiştir.



Şekil 2.16. Bal Peteği Formunda Sandviç Kompozit Malzeme

Kaynak: Zor, 2016: 27.

Bir kompozit tabaka (lamina), matris adlı yapı üzerinde kendinden daha yüksek mukavim fiber malzemelerin bir araya getirilmesiyle üretilmektedir. Burada birden çok tabakanın birleştirilmesi söz konusudur. Tabakalı kompozit fiber malzemelerin cinsine, matris tipine ya da fiber örgü tipine bağlı olarak adlandırılırlar. Tabakalı kompozit malzemelerin oluşumu sırasında fiberlerin diziliş yönleri (θ) tabakalara göre farklılık gösterebilecektir (Ersoy, 2001: 56). Şekil 2.17'de laminet (tabakalı) kompozit malzemenin birleşimi gösterilmiştir.



Şekil 2.17. Tabakalı Kompozit Malzemenin Birleşimi

Kaynak: Zor, 2016: 25-26.

Tabakalı kompozitler çeşitli biçimlerde karşımıza çıkabilmektedirler. Tabakalı kompozitlerin kullanım biçimleri şunlardır (Kaw, 2014: 55):

- Bi Metaller: İki farklı cins metalin tabakalanması sonunda yapılır. Bu metallerin termal genişleme katsayısı birbirinden farklı olmaktadır. Bu açıdan sıcaklık değiştikçe bir yöne doğru çarpılmakta ya da eğilmektedir. Bunlardan termostat yapımında ya da sıcaklık ölçme cihazı yapımında yararlanılmaktadır.

- Kaplanmış metaller: bir metalin üstüne başka bir metalin kaplanmasıyla yapılmaktadır. Metallerin sahip özelliklerin üstünde bir özellik sağlaması amacıyla yapılmaktadır. Saf alaşımların korozyona yönelik dirençleri fazla olmaktadır. Al alaşımının yüksek mukavemeti bulunmasının yanında farklı bir korozyona dayanıklılığı olan alaşımla kaplanırsa daha avantajlı bir malzeme ortaya çıkmaktadır. Bu açıdan yeni ortaya çıkan malzeme yüksek mukavemetli olmakla birlikte korozyona da dirençli olmaktadır. Bu kompozitlerdeki dezavantaj ise çekme sırasında tabakalar arasında ayrışmanın oluşmasıdır.
- Tabakalanmış Fiber Kompozitler: Tabakalanmış elyafli kompozitler tabakalanma metodu ile elyafli kompozit metodunu ikisini birlikte içerirler. Bu malzemelerin en yoğun biçimde kullanılan ismi tabakalanmış elyaf takviyeli kompozitlerdir. Elyaf takviyeli malzemelerin tabakalarını farklı yönlerde dizilen tabakacıkların bir araya getirilmesiyle elde etmek mümkün olmaktadır. Söz konusu ortaya çıkan malzemelerin rijitliği ve mukavemeti farklı biçimlerde desteklenmektedir. Söz konusu bu rijitlik ve mukavemet inşası yapılacak yapı öğelerinin yapım gereksinimlerine göre tespit edilmektedir. Fiberglas, robot gövdeleri, gövde bölmeleri, hava araçlarının kanat panelleri, roket lonçerleri tabakalı elyaf takviyeli kompozitlerden yapılmaktadır.

Binaların dış kaplamalarında kullanılan tabakalı kompozitler Şekil 2.18’de gösterilmiştir.

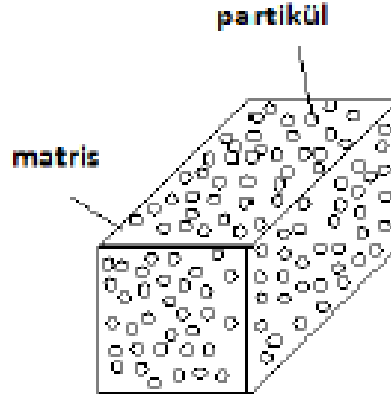


Şekil 2.18. Dış Cephe Kaplamalarında Kullanılan Tabakalı Kompozitler
Kaynak: Zor, 2016: 27.

2.4.3. Tanecikli Kompozitler

Tanecikli kompozitler bir malzeme içerisinde farklı bir malzemenin tanecikli biçimde olmasıyla birlikte üretilirler. Yapısal olarak izotrop tepki gösterirler. Bu açıdan malzeme sahip olduğu özellikler açısından aynı tepkiyi ortaya çıkarırlar. Tanecikli kompozitlerin mukavemeti kullanılan parçacıkların sertliğiyle alakalıdır. Matris ile partiküller içlerinde çözülmez. Çoğunlukla plastik matris içerisinde metal parçacıklı kompozitler kullanılmaktadır. Bu kompozit içerisinde yer alan metal parçacıklar elektriksel ve ısı iletkenlik temin eder. Bunun dışında metal matris içerisinde seramik parçaları olan kompozitlerin sıcaklık dayanıklılıkları yüksekken, sertlikleri de fazla olmaktadır. Tanecikli kompozitler uçak motor parçalarında oldukça kullanılmaktadır. Bunun dışında tanecikler nanometre düzeyinde iseler nanokompozit adıyla anılırlar.

Şekil 2.19’da tanecikli kompozit malzeme gösterilmiştir.



Şekil 2.19. Tanecikli Kompozit Malzemesi

Kaynak: Zor, 2016: 23.

Tanecikli kompozit malzemelere beton da örnek olarak gösterilebilir. Betonun birleşiminde çakıl ile kum parçacıkları su ve çimentoyla birleşmektedir. Parçacıklı kompozitlerin yapılarını şu şekilde ifade etmemiz mümkündür:

- Metalik olmayan parçacıkların metalik olmayan matrislere dağılımları: Bu matrislere en iyi örnek beton verilebilecektir. Çakıl ve mıcır parçacıkları su ve çimentonun reaksiyonu bir araya gelerek yeni bir malzeme açığa çıkarmaktadır. Yapısal açıdan beton mukavemet olarak kayayla eş özellik göstermektedir. Tanecikli kompozit kapsamında yer alan takviyelendirilmiş betonlar elyaf takviyeli kompozitler kapsamına da girmektedir. Cam ya da mika benzeri metalik olmayan parçacıkların plastik ya da cam içine katılmasıyla üretilen kompozitler baya verimlidirler.
- Metalik kompozitlerde yer alan metalik tanecikler: bu kompozitlerde alaşımlardaki gibi matrisler içerisinde metal parçacıkları erimiş halde bulunmamaktadır. Bakır alaşımlarının içine kurşun parçalarının karıştırılması bu kompozite örnek olarak sunulabilecektir. Bir diğer örnek olarak çeliğe kurşun taneciklerinin karıştırılması gösterilebilecektir. Burada amaç işlenebilirliğin artırılmasıdır. Ayrıca bakır ve kurşun alaşımlardan yapılmış rulmanlar ile yataklarda tabii yağlama söz konusu olmaktadır. Bunun dışında molibden, tungsten ve krom benzeri metal tanecikleri de karıştırılabilmektedir. Ortaya çıkan

kompozit malzeler yüksek sıcak özelliğine sahip olmakla beraber sünek olmaktadır.

- Metalik kompozitlerde metalik olmayan tanecikler: Matris içerisinde metal olmayan taneciklerin eklenmesiyle üretilmektedir. Seramik eklenen kompozitler örnek olarak sunulabilir. Bunlara sermet adı verilmektedir. Sermetlerde karbür tabanlı kompozitler ile oksit tabanlı kompozitler yaygın olarak kullanılanlardır. Özellikle oksit tabanlı sermetler oksit matris içine oksit tanecikleri yerleştirilmektedir. Sermetler yüksek sıcaklıkta alet yapımı esnasında erozyon dayanıklılığı gereken alanlarda kullanılmaktadır.

2.5. Kompozit Bileşenleri

Önceden belirtildiği gibi kompozit malzemelerde takviye elemanı ve matris adlı iki önemli kısım bulunmaktadır. Genel olarak takviye elemanı matrisi kuvvetlendiren mukavim iken, matris ise kompoziti meydana getiren temel malzeme olarak değerlendirmektedir.

Matris temel bileşen özelliği taşımakta ve kompozit malzemeler şu özellikleri sağlamaktadır:

- Gücü ve kuvveti liflere aktarmak ve bu kuvvetlerin kompozite uygun biçimde dağılmasını temin etmek,
- Kompozit içindeki liflerin çevre şartlarında ve darbelerden korumak,
- Kompozit malzemelerin tokluğunu yükseltmek,
- Kompozit malzemedeki çatlak oluşumuna mani olmak ya da var olan çatlakların büyümesine mani olmaktır.

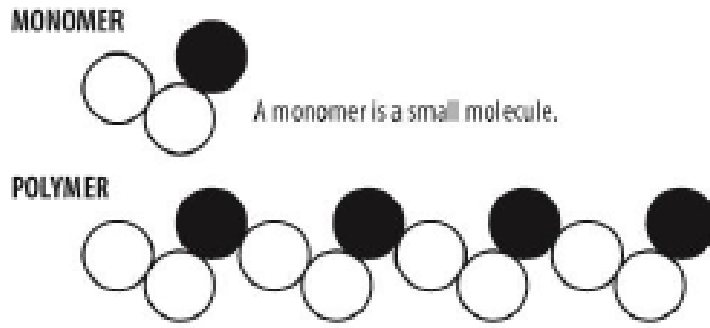
Temel matris malzeme cinsleri şunlardır (Zor, 2016: 75):

1. Plastik matris malzemeleri-polimerler
 - Termosetler,
 - Termoplastikler,
 - Elastomerler
2. Metal matris malzemeler,
3. Yüksek Sıcaklık Matrisleri-Seramikler.

2.5.1. Plastik matris malzemeleri (Polimerler)

Plastik kavramı dilimize Yunanca bir kelime olan “plastikos” kelimesinden girmiştir. Bu kelime Yunancada istenen formu alabilen anlamına gelmektedir. Plastik moleküllerin belli bir düzen bağlı olarak sıralanmasıyla ortaya çıkan kimyasal maddeye verilen isimdir. Plastikler işlenmelerinin kolay olmasının dışında hafif olduklarından dolayı tercih edilen malzemeler olarak karşımıza çıkmaktadır. Yapısal açıdan monomer adı verilen moleküllerin birbirlerine eklenmesi sonucu oluşan polimer adlı zincir yapılı malzeme olarak karşımıza çıkmaktadır.

Structure of Monomers and Polymers



Şekil 2.20. Monomer İle Polimerlerin Yapısı

Kaynak: Zor, 2016: 23.

Plastik üretiminde kullanılan hammaddeler şunlardır (Ersoy, 2001: 58):

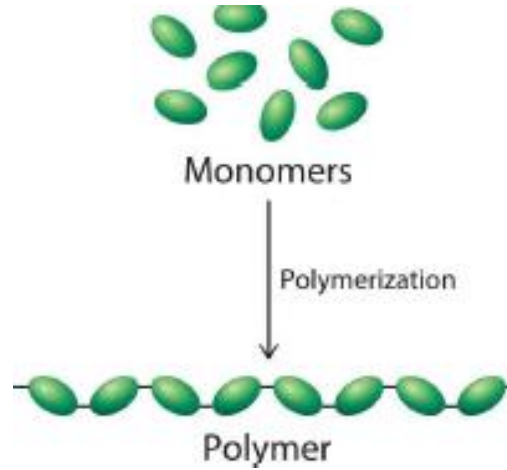
- Petrol Su,
- Kömür Hava (N, O),
- Tuz (NaCl, MgCl₂) Odun,
- Kireç taşı Pamuk,
- Kükürt ile diğer ziraat maddeleri şeklindedir.

Plastik malzemelerin sahip olduğu genel özellikleri şu şekildedir (Kaw, 2014: 56):

- Küçük moleküllerin (monomer) basınç, sıcaklık ve farklı birçok kimyasal etkiyle birleşerek plastik malzemesini üretmesi işlemine polimerizasyon adı verilmektedir.

- Polimerizasyon yapılmasının ardında etilen (monomer), polietilene (polimer) propilen, polipropilene, stiren polistirene dönüşmüş olmaktadır.
- Plastik malzemelerin maliyeti oldukça azdır.
- Plastikler kolaylıkla işlenebilirler.
- Ağırlıkları oldukça azdır.
- Korozyon ve kimyasal dirençleri yüksek olmaktadır.
- Elektrik ve ısı özellikleri iyi konumdadır.
- Mekanik özellikleri makuldür.
- Karbon benzeri elyaflarla güçlendirilerek fiziksel ve mekanik açıdan daha iyi hale getirilebilirler.

Şekil 2.21’da monomerlerden polimer oluşumu ve polimerizasyon işlemi gösterilmiştir.



Şekil 2.21. Monomer, Polimer ve Polimerizasyon

Kaynak: Zor, 2016: 77.

Termosetler

Termoset plastikler ısı sertleşir plastikler adıyla bilinmektedirler. Yapısal olarak kovalent bağlarda üç boyutlu şekillerin bulunmasından dolayı rijit bir yapı özelliği gösterirler. Söz konusu çapraz bağlantılarla sertleştiklerinden dolayı erimemekte ve çözünmemektedirler. Sıvı halde bulunanları ise monomerlerin reaksiyon girmesi neticesiyle yanal bağların birbirleriyle bağlanması neticesinde

oluşurlar. Termosetlerin ısıtılarak yumuşatılabilmesi mümkün değildir. Bu sebeple bu plastiklere şekil de verilememektedir. Termosetlerin tekrar tekrar kullanılabilmesi mümkün olmamakla birlikte tekrar üretim sürecine sokulabilmeleri mümkün olmaktadır.

Termoset plastik malzemelere genel olarak reçine olarak isimlendirilirler. Ayrıca plastik imalatından en fazla yararlanan malzeme türü termosetlerdir. Gelişmiş mekanik özellikleri, verimlilikleri ve ekonomik oluşları tercih sebebi olmalarını sağlamaktadır. İnşaat, tank boru yapımında, depolarda, otomotivde termosetler çoğunlukla kullanılan malzemeler içeresindedir (Özmeral, 2006: 82).

Yaygın biçimde kullanılan termoset plastik malzemelerden bazıları şunlardır (Zor, 2016: 84):

- Polyster: Ester moleküllerinin zincir hale gelmesinden meydana gelmektedir. Tereftalik asitle glikolün polimerleşmesi sonucunda meydana gelmektedir. Ülkemizde cam takviyeli polyster depolar yaygın olarak kullanılmaktadır. Polysterlerin 100 °C sıcaklığın altındayken kimyasal ve mekanik dayanımları yüksektir. Lastik sanayisinde, denizcilikte ve otomotiv gövdesi parçalarında elyaf takviyeli polysterlerden oldukça yararlanılmaktadır. Sertleşme esnasında yüksek düzeyde çekmeleri olmakta ve bu durum liflerin burkularak kırılmasına neden olabilmektedir. Raf ömürleri oldukça düşüktür. Zehirli gaz yaymaktadırlar. Suya dayanımları düşüktür.
- Epoksi: termosetler içerisinde yer alan yapıştırıcı görevi gören bir kimyasal malzemedir. Epoksit moleküllerinin polimerizasyonu ile oluşturulurlar. İçerisinde bulunan sertleştiriciye bağlı olarak özellikleri değişmektedir. Kimyasallara, aside ve suya direnci fazla olmakla birlikte bu direnç özelliğini kaybetmemektedir. Sıvı halden katı hale geçerken düşük ölçüde çekme söz konusu olur. Kuru iken 220 °C'ye ıslak halde 140 °C'ye kadar ısı dayanımları bulunmaktadır. Aşınmaya yönelik dayanıklı yüzey meydana getirir. Temizlenmesi kolay ve hijyenik bir malzemedir. Deriye zararlı olmakla beraber oldukça maliyetli bir malzemedir.
- Fenolik: fenolik reçinelerin katı ve sıvı tiplerin bulunmaktadır. Türkiye'de sıvı üretimi yapılmaktadır. Fenolikler 300 °C'ye kadar kullanılmaktayken, asbest elyafla desteklenmesi halinde 1000 °C belli

bir süreliğine kullanılabilirler. Gözenek oluşma riskleri fazladır. Viskoziteleri fazladır. Alkalilere duyarlı olmalarına rağmen pek çok aside ve suya dayanımları vardır.

- Silikon: içeresinde oksijen, silisyum ve muhtelif hidrokarbonlar olan sentetik özellik gösteren polimerlerden bir tanesidir. Sahip olduğu mekanik özellikler düşüktür. Ancak 250 °C'ye kadar devamlı çalışabilmektedir. Korozyona, suya ve ısıya dayanımı yüksektir. Maliyeti fazladır.
- Poliimit Reçineler: Üretimleri oldukça güçtür. Sıcaklık olarak 127 ile 316 °C'ye kadar kullanılabilirler. Maliyetleri fazladır.
- Poliüretan-Üretan: Yapısı karbamat bağlantılarından oluşmaktadır. Sert plastik , sentetik elyaf, conta üretiminde kullanılmaktadırlar. Poliüretan köpükler aynı zamanda poliüretan sünger olarak da ifade edilmektedirler. Ses ve ısı izolasyonunda esnemeyen poliüretanlar kullanırken, esnek poliüretanlar yataklarda konfor malzemesi olarak kullanılır. Bunlar dışında pek çok alanda kullanılmaktadırlar.
- Cynate Ester: Yalıtkanlıkları oldukça yüksektir. Yaşken 200 °C'ye kadar kullanılabilirler. Çoğunlukla uçak endüstrisinde kullanılmaktadır.

Şekil 2.22'de cam takviyeli polyesterin kullanıldığı depolardan biri gösterilmiştir.



Şekil 2.22. Cam Takviyeli Polyester Depo

Kaynak: Zor, 2016: 85.

Şekil 2.23’de ise poliüretan köpük örneği gösterilmektedir.



Şekil 2.23. Poliüretan Köpük Örneği

Kaynak: Zor, 2016: 104.

Termoplastikler

Yapısal açıdan moleküllerin yan zincirler ve gruplar halinde bir araya gelmesinden oluşmaktadırlar. Bununla birlikte yapıları termosetlerde olduğu gibi üç boyutlu değildir. İçlerinde bağlar arasında zayıf Vander Wals bağı bulunmaktadır. Bu durum rijit yapıya sahip olmamalarına neden olmaktadır. Termoplastikler ısıtılmaları halinde yumuşamaktadırlar. Bu sebeple ısıtılmalarının ardından şekillendirilebilmeleri mümkün olmaktadır. Bu işlemin tekrar yapılması da mümkündür. Ayrıca termoplastikler şekil değişikliklerinde herhangi bir kimyasal değişime uğramamaktadırlar (Ersoy, 2001: 59).

Termoplastikler ısıl yumuşar reçineler adıyla piyasada bilinmektedir. Bu malzemeler özellikle uçak ve otomotiv sanayisinde kullanılmaktadır. Metaller nazara 5 kat genişleme katsayısına sahiptir. Özgül ısıları değerlendirildiğinde ise termoplastikler seramiklerin 4 katı iken metallerin iki katıdır. Ancak termal iletkenlikleri metaller nazaran 3 kat düşüktür. Ekstrüzyon ile enjeksiyon kalıplama yöntemleriyle üretilen termoplastiklerin Preslenebilir Takviyeli Termoplastik (Glass Mat Reinforced Thermoplastics- GMT) üretim metotlarında kullanılması mümkündür (Zor, 2016: 112).

Termoplastik ürünlerin avantajlarını ve dezavantajlarını Tablo 2.8’de görmemiz mümkündür.

Tablo 2.8. Termoplastik Malzemelerin Avantajları ve Dezavantajları

<p style="text-align: center;">AVANTAJLAR</p>	<ul style="list-style-type: none">• Termoplastikler uzun raf ömürüne sahiptir.• Geri dönüşüm özellikleri bulunmaktadır.• %1 ile %500 oranında değişen yüksek süneklik oranları vardır.• İşleme maruz kaldıktan sonra ısıtılarak tekrar şekillendirilebilirler.• Soğutucu olmadan saklanabilmek beraber oda sıcaklığında katı formda bulunabilirler.• Sertleşmeleri açısından organik çözücülere ihtiyaç yoktur.• Darbe dayanımların yüksek kırılma toklukları nedeniyle fazladır.• Elektrik yalıtkanlıkları oldukça yüksektir.
<p style="text-align: center;">DEZAVANTAJLAR</p>	<ul style="list-style-type: none">• Sertlikleri, rijitlikleri ve mukavemetlerin oldukça azdır.• Matris olarak kullanılmaları güç ve maliyetleri de oldukça fazladır.• Oda sıcaklığın işlenmeleri oldukça güçtür.• Termosetlerle kıyaslandıklarında termoplastik malzemeler daha pahalıdır.• Oda sıcaklığında bile süreç içerisinde sünebilirler.• Ergime sıcaklıkları düşüktür.

Kaynak: Zor, 2016: 112-113.

Termoplastik malzemelere örnek olarak şunlar gösterilebilir (Şahin, 2015: 89):

- Poli-Etilen (PE),
- Asetal/ Poli-Methelene-Metilen (POM),
- Poli-Amids (PA) / Naylon,
- Polimet metha arkilik (Akrilik) (PMMA),
- Poli-Propilen (PP),

- Akronitril-Butnadiene-Streyn (ABS),
- Poli-Vinil-Klorür (PVC),
- Poli-Tetra-Fluor-Ethylene (PTFE),
- Poli-Amid-Imid (PAI) Poli-Phenilen-Sulfid (PPS),
- Poli-Eter-Sülfon (PES) Poli-Eter-Imid (PEI),
- Poli-Eter-Eter-Keton (PEEK) Poli-Stiren (PS).

Poli-Etilen (PE)'nin iyi deformasyon direnci olmakla beraber yüksek ve düşük yoğunluklu iki türü bulunmaktadır. Yalıtkanlık, kimyasal kararlılık, az nem alma, kolay işlenebilirlik, düşük maliyet gibi özellikleri bulunmaktadır. Yoğunluğu yüksek PE'lerin rijitliği ve mukavemeti daha fazladır. Bu sebeple boru imalatında kullanılmaktadır. Şekil 2.24'de yüksek yoğunluklu PE borular görülmektedir.



Şekil 2.24. PE Borular

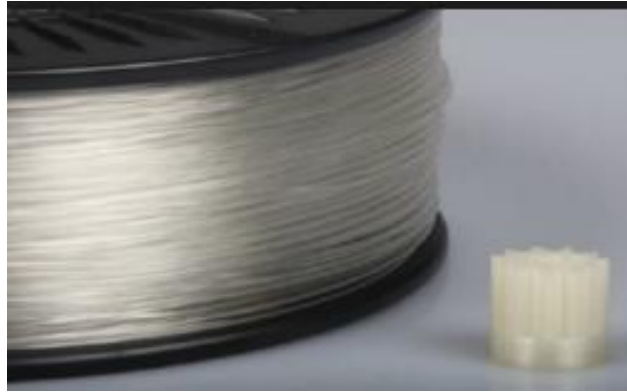
Kaynak: Zor, 2016: 120.

Asetal / Poli-Methelene-Metilen (POM)'nin ana malzemesi formaldehittir. Aşınma direnci, rijitlik, tokluk ve dayanım özellikleri yüksektir. Nem alma oranı az olmakla beraber ergime noktası 180 °C'dir. Pompa parçaları kapı kolları, otomobil parçaları gibi öğelerin üretiminde kullanılmaktadır. Şekil 2.25'de POM'un kullanıldığı yapı parçaları gösterilmiştir.



Şekil 2.25. POM Yapı Parçaları

Poli-Amids (PA)/ Naylon aşınma direnci, mukavemeti ve elastik modülü fazla bir malzeme türü olarak karşımıza çıkmaktadır. Yapısal olarak kendini yağlama özelliği bulunmaktadır. Mekanik özellikleri 125 °C kadar korunabilmektedir. Ancak su emme gibi bir dezavantajı bulunmaktadır. Bunun dışında PA Aramidler ticari olarak Kevlar isimiyle geçmekle beraber bu ürünlerin özgül mukavemetleri çelikten daha fazla olmaktadır. Şekil 2.26’da PA’dan yapılmış iplik gözükmemektedir.



Şekil 2.26. PA İplik

Polimet metha arkilik (Akrilik) PMMA yapısal açıdan lineer polimer olmasından dolayı belli bir şekli yoktur. Saydam olması camla alakalı optik uygulamalarda kullanılmasını sağlamaktadır. Ancak çizilme direnci düşüktür. Çoğunlukla tekstil alanında kullanılmaktadır. Şekil 2.27’de Akrilik saydam levhalar ile akrilik iplik gözükmemektedir.



Şekil 2.27. Arkilik Saydam Levhalar ile Arkilik İplikler

Poli-Vinil-Klorür (PVC) pencere, kapı, döşeme, oyuncak üretiminde kullanılmaktadır. Bunun dışında film, rijit boru, kablo ile tel üretiminde de kullanılmaktadır. PVC ışık ile ısıya yönelik olarak kararsız özellik göstermektedir. Şekil 2.28’de ise PVC pencere örneği gösterilmiştir.



Şekil 2.28. PVC Pencere

Poli-Tetra-Flour-Ethylene (PTFE) adlı malzeme piyasa şartlarında teflon adıyla bilinmektedir. Bu malzemenin kimyasal etkilere direnimi oldukça fazladır. Isıl ve elektrik direnci fazla olmasının dışında sudan etkilenmemektedir. Sürtünme direnimi sebebiyle yağlanamayan parçalarının üretiminde yararlanılmaktadır. Ayrıca gıda sektörü içerisinde kullanılmaktadır. Şekil 2.29’da teflon tava örneği gösterilmiştir.



Şekil 2.29. Teflon Tava

Termoplastiklerin işlem ile erime sıcaklık aralıkları farklılık göstermekte olup bu değerler Tablo 2.9’da gösterilmiştir.

Tablo 2.9. Termoplastiklerin Erime Sıcaklık Düzeyleri ile En Yüksek İşlem Sıcaklıkları

Malzeme Türü	En Yüksek İşlem Sıcaklığı (°C)	Erime Sıcaklık Düzeyi (°C)
PP Poli-Propilen	110	160-190
PA Poli-Amid	170	220-270
PES Poli-Eter-Sülfon	180	-
PEI Poli-Eter-İmid	170	-
PAI Poli-Amid-İmid	230	-
PPS Poli-Phenilen-Sülfid	240	290-340
PEEK Poli-Eter-Eter-Keton	250	390

Kaynak: Zor, 2016: 122.

Tablo 2.10’da ise termoplastik malzemelerin termal ve mekanik özellikleri ele alınmıştır.

Tablo 2.10. Termoplastik Malzemelerin Termal Ve Mekanik Özellikleri

Malzeme Tipi	Öz ağırlık g/cm ³	Çekme mukavemeti	Elastik Mod.	Sıcaklık
Poli-etilen (PE) (Düşük yoğunluk)	0,92-0,93	7-17	105-280	80
Poli-Etilen (PE) (Yüksek yoğunluk)	0,95-0,96	20-37	420-1260	100
Poli-Vinil-Klorür (PVC)	1,50-1,58	40-60	2800-4200	110
Pol-Propilen (PP)	0,90-0,91	50-70	1120-1500	105
Poli-Stiren (PS)	1,08-1,10	35-68	2660-3150	85
Akronitril-Butadien-Streyn (ABS)	1,05-1,07	42-50	-	75
Poli-Met-Metha-Arkilik (PMMA)	1,11-1,20	50-90	2450-3150	125
Poli-Tetra-Flor-Etilen (PTFE-Teflon)	2,10-2,30	17-28	420-560	120
Poli-Amids (PA) Nylon 6.6	1,06-1,15	60-100	2000-3500	82

Kaynak: Zor, 2016: 123

Elastomerler

Elastomerler yapısal olarak çapraz bağlı uzun zincirlerden meydana gelmektedir. Bu açıdan termosetlerle benzerlik gösterirler. Elastomerler düşük kuvvetlerin etkisiyle ileri düzey elastik deformasyon geliştirebilmektedir. Bazı tip elastomerler yaklaşık beş kat elastik değişikliğe uğrayabilmektedir. Elastomerler içerisinde en çok bilineni kauçuktur. Kauçuk doğal ve sentetik kauçuk diye ikiye ayrılmaktadır. Doğal kauçuk bitkilerden üretilmekteyken, sentetik kauçuk termoplastik ve termoset polimelerinden elde edilirler. Şekil 2.30'da kauçuk zemin parke örneği gösterilmiştir.

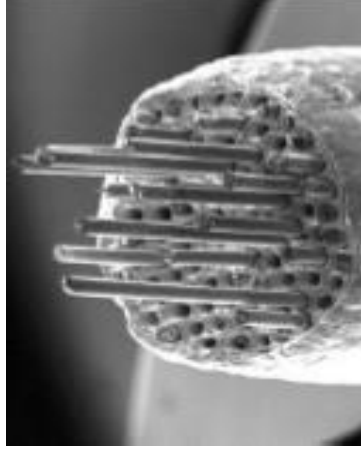


Şekil 2.30. Kauçuk Parke Örneği

2.5.2. Metal matris malzemeleri

Metal matrisler titanyum, nikel fiberleri, alüminyum ile erimeyen metal matrislerin birleştirilerek yapıştırılmasından üretilmektedir. Alüminyum içeren metal matrisli kompozitlerin aralıklı ya da sürekli olarak üretilebilmesi mümkün olmaktadır. Maliyetlerin az olması istenmekteyse aralıklı olanlar, ağırlığın fazla olduğu üretim istenmekteyse ise sürekli olanlar kullanılmaktadır. Al_2O_3 ile silikon korpit fiberlerin aralık veya sürekli olanları bulunmaktadır. Toz metalürjisi, metal püskürtmenin süreksiz fiberlerle birleştirilmesi mümkündür (Kaw, 2014: 89).

Metal matrisler kullanılarak üretilen kompozitler uzay, otomotiv ve havacılık gibi alanlarda kullanılmaktadırlar. Bu matrislerin toklukları, mukavemetleri ve rejitlikleri plastik matrislere göre daha yüksektir. Ancak bu matrislerin tüm elyaflarla birlikte kompozit oluşturması pek mümkün olmamaktadır. Bu durum üretimlerin maliyetli ve zor olmasına neden olmaktadır. Çoğunlukla hafif metal kategorisinde bulduklarından dolayı çinko, magnezyum, titanyum, alüminyum, nikel, bakır metal matris olarak kullanılmaktadır. Şekil 2.31'de metal kompozit malzeme örneği bulunmaktadır.



Şekil 2.31. Metal Matrisli Kompozit Malzeme Örneği

Önemli metal matrislerden biri alüminyum ve alaşımlarıdır. Özellikle 2024 alüminyum alaşımları, 1010 saf alüminyum alaşımı ve 6061 alüminyum alaşımları çoğunlukla tercih edilen alaşımlar olarak gösterilebilmektedir. Bu alaşımlar 450 ile 550 °C sıcaklık arasında sıcak preslemeyle üretilmektedir. Bunun dışında bu alaşımlarla karbon elyaf kullanılarak da kompozit üretilmesi mümkün olmaktadır. Fakat bu üretimlerde korozyon olasılığı engellemek için elyafın gümüş ya da nikelle kaplanması lazımdır. Alüminyum ve alaşımlarının elektrik iletkenliklerinin yüksek olması onların kullanımda tercih sebebi olmalarını sağlamaktadır. Bu alaşımlar içerisinde bakır, magnezyum, çinko elementleri tek başlarına bulunabildiği gibi birlikte de bulunabilirler (Kaw, 2014: 90-91).

Bir diğer metal matris tipi magnezyum ve alaşımlarıdır. Magnezyum alaşımlarının mukavemeti alüminyum alaşımlarıyla kıyaslandığında daha düşüktür. Ancak magnezyumun yoğunluğunun daha düşük olması özgül mukavemetinin alüminyumdan yüksek olmasına neden olmaktadır. Bu sebepten dolayı özellikle hızlı hareket etmesi gereken araçlarda kullanılması tercih edilmektedir. Yüksek sıcaklıkta aşınma ile sünme, düşük rijitlik, korozyon dirençlerinin az olması benzeri dezavantajları bulunmaktadır. Magnezyum içerisinde alaşım olarak çinko ile alüminyum kullanılmaktadır. Farklı metallerle kıyaslandığında talaşlı üretimde iyi özellik göstermektedir (Kaw, 2014: 91).

Çinko ve alaşımları bir diğer metal matris olarak kullanılan malzemeler olarak karşımıza çıkmaktadır. Çinko ile alaşımlarının ergime sıcaklarının az olması döküm malzemesi olarak kullanılmasına sebep vermektedir. Bu sebepten dolayı bunlarda küçük boyutlu delikler oluşturulması kolaydır. Yapısal açıdan çinkonun yoğunluğu

oldukça fazladır. Bu malzemeler uzun süre kullanılırsa dayanımları az düşmekle beraber süneklikleri artış gösterir. Arabaların hassas parçaları ve mutfak eşyalarından bazıları çinko pres döküm kapsamında imal edilmektedir.

Titanyum ve alaşımlarının rijitliği ve mukavemeti alüminyum ile kıyaslandığında daha yüksektir. Bunun dışında titanyum metalinin genleşme katsayısı daha fazladır. Titanyum alaşımlarında silisyum, vanadyum, mangan gibi elementler kullanılmaktadır. Titanyum alaşımlarının özgül mukavemetlerinin fazla olması uzay ve uçak sanayilerinde kullanılmalarını sağlamaktadır.

2.5.3.Yüksek sıcaklık matrisleri

Yüksek sıcaklık matrisleri içerisinde matrisler oldukça yaygın olarak kullanılmaktadır. Seramikler metal oksitler, su, toprak alkali, silikat ile alüminat bileşiklerinden meydana gelmektedir. Seramik sınıfı içerisinde sülfidler, boridler, nifritler, silikatlar ile karbitler bulunmaktadır. Seramiklerde kısmen kovalent ile iyonik bağ olması sebebiyle seramikler kararlı yapı sergilemektedirler. Optik sanayisi, endüstriyel fırınlar benzeri endüstrilerde seramiklerden yararlanılmaktadır (Ersoy, 2001: 114). Şekil 2.32’de F-16 uçağında kullanılan seramik kompozitler oklarla gösterilmiştir.



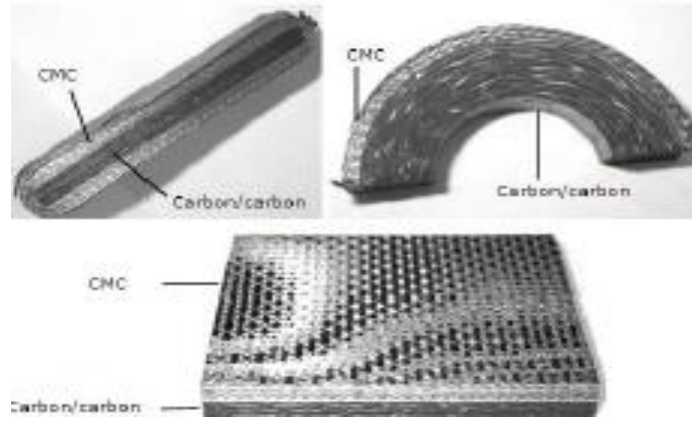
Şekil 2.32. F-16 uçağındaki Seramik Matrisler

Seramikler yapısal olarak kırılındırlar. Bu durum seramiklerin kullanım alanlarını kısıtlamaktadır.

Seramiklerden kompozit malzeme olarak yararlanılması durumunda 1300 °C’ye kadar dayanabilmeleri mümkün olmaktadır. Bazı seramik matrislerde karbon

elyafları da kullanılabilir. Böylelikle elyaf malzemenin tokluğu artırılmış olmaktadır.

Bir diğer yüksek sıcaklık matrisi karbon elyaflardır. Bunlara karbon matris adı da verilmektedir. Karbon matrislerin 4000 °C'ye kadar dayanabilme özellikleri bulunmaktadır. Bu açıdan bu matrisler yüksek sıcaklarda mekanik ve termal açıdan iyi özellikler sergilemektedirler. Karbon elyafların sahip olacakları özellikler üretilecek olan kompozit malzemenin özellikleri üzerinde oldukça etkili olmaktadır. Şekil 2.33'de ise karbon matris örneği gösterilmiştir.



Şekil 2.33. Karbon Kompozit Örneği

2.6. Kompozit Malzemenin Kullanım Alanları

Kompozit malzemeler birçok alanda yaygın olarak kullanılmaktadır. Günümüzde kompozit malzeme birçok sektörde pek çok farklı amaç için sıklıkla kullanılmaktadır.

2.6.1. Havacılık Sanayi

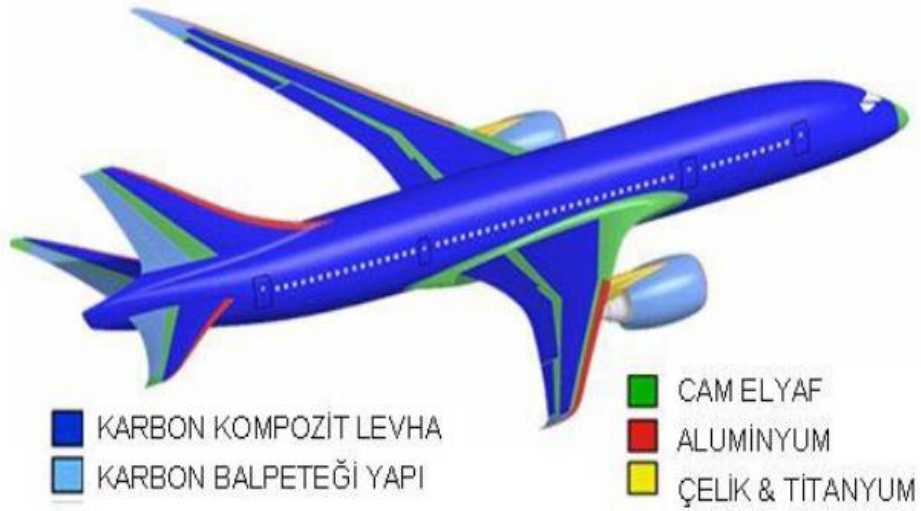
Kompozit malzemeler havacılık sanayinde oldukça geniş uygulama alanına sahiptir. Kompozit malzemelerin üstün mekanik özelliklerinin yanı sıra hafifliklerinin diğer malzemelere göre daha iyi olması, havacılık sanayinde sıklıkla tercih edilmelerine neden olmaktadır. Uçak ve helikopterlerde hem iç mekanda hem de yapısal parçaların üretiminde kompozit malzemeler kullanılmaktadır.

Uçaklar genel olarak gövdenin ağırlık kontrolü ile uzun süreli hizmet ömrü, sistem tasarımının temelleri ve maliyet yapısının belli bir kısmına navlun, seyir için

gerekli sürat ve mesafenin belirlenmesinde gerekli olan performans ihtiyaçlarını karşılayabilir biçimde tasarlanmaktadır. Çeşitli şartların eşit düzeyde olduğu durumlarda, ağırlık önemli bir faktör olarak çıkmakta ve ağırlık baz alınarak seçim yapmak önemli bir kriter olmaktadır. Bununla beraber uygun nitelikleri barındıran hafif metaller seçim için en uygunları olmaktadır. Kompozit malzemeler bu amaç doğrultusunda kullanımı sıklıkla tercih edilen malzemeler olarak bilinmektedirler.

Havacılık sanayinde, dizaynla saptanırken önemli olan unsurlar; emniyet, maliyet ve hızdır. Havacılık sanayinde, hizmet ömrünün uzun olması, belirli navlun, mesafe seyir hızı, irtifa gibi performans değerleri yüksek olan bununla beraber ağırlık ölçütleri diğerlerine kıyasla daha hafif olan malzemeler tercih nedeni olmaktadır. Kompozitler malzemeler bu doğrultuda en uygun malzemeler olarak görülmektedir. İçin uygun bir malzeme grubunu oluşturmaktadır. Özgül rijitlik ve özgül mukavemet ve bunlara ilişkin değerleri baz olarak alındığında; düşük yoğunluk değerlerinden kaynaklı olarak kompozit malzemeler, konvansiyonel malzemelere oranla daha güçlü duruma gelmektedirler. Tüm bu durumlardan kaynaklı olarak kompozit malzemelerin, hava taşıtlarındaki çeşitli kullanımları daha yaygın olmaktadır (Arıcasoy, 2006).

Uçaklarda kullanılan kompozit malzemelerin uygulanma durumu Şekil 2.34'da verilmiştir.



Şekil 2.34. Kompozit Malzeme Havacılık Sanayi Uygulamaları

Kaynak: Zor, 2016: 66.

Havacılık sanayinde kullanılmakta olan kompozit malzemelerde matris görevi üstlenen polimer esaslı reçineler aşağıdaki gibi sıralandırılabilir (Arıcasoy, 2006):

- Epoksi reçineleri
- Polyester reçineleri
- Polyamidler –naylonlar

Epoksi reçineleri temelde adlarını lineer polimer uçlarında bulunmakta olan epoksil -C-C- gruplarından almaktadırlar. Epoksi reçinelerinin özellikle havacılık ve uzay sanayinde kullanılmakta olan kompozit malzemelerin üretiminde, farklı eklemelere matris malzemesi olarak tercih edilmesini sağlamakta olan nitelikler şu şekildedir (Arıcasoy, 2006):

- Yüksek ve düşük sıcaklıklarda sert yapıya bürünebilmesi
- Aşınma direncinin yüksek olması
- Farklı yüzeylere yapışma derecesinin yüksek olması
- Kimyasal direncinin yüksek olması

Alkol ve asitlerin kondensasyonu sonucunda elde edilmekte olan polyester reçineleri; reaksiyon gösteren maddelerle farklı bölünmeler yaşamaktadırlar. Bir polyester cinsi olarak alkid; özellikle kaplayıcı maddelerin üretiminde, doymuş polyester ise; elektrik, tekstil, film, fotoğraf ve otomotiv gibi sanayilerde sıklıkla kullanılırlar. Doymamış polyester özellikle uçakların iç panellerinde sıklıkla kullanılmaktadır. Tablo 2.11’de havacılık sektöründe kullanılan kompozit malzeme çeşitlerinin hangi bölümlerde kullanıldıkları yer almaktadır.

Tablo 2.11. Kompozit Malzemelerin Havacılık Sektöründe Kullanımı

Kompozit Malzeme	Kullanım Alanı
Karbon Fiber+Epoksi	<ul style="list-style-type: none">• B2 bombardıman uçağı gövde panelleri• A380 yolcu uçağı kanat panelleri ve flapler
CTP	<ul style="list-style-type: none">• A380 yolcu uçağı burun bölümü (radome)
Aramid Fiber+Epoksi	<ul style="list-style-type: none">• A380 yolcu uçağı dikey stabilizer
Karbon Elyafı+Peek	<ul style="list-style-type: none">• Uçak EAPS kapağı
Bor-Epoksi Kompozit	<ul style="list-style-type: none">• F-14 uçaklarında, yatay dengeleyiciler, F-15 lerde ise yatay ve dikey dengeleyiciler
Karbon/Avamid-Epoksi	<ul style="list-style-type: none">• Motor kaportaları
Karbon-Epoksi	<ul style="list-style-type: none">• F-16 larda, yatay ve dikey dengeleyicileri• F/A-18 uçaklarında kanat yüzeyleri• AV-8B uçaklarında; kanatlar, yatay dengeleyiciler

Kaynak: Arıcasoy, 2006:18.

2.6.2. Denizcilik Sanayi

Denizcilik sanayinde kompozit malzemeler çok yaygın şekilde kullanılmaktadır. Deniz araçlarının sağlam olması bunun yanında süratli olmalarında kompozit malzemeler en iyi malzemeler olarak görülmektedir (Arıcasoy, 2006:18).

2.6.3. Spor Araçları ve Gereçleri

Kompozit malzemelerin yeni girdiğı ve yaygın olarak kullanılmaya başlandığı sektör spor araç ve gereçleri sektörüdür. Hareket yeteneğinin arttırılması bunun yanı sıra ağırlığın azaltılması ve dayanıklılığın artmasına imkan tanıyan karbon elyafı ve cam takviyeli kompozitler sıklıkla tercih edilmektedir.

Kompozitler genel olarak sörf, kano ve yatların yapımında yaygın olarak kullanılmaktadır. Kompozit malzeme kullanımı ile malzeme yoğunlu artmakta ve darbe dayanıklılığı güçlenmektedir. En düşük ağırlık ve en iyi katılık/ağırlık oranının yakalanabilmesi için sağ bisikletleri üretiminde karbon elyafı kullanılmaktadır. Bu sayede dağ bisikletlerinde sağlamlık ve şok emme gibi özellikler kazandırılmaktadır. Bununla beraber ağırlığın düşürülmesinin önemli olduğu golf, tenis gibi sporlarda kullanılan araç ve gereçlerin üretiminde de karbon elyafı takviyeli kompozit malzemeler kullanılmaktadır. Tablo 2.12’de spor araç ve gereçlerinde kullanılmakta olan kompozit malzemelere yer verilmiştir.

Tablo 2.12. Kompozit Malzemelerin Spor Araç ve Gereçlerinde Kullanımı

Kompozit Malzeme	Kullanım Alanı
Termoplastik Prepreg	<ul style="list-style-type: none">• Su Kayağı
%33 Cam+Poliftalamid	<ul style="list-style-type: none">• Kar Kayağı
CTP	<ul style="list-style-type: none">• Su Kaydırakları• Sörf Tahtaları
Karbon+Poliamid 6	<ul style="list-style-type: none">• Bisiklet
Termoplastik Poliüretan, Petek	<ul style="list-style-type: none">• Reebok Spor Ayakkabı
Karbon Fiber+Epoksi	<ul style="list-style-type: none">• Golf Sopası• Zıpkın Gövdesi• Palet
Aramid (Kevlar)+Epoksi	<ul style="list-style-type: none">• Tenis Raketi

Kaynak: Arıcasoy, 2006:19.

2.6.4. Korozyona Dayanıklı Ürünler

Günümüzde çeşitli alanlarda sıklıkla kullanılmakta olan ürünlerin birçoğu kompozit malzemeler kullanılarak üretilmektedir. Kompozit malzemelerin kullanıldığı ürünlerin hizmet ömrü uzun olmakla beraber dayanıklılıkları artmaktadır. Bu nedenle sıklıkla tercih nedeni olmaktadır. Korozyona dayanıklı ürünler ve kompozit malzemeleri Tablo 2.13’de verilmiştir.

Tablo 2.13. Korozyona Dayanıklı Ürünler ve Kullanılan Kompozit Malzeme

Kompozit Malzeme	Kullanım Alanı
CTP	<ul style="list-style-type: none">• Su tankı• Mazgal Olukları• Yeraltı Boruları• Çit• Açık Saha Dolapları• İlan Panoları• Dondurulmuş Gıda Reyonu Kaplaması• Rasathane Kubbesi

Kaynak: Arıcasoy, 2006:19.

2.6.5. Sağlık

Sağlık alanında kullanılan çeşitli araç ve gereçlerde kompozit malzemeler sıklıkla kullanılmaktadır. Özellikle dayanıklılığın sağlanması adına kompozit malzemeler tercih nedeni olmaktadır. Sağlık alanında kullanılmakta olan tekerli sandalyede cam ya da karbon elyaf takviyeli polyester kullanılırken, tıbbi tetkik cihazlarının dış korumalarında CTP kullanılmaktadır (Arıcasoy, 2006:19).

2.6.6. Ulaşım

Ulaşım araçlarında kompozit malzemeler çoğunlukla tercih edilmektedir. Özellikle tekil zararların kolay bir şekilde değiştirilmesi amacıyla kompozit malzemelerin kullanımı oldukça yaygındır. Ulaşım araçları ve kullanılmakta olan kompozit malzemeler Tablo 2.14’de verilmiştir.

Tablo 2.14. Ulaşım Araçları ve Kullanılan Kompozit Malzeme

Kompozit Malzeme	Kullanım Alanı
SMC	Traktör Kaporta Kabin Oturma Birimi Toplu Taşıma Araçları Oturma Birimi
GMT	Konteynır Tabanı
CTP	Otobüs Havalandırma Kanalları Port Bagaj Parçaları Gösterge Paneli Açık Alan Servis (Golf Arabası) Araçları Kaporta, Tavan Teleferik

Kaynak: Arıcasoy, 2006:19.

2.6.7. Otomotiv

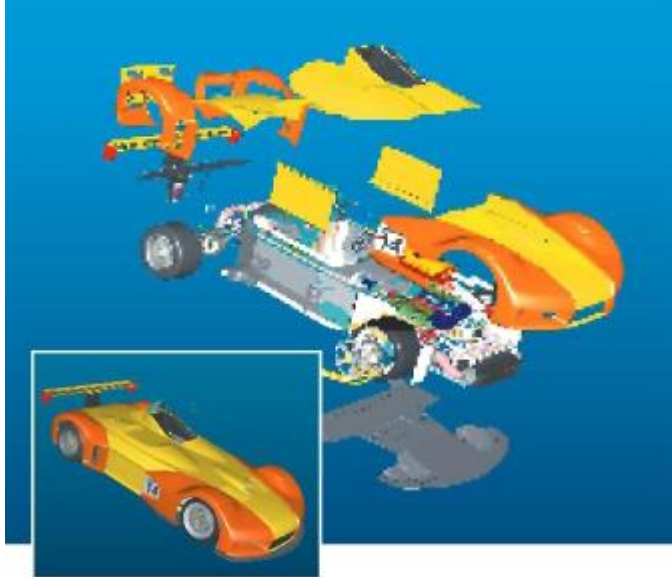
Otomobil firmaları müşterilerinin isteklerine yanıt verebilmek adına daha hafif ve daha hızlı otomobiller üretmeyi hedeflemektedirler. Hafif otomobiller daha çabuk hızlanabilmekte ve gerektiğinde daha hızlı şekilde durabilmektedir. Bu durum müşteri tercihlerinde önemli bir etken olmaktadır. Bunun farkında olan ve teknolojik gelişmeleri takip eden otomobil firmaları kompozit malzemeler kullanarak otomobilin ağırlığını düşürmektedirler. Tablo 2.15’de otomobil parçaları ve kullanılan kompozit malzemeler yer almaktadır.

Tablo 2.15. Otomobil Parçaları ve Kullanılan Kompozit Malzeme

Kompozit Malzeme	Kullanım Alanı
%30 Cam+PBT	Cam Sileceği
%35 Cam+Poliamid 66	Fitre Kutusu; Mercedes
%40 Cam+Poliamid 6	Pedallar
%30 Cam+ABS	Dikiz Aynası
%30 Cam+PBT	Far Gövdesi; BMW
%30 Cam+Poliamid 6	Hava Giriş Manifoldu; BMW, Ford, Mercedes
GMT	Otomobil Gösterge Paneli
CTP	Otomobil Spoiler Otomobil Yan Gövde İskeleti; Ford, Otomobil kaporta; Corvette

Kaynak: Arıcasoy, 2006:20.

Otomotiv sektöründe özellikle hızın önemli olduğu Formula 1 araçlarında kompozit malzeme yaygın olarak kullanılmaktadır. Araçların hem mümkün olduğunca hafif hem de dayanıklı olmalarında kompozit malzemelerin kullanımı önem kazanmaktadır.



Şekil 2.35. Formula Araçlarında Kullanılan Kompozit Malzeme

Kaynak: Boytek, Otomotiv Sanayinde Kompozit Malzeme Kullanımı, Boytek A.Ş., Sayı 9, Mart 2008.

Eskiden hız arabalarında hafif bir madde olan alüminyum kullanılırken günümüzde kompozit malzemeler tercih edilmektedir. Bununla beraber araçlardaki çeşitli malzemelerin kompozit malzemelerle üretiliyor olması, araçlardaki parça sayısının da önemli düzeyde düşürmektedir. Eskiden 200 parçalı üretim kompozit malzemelerle beş parçaya kadar inmiştir. Kompozit malzemelerin birleştirilmesinde metal civatalar yerine epoksi reçinesi kullanılmaktadır. Bu durum parça sayısında önemli düşüşe neden olmakla beraber aracın ağırlığını düşürmektedir.

F1 araçlarında kompozit malzemelerin sıklıkla tercih edildiği bazı parçalar şu şekildedir (Arıcasoy, 2006:21).

- Motor kaplaması
- Ön ve arka kanatlar, spoiler
- Burun kapağı
- Elektrik dağıtım Panoları
- Ana gövde

2.6.8. Müzik aletleri

London College of Furniture ve başka bazı yerlerde müzikal enstrümanların üretilmesine ilişkin olarak kompozit malzemelerin kullanıldığı bilinmektedir. Yaylı sazların ileri kompozit malzemelerle yapılması durumunda boyun kısmında tellerin gerginleşmesinden kaynaklı olarak çeşitli deformelerin oluşması bu konuda sorunlardan biridir. Müzik aletleri ve kullanılan kompozit malzemelerle ilgili Tablo 2.16 oluşturulmuştur.

Tablo 2.16. Müzik Aletleri ve Kompozit Malzeme Kullanımı

Kompozit Malzeme	Kullanım Alanı
Karbon Fiber+Epoksi	Keman
Karbon lamine tabakalar arası polimer köpük	Gitar
Grafit-Epoksi	Akustik Gitar
Karbon + Epoksi	Çello

Kaynak: Arıcasoy, 2006:21.

2.6.9. Yapı sektörü

Yapı sektöründe kompozit malzemeler dayanıklılığın artırılmasında sıklıkla kullanılmaktadır. Yapı sektöründe birçok alanda kompozit malzemelerin hafif olması ve beraberinde dayanıklılıklarının fazla olması diğer malzemelere göre üstünlük yaratmaktadır. Tablo 2.17’de yapı sektöründe kullanılan bazı alanlardaki kompozit madde örneklerine yer verilmiştir.

Tablo 2.17. Yapı Sektörü ve Kompozit Malzeme Kullanımı

Kompozit Malzeme	Kullanım Alanı
SMC	Taşıyıcı Konstrüksiyon Yüzme Havuzu Kapı Saçağı Yer karoları
CTP	Köprü Tabanı Tırabzanı Yürüme yolları Taşıyıcı Konstrüksiyon Bina Balkon Korkuluğu Kapı Bina Kaplama Panelleri Küvet; CTP Lavabo; CTP Sokak Lambası

Kaynak: Arıcasoy, 2006:21.

Cam takviyeli polyester (CTP) özellikle yapılarda pencere nüvelerinde kullanılmaktadır. Bu nüveler sayesinde yapıların ses ve ısı yalıtımı temin edilmektedir. Şekil 2.36’da CTP ile yapılan tencere nüveleri gösterilmiştir.



Şekil 2.36. CTP ile Yapılan Pencere Nüveleri

Kaynak: Zor, 2016: 59.

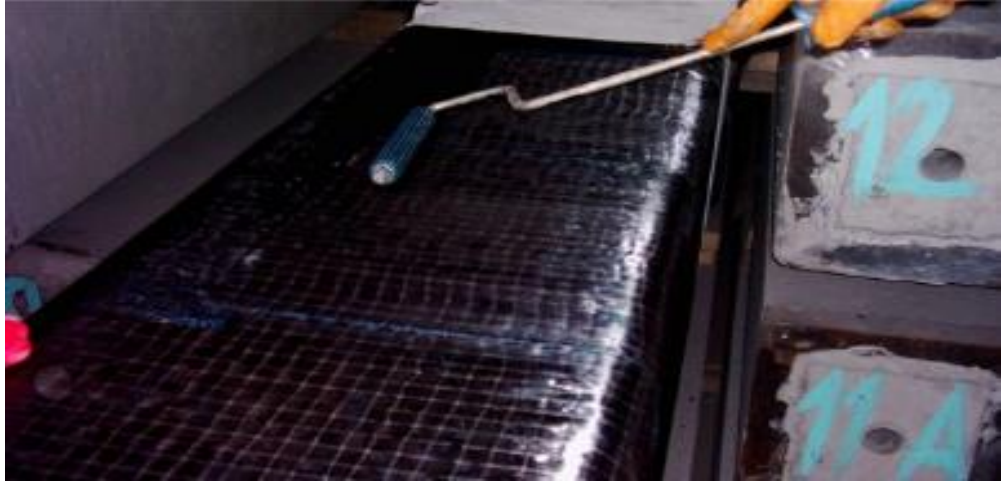
Yapı sektöründe prefabrik binaların üretilmesinde özellikle kompozit malzemelerden yararlanılmaktadır. Şekil 2.37’de prefabrik bina örneği sunulmuştur.



Şekil 2.37. Kompozit Malzemelerden Üretilen Prefabrik Bina Örneği

Kaynak: Zor, 2016: 60.

Kompozit malzemeler bina ve yapıların dış etkenlere ve faktörlere karşı korunmasının sağlanması açısından kullanılmaktadır. Bu işlemler genel olarak güçlendirme işlemleri olarak adlandırılmaktadır. Şekil 2.38’de karbon fiber kompozit malzemelerin güçlendirmede kullanımı gösterilmiştir.



Şekil 2.38. Karbon Fiberlerin Yapıların Güçlendirilmesinde Kullanılması

Kaynak: Güçlendirme, <http://www.besoglu.com/etiket/guclendirme/page/2>, erişim tarihi: 24.01.2017.

Hasar gören yapıların ve binaların eski mukavemetlerinin geri kazandırılması için cam lifi takviyeli veya karbon lifi takviyeli kompozit malzemelerden yararlanılmaktadır. Şekil 2.39’da lifli polimer güçlendirme örneği gösterilmiştir.



Şekil 2.39. Hasar Gören Yapılarda Lifli Polimer Güçlendirme

Kaynak: Lifli Polimer Güçlendirme, <http://www.besoglu.com/blog/yapi-guclendirme/lifli-polimer-guclendirme.html>, erişim tarihi: 24.01.2017.

Lifli polimer malzemelerin çekme dayanımları çelikten fazla türleri bulunmaktadır. Ayrıca rulo formunda saklanabilmeleri, öz ağırlıklarının düşük olması,

koroziona uğramama gibi artıları bulunmaktadır. Bu avantajlar bu kompozit malzemelerin daha fazla tercih edilmesini sağlamaktadır.

Yığma binalarda ve tarihi binalarda doğal felaketler ve deprem benzeri zararlarla karşılaşılması durumunda orijinal formun ve tarihi görüntünün korunabilmesi oldukça önem arz etmektedir. Eski usul güçlendirme çalışmaları yapıların görüntüsünde büyük farklılıklar yaratmasıyla birlikte, yapılarının ağırlıklarını artırması gibi sıkıntılara yol açmıştır. Ancak günümüzde kullanılan lifli polimer kompozit malzemelerle birlikte yapı ağırlıkları fazla artmamakla birlikte binaların görünümleri de korunmuş olmaktadır.

3. KOMPOZİT KAPLAMALI DIŞ CEPHE SİSTEMLERİNİN ÜRETİMİ VE UYGULAMA

3.1. Dış Cephede Kullanılan Kompozit Malzemelerin Üretim Yöntemleri

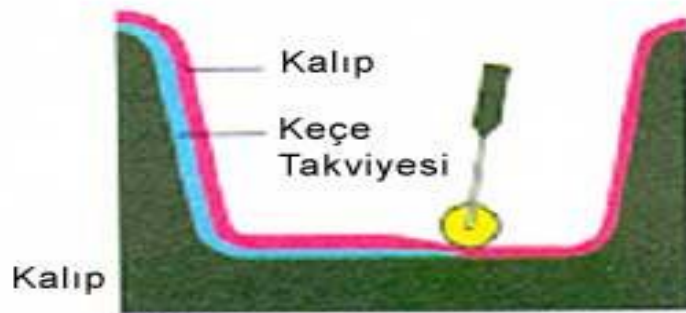
Kompozit malzemeler çeşitli biçimlerde yapıştırma ile kalıplama benzeri metotlarla üretilmektedir. Kompozit malzemeler yapısal açıdan birbirlerinden farklı olmasalar da üretim metodu açısından benzerliklere sahiptirler.

Dış cephe kaplamaları müşteri isteklerine göre işlevsel olarak uygulanmaktadır. Günümüzde farklı tip dış cephe kaplamaları kullanılmakla birlikte plastik içerikli dış cephe kaplamalarının yaygınlaştığı ifade edilmektedir (Özmeral, 2006: 72).

3.1.1. El Yatırması Yöntemi

Bu metotta çalışan eliyle kompozit malzeme dış cepheye kaplanmaktadır. İlk önce bir kalıp içerisinde kalığı ayırıcı kullanılmakta ve ardından üstüne jelkot tabakası uygulanmaktadır. Uygulanan bu tabakanın sertleşmesinin ardından ise polyester veya cam elyaf malzeme fırça ya da rulo benzeri öğelerle sürülerek kompozit dış cephe üretilmiş olmaktadır.

Şekil 3.1'de el yatırması yöntemiyle yapılan dış cephe kaplaması gösterilmektedir.



Şekil 3.1. El Yatırması Yöntemiyle Yapılan Dış Cephe Kaplaması
Kaynak: Özmeral, 2006: 89.

Dış cephe kaplamalarında genel olarak %25-35 oranları arasında cam elyafıyla takviyeli polyester ürün sağlanabilmektedir. Şekil 3.1’de ise el yatırması yöntemiyle yapılan dış kaplama örneği gösterilmiştir.

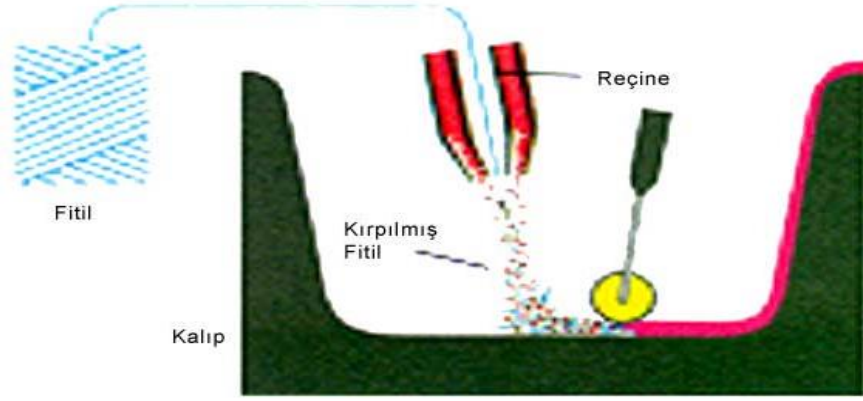


Şekil 3.2. El Yatırma Yöntemiyle Yapılan Dış Cephe Kaplama Örneği

3.1.2. Püskürtme Yöntemi

Fırça ve bir ruloyla yapılan el yatırma yöntemiyle kıyaslandığında daha hızlı ilerleme kaydedilebilen bir yöntem olarak karşımıza çıkmaktadır. Bu dış cephe kaplama sırasında kalıp üzerine elyaflar özel bir makine yardımıyla püskürtülmektedir. Püskürtme esnasında kullanılan fitil 17 ile 50 mm aralıklara kesilerek püskürtme devam ettirilir.

Şekil 3.3’de püskürtme yöntemiyle yapılan dış cephe kaplaması gösterilmektedir.



Şekil 3.3. Püskürtme Yöntemiyle Dış Cephe Kaplama

Kaynak: Püskürtme Yöntemi,
<http://www.makinemodel.com/projeyarismasi/dersnotu.htm>, erişim tarihi:
17.12.2016.

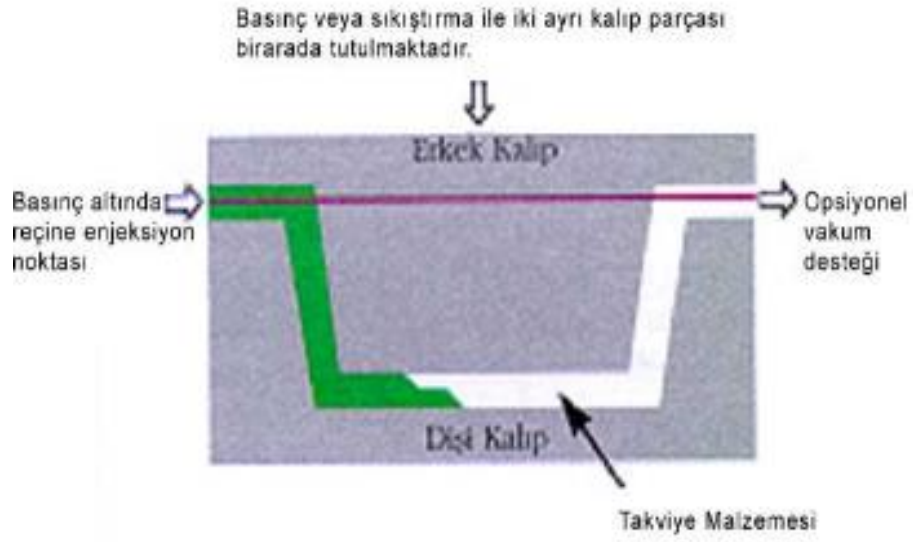
Püskürtme yöntemi geniş alanlarda işleyişi hızlandırması açısından hem zaman avantajı sağlamakla birlikte hem de işçilik giderlerinin azaltılmasını da sağlamaktadır. Şekil 3.4.'de ise dış cephe üzerinde kullanılan püskürtme yöntemi gösterilmiştir.



Şekil 3.4. Püskürtme Yöntemiyle Dış Cephe Kaplama Örneği

3.1.3. Reçine Enjeksiyon Yöntemi

Reçine enjeksiyon yönteminde kompozit malzemelerin dış tabakasını meydana gelen iki tabaka kalıplanmaktadır. Bu işlemin ardından ise iki tabaka arasında arzu edilen ölçüde boşluk bırakılmakta ve bu malzemeler yeninde enjeksiyon kalıbına konulmaktadır. Bırakılan boşluğa ise basınçla birlikte malzeme enjekte edilmektedir bu yöntem sayesinde el yatırmasına göre daha kaliteli kaplamalar yapılabilmektedir (Özmeral, 2006: 90). Bu iki tabaka erkek ve dişi kalıp şeklinde ele alınmaktadır. Bunlar Şekil 3.5’de gösterilmiştir.



Şekil 3.5. Reçine Enjeksiyonu Yöntemi

Kaynak: Reçine Enjeksiyonu Yöntemi,
<http://www.makinemodel.com/projeyarismasi/dersnotu.htm>, erişim tarihi:
17.12.2016.



Şekil 3.6. Reçine Enjeksiyonu Yöntemi Örneği

Kaynak: Poliüretan Enjeksiyon Hizmetleri,
<http://www.ankakarot.com/poliuretan-enjeksiyon-hizmetleri.html>, erişim tarihi:
17.12.2016.

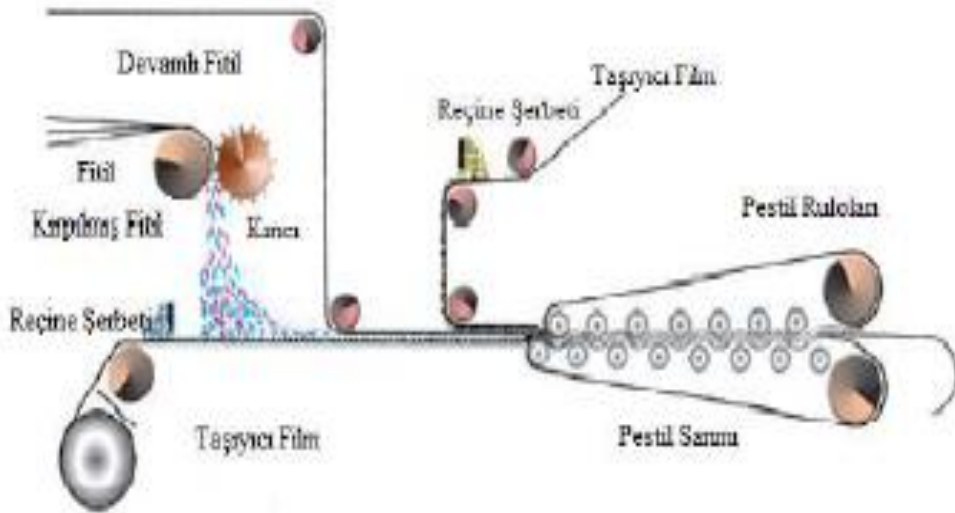
Reçine enfeksiyon yöntemi üretim açısından orta düzeyde sonuç veren bir yöntem olarak karşımıza çıkmaktadır. Farklı uygulamalar kapsamında farklı boyutlarda kullanılmasını bu yöntemin tercih edilmesini sağlamaktadır. Yöntemdeki kalıp yüzeylerinden bir tanesine ya da ikisine birlikte jelkot uygulanabilmesi mümkündür. Dış yüzey görüntüsünün iyi olması ya/ ya da korozyon dayanımının yüksek olması istenmekteyse yüzey keçesi ya da tül kullanılabilir. Mekanik ekleme parçalarıyla sandviç yapı ara malzemelerine metal kalıplama esnasında bünye içerisine dahil edilerek kalıplama yapılabilir (Bulut, 2014: 40).

3.1.4. SMC/BMC Hazır Kalıplama Bileşimleri Yöntemi

Daha evvelden hazırlanmış hamur kıvamında olan polyester ve cam elyafı benzeri dolgu malzemelerin belli bir sıcaklık koşulunda preslenerek üretilmesi bu yöntemin özünün oluşturmaktadır (Çetinel, 2012: 124).

Kırılmış lifle cam elyafı ile polyester gibi dolgu malzemelerini kapsayan reçinenin birleştirilmesi neticesinde ortaya çıkan pestil malzemeden meydana gelen sac kalıp bileşiminin (SMC) çelikle karşılaştırılmasına sebep olan en mühim etken, SMC'nin biçimlendirilmesinde bir kalıp yeterli olmaktadır çelikte bir dizi metalin gerekmesidir. SMC kapsamında kullanılan malzeme mikserlerde macun kıvamına gelecek şekilde karıştırılmaktadır. Elde edilen maçı cam elyafıyla beraber polietilen ve naylon plastik malzemelerden yapılan taşıyıcı filmlerle kapatılıp bir bileşim elde edilmektedir (Bulut, 2014: 38).

Şekil 3.7'de SMC hazır kaplama bileşenlerinin üretim biçimi gösterilmektedir.

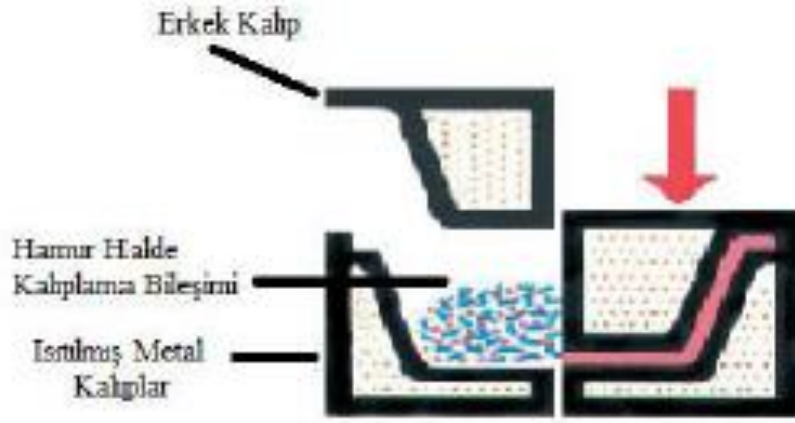


Şekil 3.7. SMC Hazır Kalıplama Üretim Şekli

Kaynak: Bulut, 2014: 38.

Reçine transfer kalıplama (BMC) yöntemi kapsamında hamur formundaki kalıp bileşimi; katalizörler ile reçine, toz biçimindeki dolgu malzemeleri, pigment kaydırıcı, kırılmış fitil ile diğer farklı malzemelerden meydana gelmektedir. Elde edilen karışım bir kalıp içerisine konmaktadır. Basınç, transfer kalıplama, enjeksiyon gibi yöntemlerle kalıplama yapılabilmektedir (Bulut, 2014: 39).

Şekil 3.8'de ise BMC pres kalıplama yöntemi kapsamında yapılan üretim gösterilmektedir.

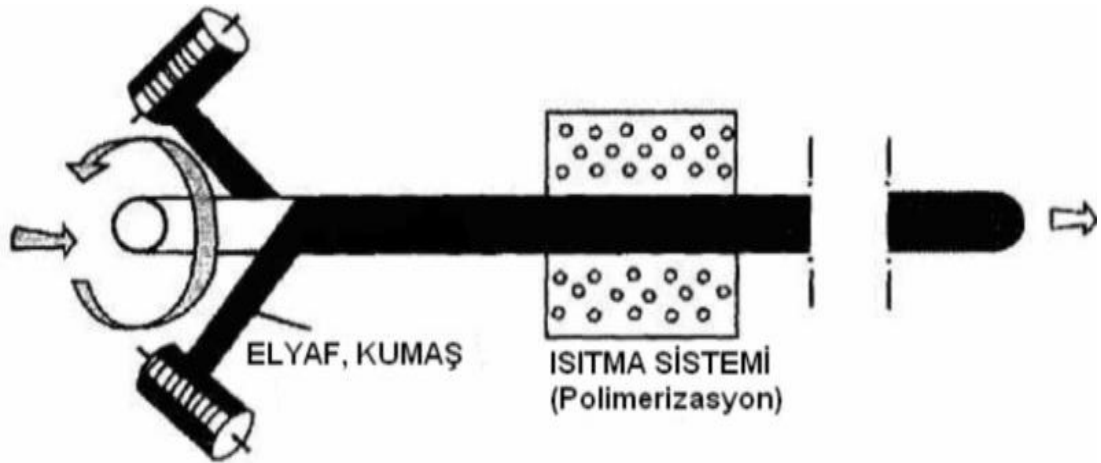


Şekil 3.8. BMC Pres Kalıplama Üretimi Örneği

Kaynak: Bulut, 2014: 40.

3.1.5. Elyaf Sarma Yöntemi

Kalitesi yüksek ürün üretebilmek açısından elyaf sarma yönetimi oldukça etkili bir yöntem olarak karşımıza çıkmaktadır. Bu yöntemde takviye malzemesi olan reçineler dönmekte olan bir kalıp üstüne ya da geometrik yapısı olan makineye bağlı olan mandreller üstünde kullanılmaktadır. Söz konusu bu elyaf sarma yöntemi Şekil 3.9'da gösterilmektedir.



Şekil 3.9. Elyaf Sarma Yöntemi Örneği

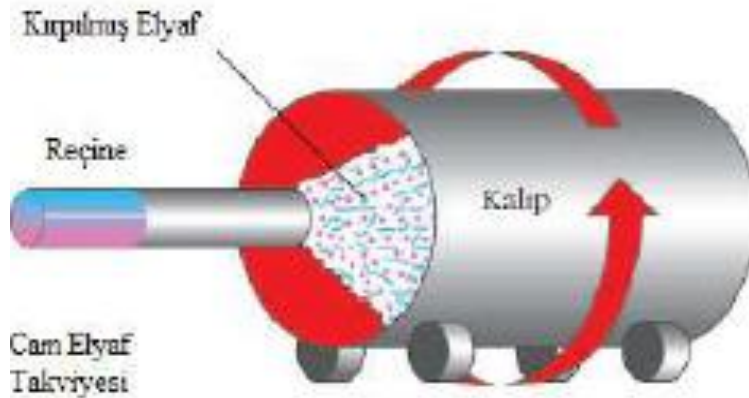
Kaynak: Karbon Fiber (Elyaf), <http://www.muhendisce.net/karbon-fiber-karbon-elyaf/>, erişim tarihi: 18.12.2016.

Kompozit malzemeler kapsamında termoplastik reçinelerin elyaf sarma sürecine uyum sağlaması bu yöntem kapsamında üretilen malzeme miktarının artmasını sağlayacaktır (Bulut, 2014: 44).

3.1.6. Savurma Döküm Yöntemi

Savurma döküm yönteminde reçineler ve takviye malzemeleri hızla dönen kalıpların iç yüzeylerine uygulanmaktadır. Bu yöntem sayesinde boru biçiminde düzgün rijit parçaların üretilmesi mümkün olmaktadır. Üretim sırasında merkezkaç kuvvetiyle takviye liflerinin reçineyle temas etmeleri temin edilmektedir. Savurma döküm yönteminde kalıbın dış kısmı üretimin düzgün yüzeyini ifade etmektedir. Ayrıca bu yöntemde iç yüzeye bir ince yüzey oluşturulması ve böylelikle kompozit malzemenin kimyasal dayanımının artırılması mümkündür. Bu yöntem kapsamında kompozit büyük çaplı borular üretilmektedir (Bulut, 2014: 44).

Şekil 3.10'da savurma döküm yöntemi üretimi gösterilmektedir.



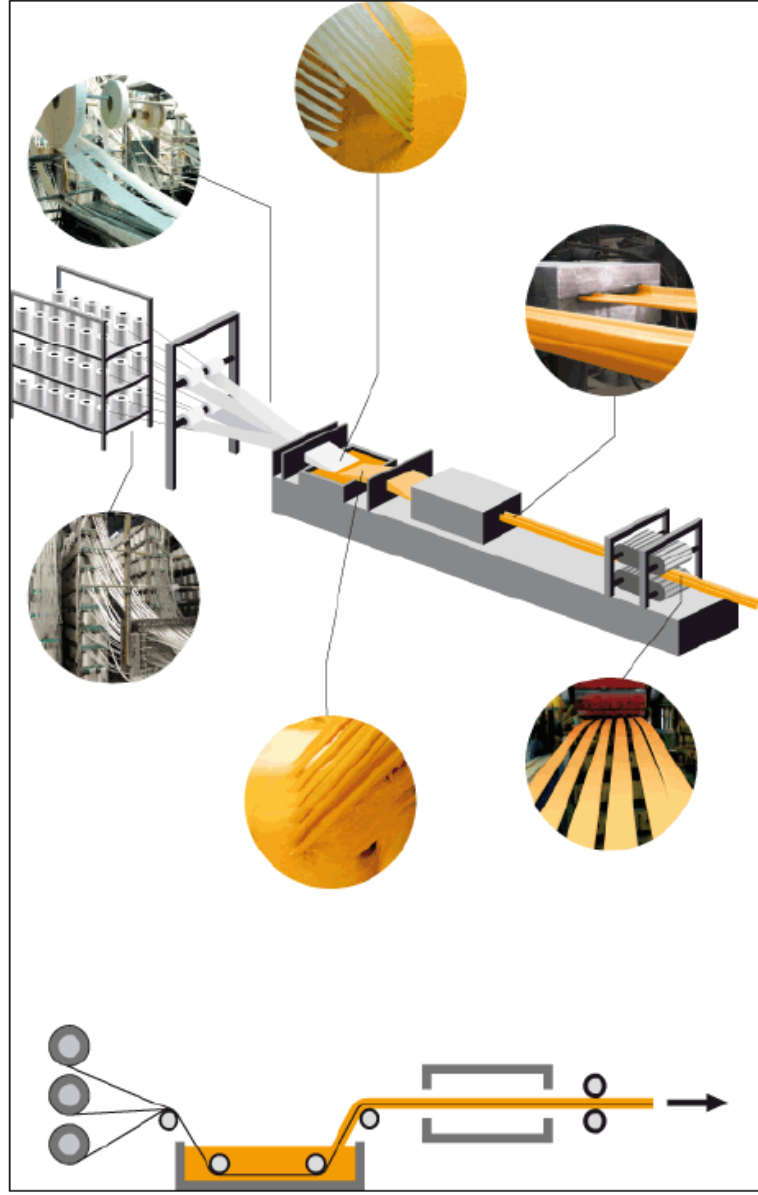
Şekil 3.10. Savurma Döküm Yöntemi

3.1.7. Profil Çekme Yöntemi

Sıcak kalıptan cam elyaf fitillerin geçirilmesiyle beraber sertleştirilmesi ile elde edilen malzeme yöntemidir (<http://www.polerfiber.com>). Profil çekme yöntemi ile elde edilen parçalara ayrı bir işlem gerekmez, parçalar düzgün şekilde çıkmışlardır.

Çeşitli üretim yöntemleri ile üretilen kompozit malzemeler inşaat sektöründe her zaman taşıyıcı eleman olarak kullanılmamaktadır. Çünkü üretilen bu malzemeler

basınç, çekme ve kesme kuvvetlerine karşı dayanıklı değildirler. Ancak profil çekme yöntemiyle üretilen malzemeler yapıda taşıyıcı olarak görev alabilmektedirler.



Şekil 3.11. Profil çekme yönteminin genel gösterimi

Profil çekme yöntemi, kalıp boyunca malzemenin çekilerek üretilmesinin yanı sıra termoplastik ve alüminyumlar içinde kullanımı mümkün olan ekstrüzyon prosesine benzerlik göstermektedir. Profil çekme yönteminin avantajları şu şekilde sıralanmaktadır:

- Düşük iş gücü ile üretimin mümkün olması,
- Farklı geometrik özelliklere sahip olan parçaların rahatlıkla şekillendirilebilmesi,

- Üretim maliyetlerinin düşük olması nedeniyle metaller ile karşılaştırılabilmesi,
- Çeşitli mekanik nitelikler elde edebilmek adına, farklı elyaf katmanlar ve kombinasyonlarla kompozit malzemenin üretilebilmesi,
- Polimer üretiminde metal malzemelerden daha az enerji harcamaları,
- Parçanın uygun niteliklere sahip olması durumunda üretim hızı 3 m/dak. gibi yüksek bir seviyeye rahatlıkla ulaşabilir,
- Maliyetlerinin düşük olması ve birçok sektör tarafından sıklıkla kullanması nedeniyle en hızlı ilerleme kaydeden kompozit malzeme üretim tekniğidir,
- Profil çekme yöntemi ile farklı elyaf türlerinin aynı zamanda işlenebilir olması,
- İşçilik maliyetlerinin düşük kalması, satışın yaklaşık %5-10 seviyesini oluşturması,
- Profil çekme yönteminde, teçhizata ilişkin maliyetlerin diğer yöntemlerden daha az olması,
- Tüm orta ve yüksek hacimli malzemelerin üretiminde düşük maliyet imkanını sunması

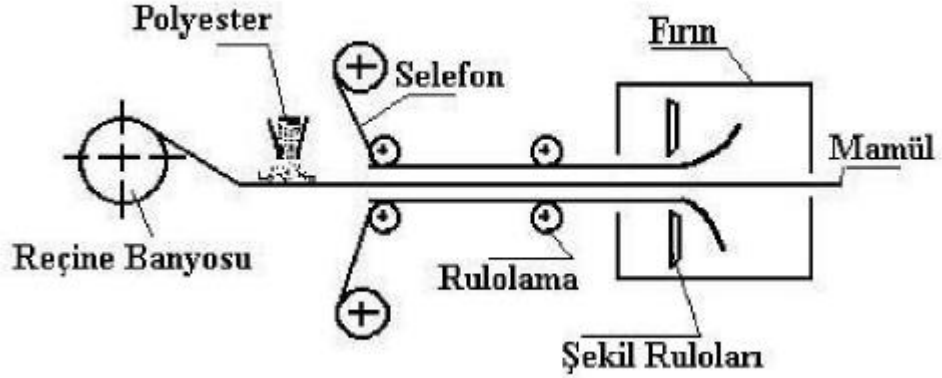
Profil çekme yöntemi genel itibariyle avantajlı bir yöntem olarak görülse de çeşitli dezavantajları da mevcuttur. Üretimde standartlaşmış bir yapının olmaması, üretim kalitesini düşürebilmektedir.

3.1.8. Sürekli Levha Üretim Yöntemi

Dolgu malzemesi niteliğinde olan cam elyafın polyesterle beraber kalıp haline getirilerek fırına verilmesiyle kompozit malzemenin üretilmesi tekniğidir (<http://www.polerfiber.com>).

Kumaş ya da elyafın içinde reçine bulunmakta olan banyodan geçirilmesinden sonra üzerine polyester püskürtülmesi ile ince iki sefyon tabaka arasında sandviç haline getirilmesi tekniği olarak bilinmektedir. İşlem sonrasında rulolar aracılığıyla hava kabarcıkları yok edilir. Hava kabarcıkları çıkarıldıktan sonra şekillendirmek amacıyla fırına verilmektedir. Rulolardan geçirme süreci jelleşmenin başlamasıyla beraber yapılmaktadır. Bu sayede üretimi yapılacak olan levhanın son şekli verilmiş olur. Bu yöntem kapsamında özellikle dikkatten kaçmaması gereken nokta sertleştirici

oranının fırının boyuna ve sıcaklığına göre ayarlanmasıdır. Sürekli levha üretim yöntemi imalat şeması aşağıda yer almaktadır.

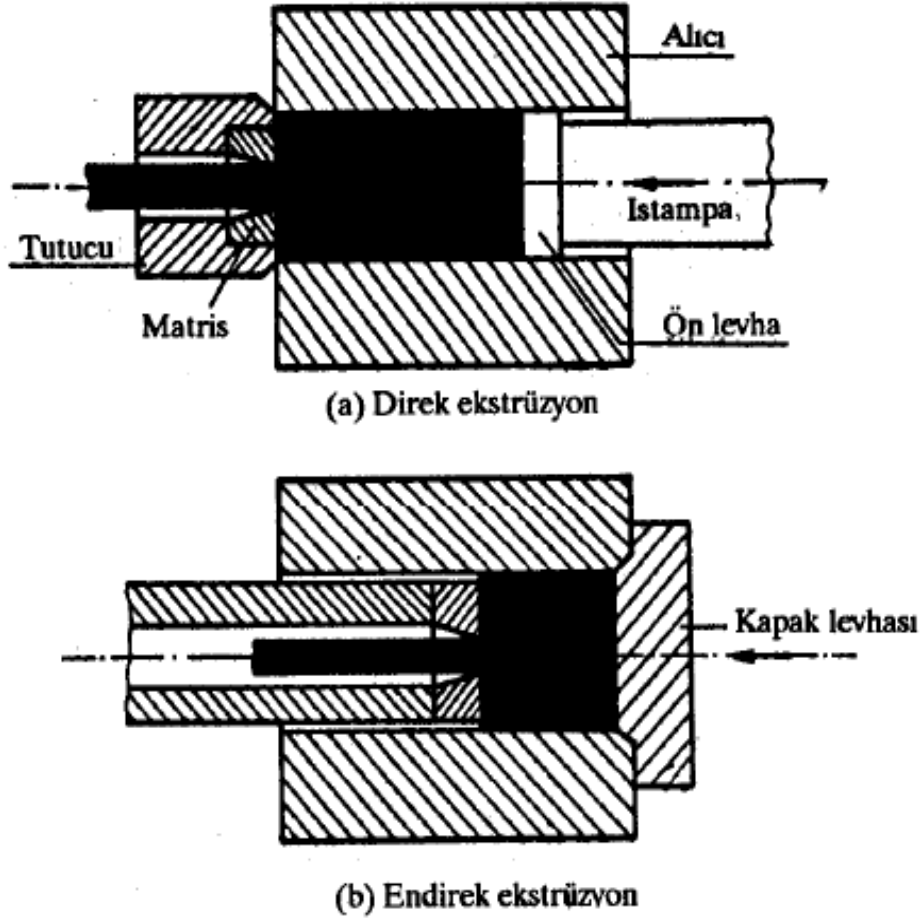


Şekil 3.12. Sürekli levha üretim yöntemi imalat şeması

3.1.9. Termoplastik Enjeksiyon Metodu – Ekstrüzyon Yöntemi

Bu teknik kapsamında karıştırıcı ve basınçla beraber enjeksiyon yaratan yivlerin, dolgu malzemenin sıvı hale getirilmesi sonrasında profilin çekildiği kalıba enjekte edilmesi kapsamında kompozit malzeme elde edilir.

Malzemenin bozulmaya uğramaması için enjeksiyonun aracılığıyla profilin çekildiği yer kapalı bir kalıptır. Genel olarak bu teknik aracılığıyla metal kompozit profiller üretilebilmektedir. Bununla beraber metal kompozit paneller içinde bulunmakta olan termoplastik reçine bu yöntem dahilinde enjekte edilir (<http://www.polerfiber.com>).



Şekil 3.13. Direk ve Endirek Ekstrüzyon Yöntemi

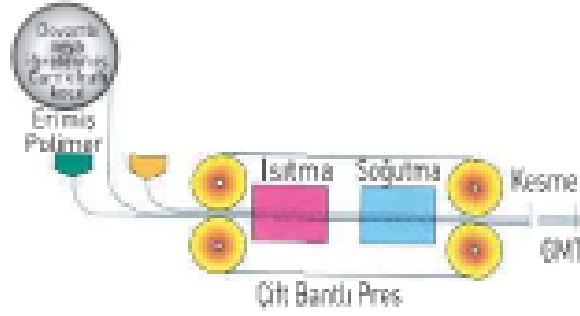
Ekstrüzyon iki yöntem dahilinde gerçekleşebilmektedir. Bunlar şu şekildedir:

Direk Ekstrüzyonda; Matrisin odağından geçen ürünle ıstampa aynı yönde ilerler. İşlem neticesinde %18-20 oranında takoz malzemesi alıcı içinde kalır.

Endirek Ekstrüzyonda; ıstampa içi deliktir ve matris görevini üstlenmektedir. Matris odağından geçen ürün ile ıstampa aynı yönde ilerler. İşlem neticesinde %5-6 oranında takoz malzemesi alıcı içinde kalır.

3.1.10. Preslenebilir Takviyeli Termoplastik (GMT) Yöntemi

GMT ifadesi sözcük olarak, keçe çeşidinden cam elyaf takviyesi içermekte olan termoplastik reçineyle üretilmiş plaka biçiminde, preslenmeye ve kalıplamaya hazır olarak bulunan özel amaçlı bir takviyeli termoplastik türü olarak belirtilmektedir (<http://www.polerfiber.com>).



Şekil 3.14. Preslenebilir Takviyeli Termoplastik (GMT) Yöntemi

Plakalara şekil verildikten sonra ısıtma işlemi başlamaktadır. Isıtma işlemi dahilinde malzemeye esneklik kazandırılmaktadır. Sonrasında yumuşak bir yapıya kavuşmuş olan plakalar sıkışması amacıyla dolgu malzemesiyle beraber pres kalıplardan geçmektedir. Son aşamada ise kenarları şekillendirilerek levhanın üretimi tamamlanmış olur.

3.2. Dış Cephede Kullanılan Kompozit Malzeme Türleri

Dış cephe kaplamalarında kullanılan kompozit malzemeler çeşitli malzemelerden üretilmiş olabilmektedir. Bu malzemeler şu şekilde sınıflandırılmaktadır;

- Metal kompozit paneller
- Ahşap kompozit paneller
- Betonarme kompozit paneller
- Mineral esaslı kompozitler.

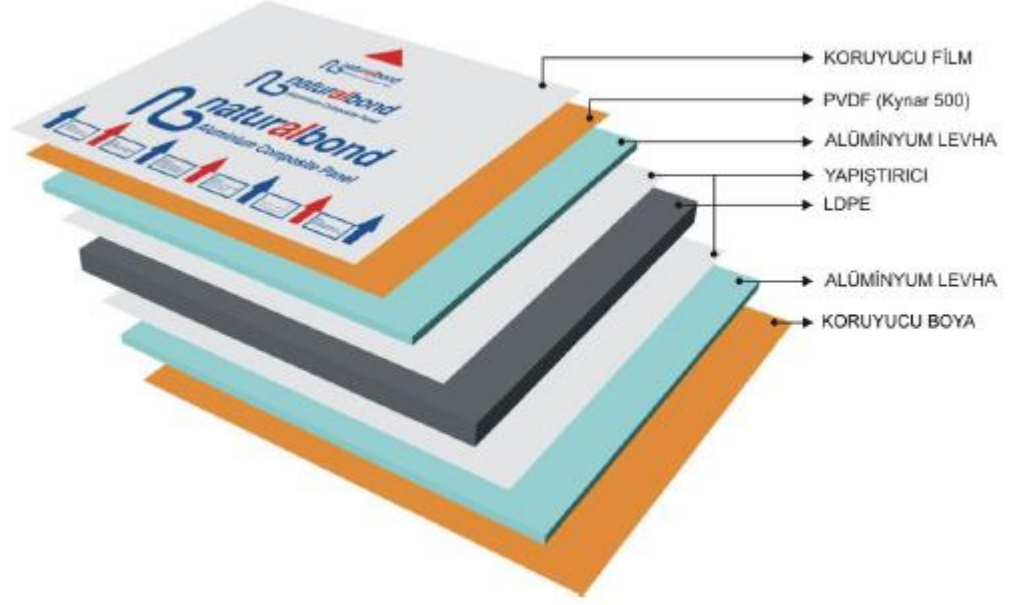
3.2.1. Metal Kompozit Paneller

Metal kompozit paneller meydana getirilen metal plakaların aralarında genel olarak polietilen madde aracılığıyla birbirine yapışık hale getirilmesi tekniğiyle üretilmiştir. Bununla beraber çoğunlukla galvanize ve alüminyum sac levhaların aralarında, cam veya poliüretan yünü olan ısı yalıtım malzemesiyle doldurularak meydana getirilen sandviç paneller şeklinde kompozit malzeme üretilebilmektedir (Duran, 2008).

Farklı metaller aracılığıyla çeşitli kompozit malzemeler meydana getirilebilmektedir. Bunlardan bazıları aşağıda alt başlıklar halinde incelenmiştir.

Alüminyum Kompozit Paneller

Dış cephe kaplamada sıklıkla kullanılan kompozit paneller alüminyum kompozit paneldir. 0,5mm alüminyum panel iki katman aralarına 3mm polietilen malzeme ilave edilmesi ile meydana getirilmiştir (Naturalbond katalog, 2009).



Şekil 3.15. Alüminyum kompozit panel katmanları

Alüminyum kompozit panellerde yaygın olarak üretilmekte olan panellerde yangına dayanıklı olarak üretilen alüminyum kompozit malzemelerdir. Kompozit paneller 4mm kalınlığında olmakla beraber şu kısımlardan meydana gelmektedir:

- Dış yüzeyinde 0,80 mm PVDF boyası kaplamalı olan alüminyum levha
- Çekirdek ara dolgusuna ilişkin et kalınlığı 0,40 mm kabartmalı şekilde olan alüminyum levha
- İç yüzeyi 0,50 mm astar boyası kaplamalı olan alüminyum levha (saray.com, 2012).

Oluşturulan alüminyum kompozit panelin ağırlığı ise 4,80 kg/m²'dir. Son derece rijit yapıda olmakla beraber çeşitlerinden daha üstün özelliklere sahiptir. İç çekirdeğin tamamı alüminyum dolgulu şekildedir. 21,5 m üzerinde yüksekliğe sahip olan bütün yapılarda kullanımı zorunludur. Alüminyum kompozit levha yüksek ölçüde yangın yalıtımı avantajı sağlamaktadır.

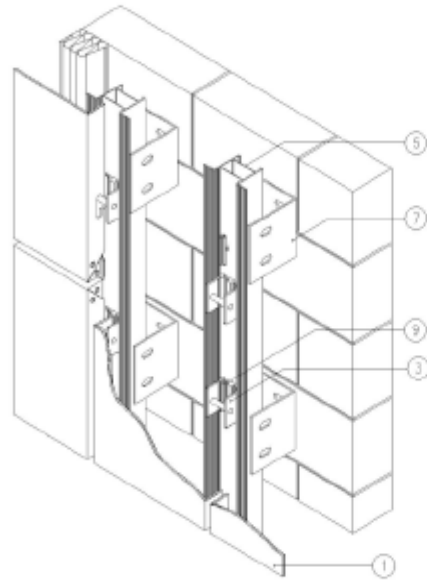
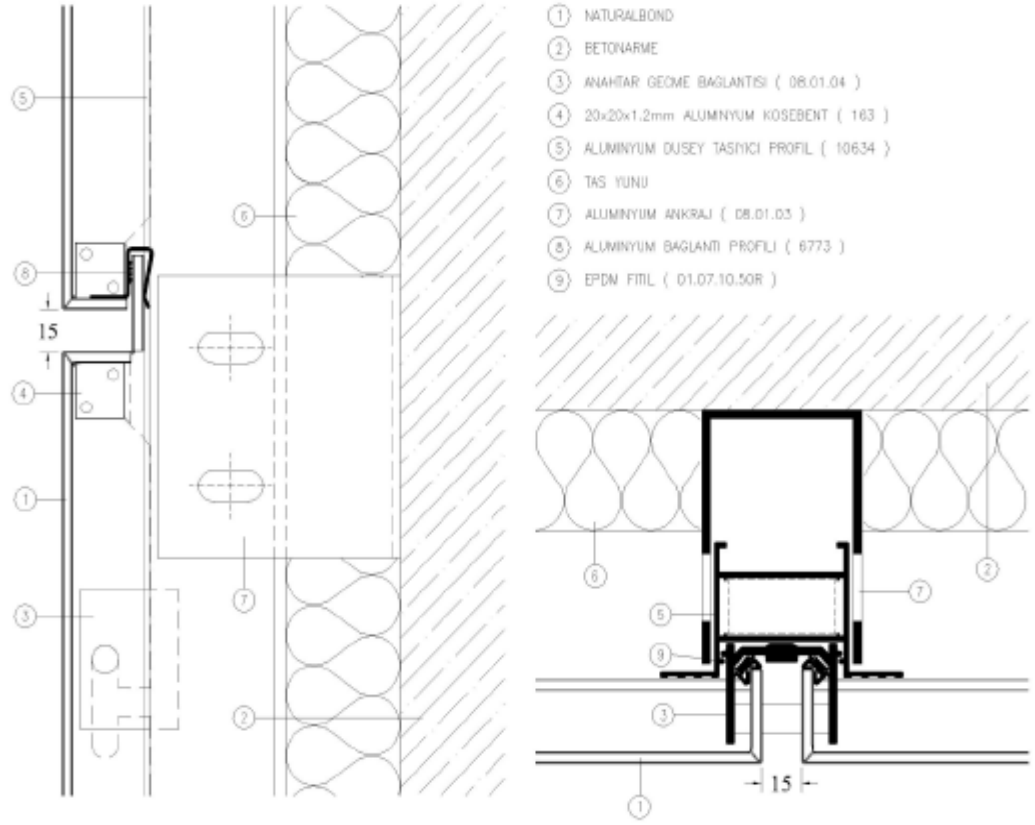
Dış cephe kaplamalarında metal kaplamalarda olduğu üzere alüminyum kompozit levha kaplamalarında da yapı yüzeyine monte edilen iskelet sistemi

yardımıyla oluşturulmaktadır. Aşağıdaki şekilde yangına dayanıklı alüminyum kompozit panel katmanları gösterilmektedir.



Şekil 3.16. Yangına dayanıklı alüminyum kompozit panel katmanları

Alüminyum kompozit panellere ilişkin olarak standart olarak yapılan üretim boyutları 125x320cm ve 150x320 cm şeklindedir. Üretime ilişkin teknoloji ve katmanları araştırıldığında çinko, titanyum gibi çeşitli metal kompozit panellerde alüminyum kompozit panellere benzer özellikte farklı iki metal aralarına lamine edilmiş mineral malzeme şeklindedir.



	ANAHTAR GEÇME BAĞLANTISI (08.01.04)
	ALUMİNYUM ANKRAJ (08.01.03)

Şekil 3.17. Alüminyum kompozit panel montaj detayı

Sandviç Paneller

Metal sandviçlerin üretiminde iki metal levha ve bu iki metal levha arasına konan değişiklik yoğunluklardaki yalıtım malzemeleri kullanılmaktadır. Böylece hem sağlamlık hem de ısı yalıtımı sağlanmaktadır.

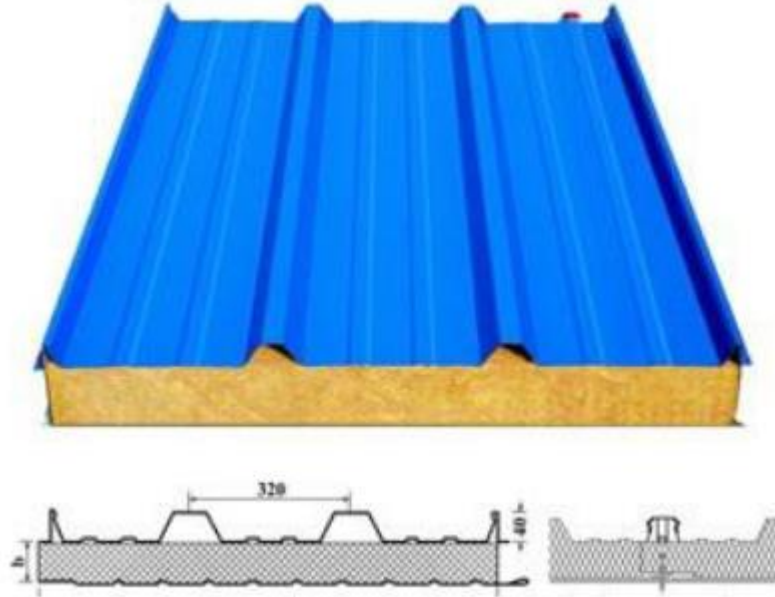
Sandviç metal paneller kullanılan ısı yalıtım malzemesi veya yüzeyde kullanılan kaplama malzeme türüne göre kategorilerine ayrılmaktadır.

Isı yalıtım malzemesine göre sandviç paneller ikiye ayrılmaktadır. Bunlar:

- Mineral yün izolasyonlu sandviç paneller
- Poliüretan izolasyonlu metal sandviç paneller

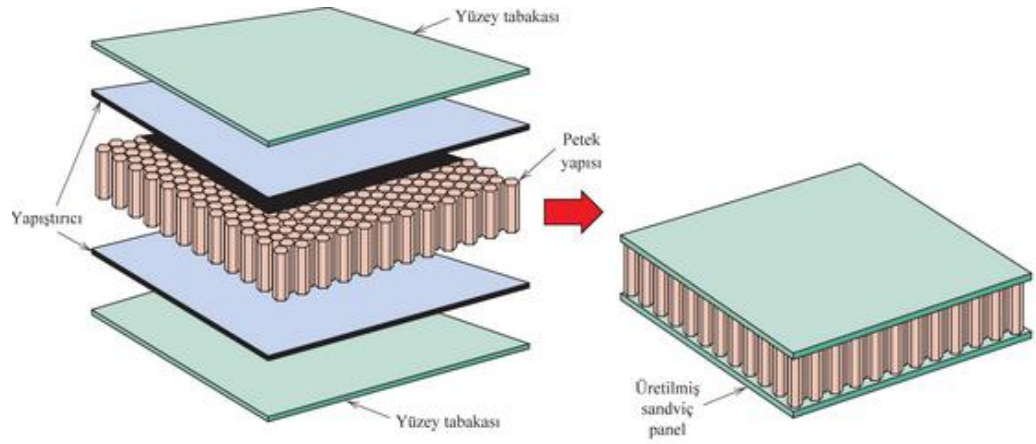
kaplama malzemelerine göre sandviç paneller ise dörde ayrılmaktadır. Bunlar:

- Düz alüminyumlu ya da gofrajlı,
- Galvanizli sac,
- Karma (bir yüzey alüminyumken, diğer yüzey boyalı galvanizli sac diğeri yüzeyi alüminyum),
- Membran örtülü (bir yüzey özel PVC mebranı olmakta, diğer yüzey ise alüminyum) (Sezer, 2012).



Şekil 3.18. Sandviç panel

Sandviç panellerin üretimi sırasında rulo formundaki levhalar soğuk hadle şekillendirilmektedir. Çoğunlukla trapez formda üretilen metallere üretilmelerinden dolayı uzunluk açısından istenilen boyutta olabilmektedir. Fakat yapısal olarak ağır olmaları sebebiyle taşınabilecek boyutlarda üretilmektedirler. Bu açıdan 6mm olanları 50mm paneller için kullanılmaktayken, 5m'lik olanlar için 80mm, 4 m'lik için 100mm kullanımı söz konusu olacaktır (Sezer, 2012).



Şekil 3.19. Sandviç Panellerin Üretim Biçimi

3.2.2. Ahşap Kompozit Paneller

Ahşap kompozit paneller çimentolu lifli levhalar ile çimentolu yonga levhalar olarak ifade edilmektedir. Lifli levhalar ile yonga levhalar üretim sistemi doğal selüloz malzemenin fiziksel etmeniyle birbirlerinden ayrılabilirler de bir araya getirme metodu ile hammaddeleri açısından neredeyse benzer özellikler göstermektedir.

Tekniksel açıdan, selüloz elyafı, öğütülmüş silis kumu, çimento karışımından üretilmektedir. Detaylı olarak üretimi açıklanırsa; özel değirmende öğütülen yüksek eysafı silis kumu, selülozla, suyla ve çimentoyla çamur formuna dönüştürülen ürün ebatlanmasının ardından kalıplarla istiflenene levhaların, sıcaklık ile yüksek otoklaylanmasyla üretilmektedir.



Şekil 3.20. Ahşap Kompozit Panel

3.2.3. Betonarme Kompozit Paneller

Betonarme kompozit paneller ısı yalıtım malzemesinin iki yüzeyine beton yüzey yerleştirilmesiyle üretilmektedir. Isı yalıtım malzemesi olarak cam yünü veya poliüretan olabilmektedir.

İç kısımda bulunan panel döşeme ile perde duvara montajı sağlamaktayken dıştaki panel ile estetik ve yalıtım sağlanmaktadır (Korur, 2004).



Şekil 3.21. Betonarme Kompozit Paneller

3.2.4. Mineral Kompozitler

Kompozit malzemenin genel ifadesi kapsamında içinde çeşitli malzemeleri barındırmakta olan bir ürün olarak tanımlanmaktadır. Bu kapsamda içinde farklı mineraller barındıran ve çeşitli pigmentlerle bir araya getirmiş çoğunlukla taş ve beton yapılarının bir ikamesi olarak uygulanmaktadır.

Mineral bazlı olan malzemelerde yapay taş şeklinde kullanılmakta olan ürünler içinde %93'ü kuvars, %7'si polyester reçine bağlayıcı ve pigmentlerden meydana gelmektedir. Bu kompozit malzeme ısıya karşı oldukça dayanıklıdır.

Mineral kompozitlere ilişkin genel özellikler aşağıdaki tabloda verilmiştir.

Tablo 3.1. Mineral Kompozitler Genel Özellikler

TEST	TEST YÖNTEMİ	TEST SONUCU
Özgül Ağırlık	ASTM C97	2,45 gr/cm ³
Darbe Dayanımı	TS EN 146 1 -9	1,2 cm kalınlığındaki ürün için 15-25cm 2 cm kalınlığındaki ürün için 35-60 cm 3 cm kalınlığındaki ürün için 80-175 cm
Eğilme Dayanımı	EN ISO 10545-4 ASTM C880	40-70 N/mm ² 6031 psi
Aşınma Direnci	TS EN 146 1 -4	140 - 175 mm ³
Su Emme Deneyi	TS EN 146 17-1 BS 6431-11	% 0,10 % 0,10
Kimyasallara Dayanıklılık	ASTM D2299 BS 6431-18	Çok güçlü asit ve bazlar ürünü etkileyebilir
Kırılma Modülü	BS 6431-12	52,4 N/mm ²

Kaynak: www.cimstone.com, 2016.

3.3. Kompozit Dış Cephe Kaplamaları Uygulama Yöntemleri

Dış cephe kaplamaları literatürde “External Thermal Insulation Composite Systems (ETICS)” adıyla anılmaktadır. Türkçede ise “Haricî kompozit ısı yalıtım sistemleri” anlamına gelmektedir. Söz konusu kompozit dış cephe kaplamalarıyla alakalı yapılan uygulamalar etkili olduklarını açıkça ortaya koymuşlardır. ETICS uygulamaları bina duvarlarının dış yüzeylerine uygulanabildikleri gibi binaların çıkma tabanlarına da uygulanabilmektedir. Kompozit dış cephe kaplama uygulamaları binalara yalıtım sağlamalarının dışında, binalara estetik bir görünüm de kazandırmaktadır. Şekil 1’de ETICS uygulamaları gösterilmiştir.



Şekil 3.22. ETICS uygulama örnekleri

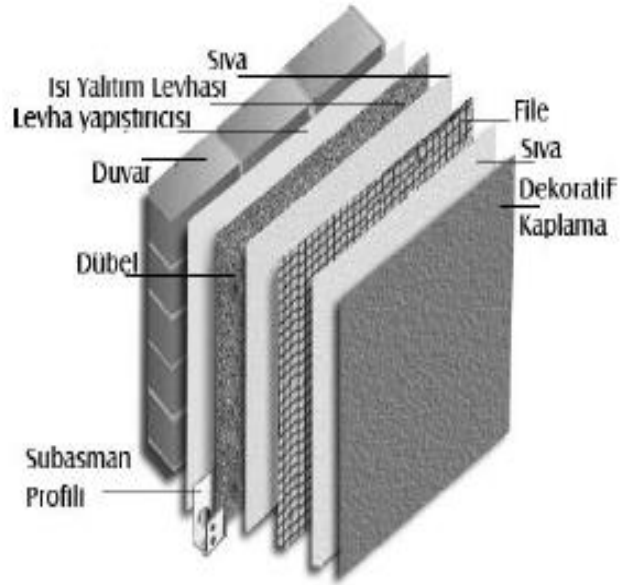
Kompozit dış cephe kaplamaları kapsamında ETICS uygulamaları farklı hedeflerin gerçekleştirilmesi açısından uygulanabilmektedir. Bu hedeflerden bazıları şunlardır:

- Neme yönelik koruma,
- Yangına karşı korunma,
- Isı yalıtımının sağlanması,
- Ses yalıtımı sağlama,
- Pozitif enerji dengi yaratma.

ETICS uygulamalarında bina yüzeyine uygulanan farklı bileşenler yer almaktadır. Bu bileşenler şunlardır:

- Yapıştırıcı malzeme,
- Mekanik sabitleme elemanları,
- Donatı filesi,
- Isı yalıtımında kullanılan malzeme,
- En düşük ihtimalle bir katmanı donatı filesi bulunduran ya da çok katmandan meydana gelen yalıtım sıvası,
- Estetik özellik taşıyan dekoratif kaplama malzemesidir.

ETICS kapsamında yer alan malzemeler Şekil 2’de gösterilmiştir.



Şekil 3.23. Kompozit Dış Cephe Kaplamalarında Kullanılan Malzemeler

Kaynak: Özgüven, 2015: 16

ETICS uygulamaların üzerinde durulan faktör kompozit malzeme içerisinde yer alan malzemelerin yanıcılıklarıdır. Burada yanıcılıkla alakalı bir riskin olması oluşmasının engellenmesi açısından A1 sınıfı malzemelerin kullanılması önemli olacaktır.

Yapıştırıcı malzeme

Yapıştırıcı malzemeler tüm yapının dayanıklılığını ve ömrünü belirlemesinden dolayı oldukça önemli bir faktör olarak karşımıza çıkmaktadır. Bunun dışında yapıştırma ısı köprüsü oluşturulmaması açısından da hayli önemli olduğundan dolayı dikkat gerektiren bir işlemdir. Uygulama esnasında yalıtım levhasının %40'ında yapıştırıcı olması gerektiği göz önünde bulundurulmalıdır. Ayrıca ısı kaçağı ile ısı köprüsü oluşmasının engellenmesi açısından levhaların birleşim noktalarına sürülmemesi önemlidir. Üzerinde durulan önemli faktörlerden bir diğeri yapıştırıcı harçları TS EN ISO 1182'dir. Bu harçlar yoğunlukları 1 kg/m²'ye eşit veya ondan büyük ya/ya da kalınlıkları 1mm'ye eşit veya ondan büyük malzemeleri kapsamaktadır. Yapıştırıcılar değerlendirilirken EN ISO 1716 standardına bağlı olarak değerlendirilmektedir (Aköz ve diğ., 2001). Yapısal açıdan farklı niteliklere sahip olan söz konusu standarda bağlı olarak denemekte ve A1 ile A2 sınıflarına göre ele alınmaktadır. Buna ek olarak yapıştırıcılar için A2, B, C ile D sınıflarına göre değerlendirmeler EN 13823 (SBI-test) göre yapılmaktadır (ETAG, 2013). Yapıştırıcılar içerisinde organik muhteva oranı %15 ile bu oranın altında olması halinde görmezden gelinebilir olarak değerlendirilebilmektedir. Ancak bu oranın üzerinde olması halinde ise tüm formüller için deneye tabi tutulması lazımdır. Değerlendirmesi yapılan ürünün yoğunluğu ya da kalınlığı farklılaşması halinde tekrar deneye tabi tutulması gerekmektedir.

Yalıtım Malzemesi

Dünyada genel olarak kompozit dış cephe kaplamaları uygulamalarının %85'inde Expanded polystyrene (EPS), %10 ununda mineral yünü ve geri kalan yüzdelik kısımda ise diğer malzemeler kullanılmaktadır. Özellikle EPS'nin yalıtım malzemesi olarak seçilmesinin birtakım sebepleri bulunmaktadır. Bu sebepler şunlardır:

- Esneklik,
- Maliyet düşüklüğü,
- Neme karşı dayanıklılık,
- Boyutsal kararlılık.

Expanded polystyrene (EPS) petrolden üretilen bir termoplastik yalıtım malzemesi olarak karşımıza çıkmaktadır. Yapısal açıdan gözeneklidir. Isı yalıtımı gözenekler sayesinde sağlanmaktadır. EPS'nin %98'i havadan meydana gelmektedir.

EPS her organik yapı malzemesinin olduğu gibi yanıcı nitelik taşımaktadır. Fakat kullanıldığı şartlar yanıcılığını etkileyecektir. Üst düzey sıcaklıklarda eriyip küçülme eğilimi göstermektedir. Yangınla buluşma ihtimali gerçekleşirse tutuşması söz konusu olacaktır. Kurulumunun düzgün yapılması halinde aşırı yangın tehdidi bulundurmamaktadır. Ancak tedbir olarak yüzey malzemeleriyle tam kapsamaya alınması gerektiği ifade edilmektedir. Türkiye’de EPS kullanımı 2002 senesinde yürürlüğe sokulan Yangında Korunma Yönetmeliği’ne göre sınırlama kapsamına alınmıştır. Söz konusu bu malzemeler DIN 4102 standardına göre yanıcı malzemeler olup B1 sınıfı içerisinde değerlendirilmektedir. İki tip EPS bulunmaktadır. Bunlar (Soğukoğlu ve İnce, 2013):

- Standart EPS: B1 sınıfı malzemedir. Bu açıdan yangından uzaklaştırıldığında kendi başına sönme özelliği olan malzemeler olmakla beraber zehirli gaz çıkarmaktadır.
- Yangın Geciktiricili EPS: Bu EPS’de yangın geciktiren eklentiler kullanılmaktadır. Böylece EPS daha zor alevlenmeye başlamaktadır. Yangın geciktirici olarak en fazla Hexabromocyclododecane (HBCD) kullanılmaktadır.

Yalıtım malzemesi olarak kullanımı tercih edilen bir diğer ürün mineral yünüdür. Mineral yünü olarak cam ile taş yünü kullanılabilir. Taş yünü dolomit, bazalt, diyabaz benzeri kayaların ergitilip püskürtülmesinden sonra bunların bakalit ile karıştırılması ve farklı birtakım işlemlerden geçirilmesi neticesinde üretilmektedir. Taş yünleri TS EN 13501-1 standardına göre A1 sınıfında yanmayan bir malzeme olarak değerlendirilmektedir. A1 standardı içerisinde yer alması, bu malzemenin olası yangınlarda can kayıplarının önlenmesi açısından oldukça önemli olmasını sağlamaktadır. Bu bakımdan parlayıcı, yanıcı malzemelerin bulunduğu binalarda bu yalıtım malzemesinin kullanılması oldukça avantaj sağlayacaktır (Rossi ve diğ., 2001). Ayrıca taş yünü bağlayıcı ve bağlayıcısız şeklinde iki formu bulunmaktadır.

Cam yününün de tıpkı taş yününün olduğu gibi bağlayıcı ve bağlayıcısız şeklinde iki türü bulunmaktadır. Bağlayıcısız formu A1 sınıfında yer almaktayken, bağlayıcı formu ise A2 sınıfında yer almaktadır.

Mekanik Sabitleme Elemanları

Dübel ya da profil benzeri yalıtım sistemlerinin yüzeye sabitlenmelerini sağlayan unsurlara mekanik sabitleme elemanları denilmektedir. Söz konusu

elemanların değerlendirilmesi yapılırken EN 13823 standardı göz önünde bulundurulmaktadır. Olası yangınlarda mekanik sabitleme elemanları yangın köprüsü oluşturabilmeleri sebebiyle üreticilerinin verdiği tavsiyelere uygun olarak konumlandırılmalıdırlar.

Şekil 3’de mekanik sabitleme elemanları olarak kullanılan dübeller gösterilmiştir.



Şekil 3.24. Kompozit Dış Cephe Kaplamalarında Mekanik Sabitleme Elemanı Olarak Kullanılan Dubeller

Kaynak: Özgüven, 2015: 17

Temel Kaplama

Kompozit dış cephe kaplamalarında temel kaplama malzemesi olarak çoğunlukla sıva kullanılmaktadır. Temel kaplama direkt olarak yalıtım malzemesi üstüne uygulanan katman olarak karşımıza çıkmaktadır. Temel kaplamada donatı filesi bulunmaktadır. Yapının sahip olduğu mekanik özelliklerin büyük bir bölümü bu katman sayesinde sağlanmaktadır (Aksoy, 2008).



Şekil 3.25. Kompozit Dış Cephe Kaplamalarında Yapıştırma Harcı
Kaynak: Özgüven, 2015: 18

Güçlendirme

Yalıtım levhalarının güçlendirilmesi için cam elyaf uygulamasını kapsayan güçlendirme filesi ya da güçlendirme sıvası, ilerleyen süreçlerde ortaya çıkabilecek kırıklara mani olmak amacıyla kullanılmaktadır. Donatı filesi mekanik dayanıklılığın artırılması amacıyla yalıtım sıvası içine yerleştirilen yapısal bir malzemedir. Kompozit dış cephe kaplamalarında donatı olarak metal fileler ya da cam elyaf esaslı fileler kullanılmaktadır (Wade, 1995). Sıva fileleri ileri düzey alkali dayanıklılığı olan fiber cam elyafın iplik formuna dönüştürülmesi ile dokunması ve ardından tutkal reçineyle kaplanması sonucunda elde edilen bir malzemedir. Sıva filelerin iç ve dış cephelerde kullanılabilir. Bunun dışında sıva filesi tavan ile zemin yalıtımlarında soğuk ile sıcak iklim şartlarına yönelik izolasyon yalıtımlarında donatı malzeme şeklinde kullanılmaktadır. Şekil 5’de sıva filesi örneği gösterilmektedir.



Şekil 3.26. Kompozit Dış Cephe Kaplamalarında Sıva Filesi Örneği
Kaynak: Özgüven, 2015: 19.

Kompozit dış cephe kaplamalarının son katını nihai kaplama oluşturmaktadır. Bu son katta yapıyla alakalı inorganik ya/ya da organik malzeme bulunmaktadır. Son kat yalıtım sıvasıyla beraber binanın dış şartlara karşı korunmasını sağlamaktadır. Ayrıca nihai kaplama binanın dış estetiğini meydana getirmektedir. Bu kaplama çoğunlukla ahşap, sıva, seramik, cam tuğla ve metal olarak seçilmektedir. İçeriğinin organik olması sebebiyle ETICS'in yangına tepki deneyinde mühim bir bileşen olarak ele alınmaktadır (Hildebrand ve diğ., 1992). Kullanım öncesi denemelerde organik muhtevası en yüksek düzeyde olan kaplamalar seçilmektedir.

3.4. Kompozit Dış Cephe Kaplamaları Uygulamada Dikkat Edilmesi Gerekenler

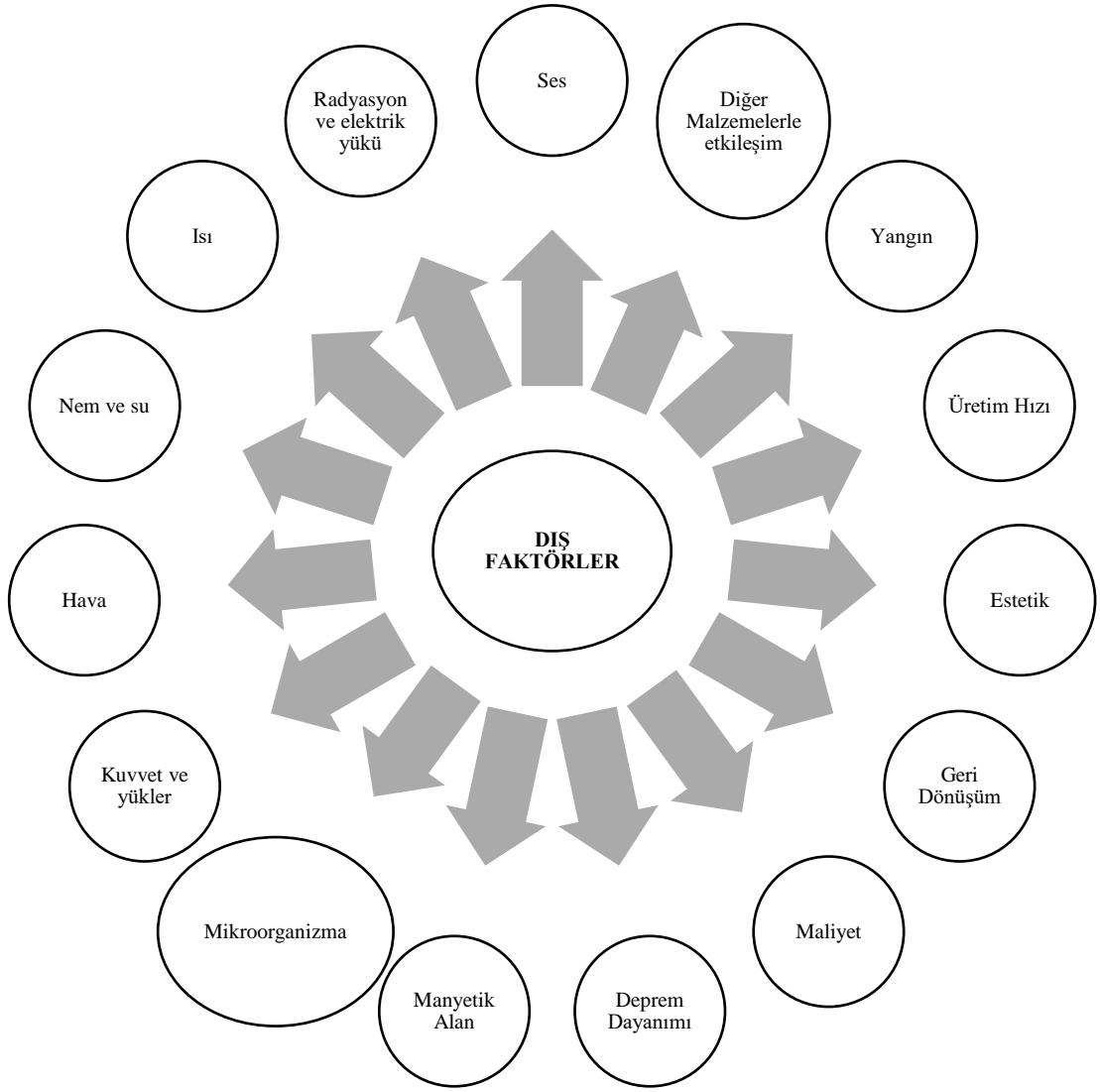
Binalarda dış cepheler çevresel koşullardan etkilenen yüzeyler olarak karşımıza çıkmaktadır. Bu bakımdan dış cephelerin dayanıklılık ve koruyuculuk özellikleri, dış duvar kesiti meydana getiren katmanların tamamını etkilemesi sebebiyle oldukça önem arz etmektedir.

Dış cephe kendine içerden ve dışarıdan etki eden yapısal fizikle alakalı tüm problemlere yönelik olarak kompozit dış cephe kaplamaların sahip oldukları özelliklerden ortaya çıkan ortak tutumla kendini korumuş olmaktadır. Söz konusu bu problemlere pozitif seviyede sonuç verilebilmesi açısından dış kaplamada kullanılan kompozit malzemenin diğer tabakalarla uyum göstermesi gerekmektedir.

Kompozit malzemelerle yapılacak dış cephe kaplamalarının duvar tasarımında en önemli madde olduğu düşünüldüğünde kompozit malzemelerin seçilmesinde seçim kriterlerinin belirlenmesinin ne kadar önemli olduğu ortaya çıkacaktır.

Dış cephe kaplamalarında kullanılacak kompozit malzemelerin seçilmesi, yapım tekniğine, binanın veya yapının özelliklerine, dış kaplamadan ne kadar süre yararlanılmak istediğine, dışsal ve içsel şartlara ve teknolojiye bağlı olarak seçilecektir. Dış cepheler üzerine çevresel olarak etki eden faktörler “dış etmenler” olarak ifade edilebilir. Bu açıdan dış etmenler fiziko kimyasal etmenler (yüzeysel bozulma, farklı atmosferik etkiler neticesinde oluşan kimyasal değişiklikler, korozyon, yangın), mekanik etkiler (çekme, kuvvetler, yükler, eğilme basınç), atmosferik etkiler (rüzgar, ısı, su, don) şeklinde değerlendirilebilecektir.

Şekil 10’da kompozit dış cephe kaplamalarının seçimine etki eden dış faktörler gösterilmektedir.



Şekil 3.27. Kompozit Dış Cephe Kaplamalarının Seçiminde Dış Faktörler
Kaynak: Gezer, 2005: 5.

Görüldüğü gibi kompozit dış cephe kaplamaları seçilirken çevre özellikleri oldukça önem arz etmektedir. Çevresel şartların sunduğu sorunları kapatacak kompozit malzemelerin kullanılması önemli olmaktadır.

3.4.1 Kompozit Dış Cephe Kaplamalarında Karşılaşılan Sorunlar

Kompozit dış cephe malzemeler binalara ve yapılara pek avantaj sağlarken bazı durumlarda bu malzemeler bina ve yapılara dezavantaj getirebilmektedir. Örnek

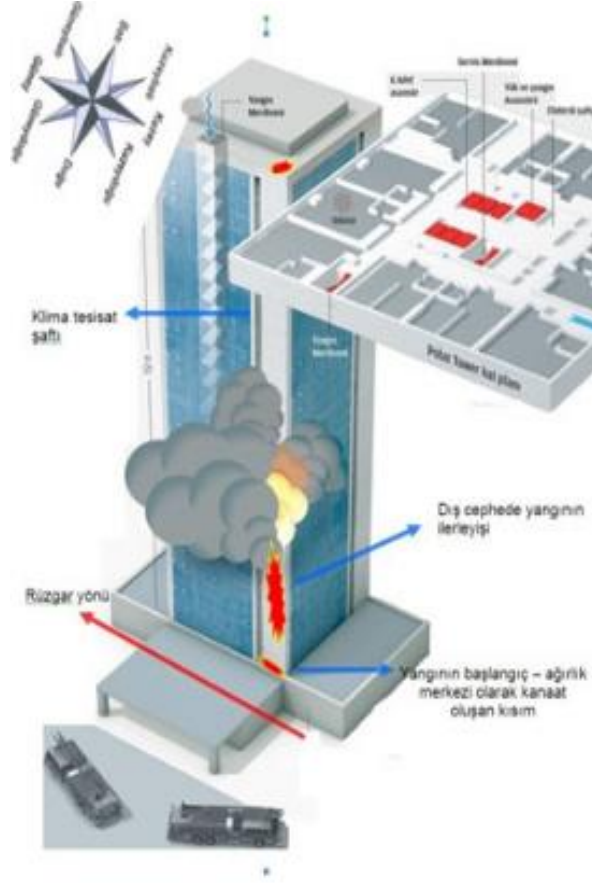
vermek gerekirse plastik kompozit malzemeler darbe dayanımı açısından zayıf özellik göstermektedir. Bunu Şekil 15’de görmemiz mümkündür.



Şekil 3.28. Darbeyle birlikte Zarar Gören Plastik Kompozit Kaplama Örneği
Kaynak: Özmeral, 2006: 83.

Plastik kompozit malzemelerin dayanım sorunu termoset özelliği kompozit malzemelerin kullanılmasıyla birlikte aŐılabilmektedir. Ayrıca metal ve ahşap içeren kompozit malzemelerin kullanılması dayanım sorununun ortadan kaldırılmasını sağlayacaktır.

Kompozit dış cephe kaplamalarıyla alakalı bir diğer sorun yangındır. Bazı kompozit malzemeler B yanıcılık sınıfında olup, bunlar yangına dayanıklı malzemeler olmamaktadır. Buna Polat Tower’da çıkan yangın örnek olarak gösterilebilecektir. Şekil 15’de Polat Tower’da çıkan yangın ve bu yangının ilerleyişi gösterilmiştir.



Şekil 3.29. Polat Tower’da Çıkan Yangının Dış Cephe Kaplamalarında İlerleyişi

Kaynak: Polat Tower’daki yangının sebebi belli oldu, <http://www.posta.com.tr/polat-tower-yangininin-sebebi-belli-oldu-haberi-133274>, erişim tarihi: 16.01.2017.

Polat Tower’da elektrik kontağı sebebiyle oluşan kıvılcımın kompozit dış cephe kaplamalarında iç yüzeyde alüminyum ile ara yüzeydeki polistren kaplamanın tutuşması sağladığı ve sürecin yangına dönüştüğü ifade edilmektedir (<http://www.posta.com.tr/polat-tower-yangininin-sebebi-belli-oldu-haberi-133274>, erişim tarihi: 16.01.2017).

Yangın olasılığına karşı cam takviyeli kompozit malzemelerin kullanılması yangın riskinin azaltılması açısından yarar sağlayacaktır. Ancak kompozit dış cephe kaplamalarının seçiminde binanın bulunduğu çevrenin özelliklerinin ön planda tutulması önemli olacaktır.

3.4.2. Kompozit Dış Cephe Kaplamalarının Avantajları

Dış cephe kaplamalarında kompozit malzemeler günümüzde geniş kullanım alanı bulmaya başlamıştır. Ayrıca yaşanan teknolojik gelişmelerle birlikte bu malzemeler estetik özellikler kazanmaya başlamıştır. Ayrıca günümüzde kompozit malzemeler binaların restorasyonlarında da kullanılmaya başlamıştır. Eski görünümlü ve yıpranan binaların görüntüsü kompozit dış cephe kaplamalarıyla birlikte modern bir görüntüye kavuşmaktadır.

Kompozit malzemeler uzun ömürlü olmakla birlikte dayanıklı ürünler olarak karşımıza çıkmaktadır. Bu açıdan binanın da çevreden kaynaklanan olumsuzluklara karşı korunması sağlanmış olmaktadır. Bunun dışında farklı renklerde olmaları binaların farklı biçimlerde dizayn edilebilmesine imkan sağlamaktadır.

Kompozit dış cephe kaplamaları ısı yalıtımına katkı sağlamakla beraber güneşten gelen zararlı ışıklardan binanın korunması, ses yalıtımının sağlanması, neme karşı dayanım gibi özellikler sağlamaktadır.

3.5. Dış Cephede Kullanılan Kompozit Malzemeler Dünya Örnekleri

Dış cephede kullanılan malzemeler bölgenin özelliklerine, kültüre, sosyo-kültürel yapıya, özel tercihlere göre çeşitlilik gösterebilmektedir. Çalışmanın bu bölümünde dünyanın çeşitli yerlerinde dış cephede kullanılan kompozit malzeme türleri örnekleriyle incelenmiştir.

Dünyada özellikle özel mimari projelerde sıklıkla çelik kaplaması olan COR-TEN çeliği uygulanmaktadır. COR-TEN karbon çeliği sınıfında olmakla beraber paslandırılmış çelik olarak ifade edilmektedir. Tadao Ando'nun Vortex Sanat Müzesi için yaptığı Korten Çelik Heykel aşağıda yer almaktadır.

Çelik yapıların çeşitli iklim şartlarından korunmaları önemli olmaktadır. Klor içeren ya da su ortamlarında bulunan yapılarda yüksek hızda korozyon meydana gelebilmektedir. Bu durumlarda çeliğin boyanması önerilerek çeliğin direnci artırılmaktadır. Venedik'te bir otelin dış cephesi bu koşullarda yapılmıştır.



Şekil 3.30. Venedik'te bir otel dış cephesi

Kaynak: www.mimdap.org, 2016

Çelikten yapılmış dış cephe kaplamaları genellikle her türlü dış şarta yönelik olarak dayanıklı olmaktadır. Boyama işleminin dışında eloksal hale getirilme metotlarıyla metal kompozit dış cephe kaplamalarının dayanıklılığının artırılması mümkün olmaktadır. Venedik'te yer alan otelde de boyama yöntemi kullanılmıştır. Ayrıca Al, Sn, Cu, Cr benzeri metalleri kapsayan alaşımların kompozit malzeme içerisinde yer alması durumunda eloksal biçime sokma ile boyama işlemlerinin yapılmasına gerek kalmamaktadır. Ancak metal levhalarla ilgili olarak dikkat edilmesi gereken nokta detay ağırlıklarının yüksek olabilmesidir. Bu açıdan metal kompozit dış cephe kaplamalarında kuvvetli bağlantı uygulamaların kullanılması uygun olacaktır.

Sac formunda yapılan metal levhaların tümü duvar tarafından taşınmaktadır. Bu saclar ise genel olarak kurşun, alüminyum, bakır ve paslanmaz çelik gibi malzemelerden üretilmektedir.

Metal kompozit dış cephe kaplamalarının özgül ağırlıklarının fazla olması bu malzemelerin montesinin dikkatli yapılmasını gerektirmektedir. Ayrıca bu dış cephe kaplamalarının binaya yapacağı baskının hesaplanması önemlidir. Metaller yapısal açıdan su geçirmezdirler. Ancak paslanabilme olasılıkları bulunmaktadır. Bu açıdan paslanmalarının önlenmesi açısından dış koruyucu kullanılması yerinde olacaktır. Metaller ısıyı ileri düzeyde iletme özelliğine sahiptirler. Bu açıdan ısı yalıtımı yüksek

malzemelerle kullanılmaları gerekmektedir. Sesi oldukça fazla yansıtırlar. Işığı yansıtma oranları yüksektir. Elektrik iletkenlikleri de fazladır.

Leeds Metropolitan Üniveristesi Öğrenci Yurdu'nun yapımında da dirençli çelik dış cephede kullanılmıştır.



Şekil 3.31. Leeds Metropolitan Üniveristesi Öğrenci Yurdu

Kaynak: www.mimdap.org, 2017

Paslanmaz çeliğın korozyon dayanımını arttırmak adına çeşitli elementlerden faydalanılmaktadır. Magnezyum, molibden, bakır ve krom gibi malzemeler sıklıklar tercih edilmektedir.



Şekil 3.32. Metal kompozit malzeme kullanımı sanat atölyesi,
Berlin/Almanya

Kaynak: Helzel, 2013.

Dış cephede özellikle iklim şartlarından veya çevre koşullarından meydana gelen kirlenmelerin önüne geçilmesinde çinko kompozit malzemeler kullanılabilir. Ukrayna’da inşa edilen bir binada da kenet sistem kapsamında çinko kompozit malzeme kullanılmıştır.



Şekil 3.33. Çinko kaplama kenet sistem. – Entertainment Centre /Lviv – Ukrayna

Kaynak: <http://www.rheinzink.com.tr>

Hollanda’da bulunan çok katlı bir otoparkta diğer otoparklardan farklı olarak dış cephe kaplamasında çelik kompozit malzeme kullanılmıştır. Dış cephenin temel özelliği yenilikçi ve hayal gücünün yüksek olmasıdır.



Şekil 3.34. Çelik kompozit malzeme kullanımı çok katlı otopark,
Almere/Hollanda

Kaynak: Helzel, 2013.

Brüksel’de 1960’lı senelerden kalmış olan bir ofis binasının yenilenmesi yapılarak günümüz standartlarına uyumlu hale getirilmiştir. Eski yalıtımsız pencereli dış cephe kaplamasının yerine yük taşıma özelliğine sahip ahşap kaplama yapılmıştır. Tasarımda ahşabı yağmurdan korumak maksadıyla ahşap ile paslanmaz çelik yoğrularak yeni bir kompozit malzeme elde edilmiş ve uygulanmıştır.



Şekil 3.35. Ahşap-Paslanmaz çelik kompozit malzeme kullanımı ofis binası,
Brüksel/Belçika

Kaynak: Helzel, 2013.

Ahşap kaplamaları odunsu hücrelerden meydana gelen kompozit malzemeler olarak karşımıza çıkmaktadır. Odunun yapısında lif ve gözeneklerin var olması bu malzemelerin kökeninde lif ve gözeneklerin bulunmasına neden olmaktadır. Ağaçların yapısında kimyasal olarak %1'in altında kül ve azot, %6 hidrojen, %43 oksijen ve %50 karbon yer almaktadır. Ağaca eğilme kabiliyetini sağlayan beyaz renkli selüloz %40 ile %44 arasında, hemiselüloz %15 ile 32 arasında, lignin ise %18 ile %35 arasında bulunmaktadır. Ahşapların metallerle kıyaslandıklarında özgül ağırlıkları fazla olmamakla beraber ağırlıkları fazlalaştıkça ısı iletkenlikleri ve dayanımları yükselmektedir. Yapısal açıdan ahşap malzemeler su emici özellik göstermektedir. Bu bakımdan çok yağmurlu ve nemi yüksek alan bölgelerde bu malzemeler kullanılırken dikkatli olunmalıdır. Ahşap malzemelerde yer alan selüloz ısı geçirgenliğini azaltıcı etki göstermektedir. Bunun dışında ahşap malzemelerin ne ölçüde neme maruz kaldıkları basınç dayanımına etki edecektir.

Son senelerde kullanım durumu yaygınlaşan kompakt laminat, dış etkilere karşı dayanıklı, ahşap kökenli bir yapı ürünüdür. Laminat estetik görünüm, dayanıklılık, lekeler ve yüksek sıcaklığa karşı dirençli olması genel özelliğidir. Bu nedenle dünyada birçok binada kompakt laminat tercih nedeni olabilmektedir. Bunun dışında kompakt laminat kompozit dış cephe kaplamalarıyla birlikte bina nefes almaya devam etmektedir. Bu malzemelerin üretimlerinde alüminyum profillerden yararlanılmaktadır.

İngiltere’de bulunan Leeds Valley Park binası kompakt laminat örneğidir.



Sekil 3.36. Leeds Valley Park, Leeds, İngiltere

Kaynak: www.mydn-a.com, 2017

Kompakt laminat binalar dünyanın birçok yerine tercih edilebilmektedir. İspanya ve Kore örnekleri aşağıda yer almaktadır. İki örnekte de özellikle estetik özelliklere önem verilmiştir.



Sekil 3.37. Alhambra Information Points, Granada, İspanya
Kaynak: www.mydn-a.com, 2017



Sekil 3.38. Private housing, Kore
Kaynak: www.mydn-a.com, 2017

Dış cephede kullanılan bir başka kompozit malzeme ise cam elyaf takviyeli beton (CTÇ) malzemedir. Malzemenin dayanıklılığının fazla olması nedeniyle sıklıkla tercih edilebilmektedir. Avusturya’da estetik yapının oluşturulması aynı zamanda dayanıklı bir villa dış cephesinde cam elyaf takviyeli beton kullanılmıştır.



Sekil 3.39. Villa A, Avusturya

Kaynak: <http://www.rieder.cc/at/en/>

Cam elyaf takviyeli beton malzemeye şekil vermek diğer malzemelere göre daha rahat olduğu için dış cephede dünyanın çeşitli yerlerindeki tasarım binalarda tercih edilebilmektedir. Bragenz Opera binası da bunlardan biridir.



Sekil 3.40. Opera House, Bregenz

Kaynak: <http://www.rieder.cc/at/en/>

Dış cephede kullanılan kompozit malzemelerin hangi özelliklerde olduğu bina güvenliği açısından önem arz etmektedir. Özellikle yüksek binalarda yanıcı olmayan panellerin kullanılması güvenlik adına oldukça önemli bir konudur. Bu bakımdan kompozit dış cephe kaplamalarında A sınıfı yanıcılık özellikleri düşük malzemelerden yararlanılması önemli olacaktır. B sınıfında ve yanıcılık özellikleri bulunan kompozitlerin kullanılması yangın riskinin artmasına neden olacaktır. Bunun dışında bazı kompozit malzemeler yanları durumunda zehirli gaz yayılımına neden olabilmekte ve bu durum insanların daha da tehlikeli bir durum içerisine girmelerine neden olabilmektedir. Dubai Tamweel Tower dış cephede alüminyum panellerin kullanımına çarpıcı bir örnektir.



Şekil 3.41. Dubai Tamweel Tower Cephe Yangını Örneği

Kaynak: <http://www.abdurrahmanince.net/DisCephe.pdf>.

Yüksek binalarda yanmakta olan cephe malzemelerinin belli bir yükseklikten sonra dışarıdan müdahale ile söndürülebilme olanağı bulunmamaktadır. Hava araçları da bu tür yangınlarda kullanılamamaktadır. Dış cephelerde yanmaz malzemelerin kullanılması gerekliliğinin en önemli gerekçesi bu olarak görülebilir.

3.6. Dış Cephede Kullanılan Kompozit Malzemeler Türkiye Örnekleri

Bu bölümde Türkiye’de çeşitli yapılarda farklı kompozit malzemelerin kullanıldığı örneklere yer verilecektir.

Kompozit malzeme olarak trapez sac uygulamasını kullanıldığı Çorlu Folyo Fabrikası aşağıda yer almaktadır. Kaset sistem taşıyıcı ve tek kat trapez şeklinde dış cephe kaplaması yapılmıştır.



Şekil 3.42. Polyplex Folyo Fabrikası / Çorlu

Kaynak: <http://www.artikelmuhendislik.com>

Benzer şekilde trapez sac uygulamasının yapıldığı iki örnek daha aşağıdadır. Media Markt Elektronik Market Balçova/ İzmir ve İsko – Sanko Hold. Teknoloji Lojistik Depo İnegöl / Bursa örnekleri yer almaktadır.



Şekil 3.43. Media Markt Elektronik Market Balçova/ İzmir

Kaynak: <http://www.artikelmuhendislik.com>



Şekil 3.44. İsko – Sanko Hold. Teknoloji Lojistik Depo İnegöl / Bursa

Kaynak: <http://www.artikelmuhendislik.com>

Kompozit trapez sac döşemeleri, çelik sac malzemelerin betonun çekme donatısı olarak kullanılmasıyla birlikte 1950’lerde kullanılmaya başlayan dış cephe kaplamaları olarak karşımıza çıkmaktadır. Özellikle 1960’lı senelerde çelik saclar üzerinde çıkıntılar ve girintiler oluşturularak günümüzün kompozit trapez sac uygulamaları ortaya çıkmaya başlamıştır.

Bu binanın yapımında trapez sac kompozit döşemelerinde beş tane ana bileşen yer almaktadır. Bunlar şu şekildedir:

- Çelikten profil kiriş,
- Stud Çivisi, Kayma bağlantısı, Kayma Kaması
- Profillenmiş Trapez sac,
- Çelik Hasır- Beton donatısı,
- Beton.

Trapez sac kompozit malzemelerinde çelik kirişin, mekanik kayma bağlantıları yardımıyla betona yapıştırılması suretiyle sistem işlemektedir. Özellikle kompozit kirişlerde mekanik kayma bağlantısı olarak en fazla tercih edilen stud çivileridir.

Bu binalarda kullanılmış olan kompozit trapez sac dış cephe kaplamalarının binalara sağlamış olduğu faydalar şunlardır:

- Trapez sac s¼rekli olarak kalıp g¼revi ¼stlenmektedir. Ayrıca trapez sacların yerine konulması diğer malzemelere kıyasla daha kolay olmaktadır.
- S¼kme ile iskele kurma sorunları bulunmamaktadır.
- G¼venli bir sistem sağlamakla birlikte yapım s¼resini de d¼ř¼rmektedir.
- elik sac alt y¼z¼n¼n boyanmasıyla ya da parlak sac renginde tutularak g¼zel bir g¼r¼nt¼ sağlanması m¼mk¼nd¼r. Ayrıca beton sonrasında alt y¼z temizliğini korumaktadır.
- Pozitif momentin sağlanabilmesi açısından elik sac enkesiti donatı g¼revini ¼stlenmektedir. Sıcaklık değişimleri ile r¼treye dayanım ya da i mesnetlerde devamlılığı temin etmek açısından d¼řemeler kapsamında ekstradan donatıdan yararlanılabilmektedir.
- elik sacın elik kirişe mesnetlenmesi s¼recinde kiriş basınç başlığı yanal mesnet olma g¼revini ¼stlenmektedir.
- Sac tipine g¼re farklılık g¼steren beton altı trapez sac y¼ksekliđi 40 litre/m²' ye kadar beton avantajı sağlamaktadır.
- Yararlanılan sac enkesiti daha çok y¼k taşımış olmasından dolayı yapıya daha az y¼k binmiş olmaktadır.
- Trapez elik sac çok kolay depolanabilmekte ve taşınabilmektedir.
- Trapez sacın taşıyıcı niteliğinin bulunması donatı miktarında oldukça fazla azalmayı temin etmektedir.



Şekil 3.45. İsko – Sanko Hold. Teknoloji Lojistik Depo İnegöl / Bursa

Kaynak: <http://www.artikelmuhendislik.com>, 2017.

Dış cephe kaplamalarında sıklıkla tercih edilen başka bir kaplama şekli ise plastik esaslı kompozit malzemelerin kullanımınıdır. Plastik kaplamalar hava şartlarında, güneş ve UV ışınlarına, kimyasal etkilere uzun zaman dayanma gösterebilmektedirler. Plastik cephe kaplamaları genelde görüntünün güzel olması sebebiyle tercih edilmektedir. Ayrıca bozulmanın çabuk olmaması adına yağışın çok fazla olmadığı bölgelerde daha fazla tercih nedenidir. Bu nedenle yazlık evlerde tercih edilebilmektedir. Türkiye’de bulunan bir yazlık ev örneği aşağıda verilmiştir.

Bu binaların dış cephesinde kullanılan plastik esaslı kompozit malzemelerin sağladıkları fiziksel avantajları şu şekilde sıralamamız mümkündür:

- Plastik esaslı kompozit dış cephe kaplamaları özgül ağırlık ile birim hacim ağırlık açısından oldukça hafif malzemelerdir.
- Plastik kompozit malzemelerin nem ile suya dayanımları oldukça fazladır. Bu bakımdan su buharını geçirmemektedirler. Fakat silikon ile polipropilenin nem emicilikleri düşüktür.
- Plastik esaslı kompozit dış cephe kaplamaları ısı yalıtımı konusunda tercih edilmektedir. Ahşap kompozitlerle kıyaslandıklarında ısı iletiminde benzer özellik gösterirken, ısı depolamasında plastik

malzemelerin kapasiteleri daha fazla olmaktadır. Yüksek sıcaklıklarda erime eğilimi göstermektedirler.

- Plastik esaslı kompozit dış cephe kapları yapısal açıdan boşluk bulundurmadıklarından dolayı sesi emememektedir. Bu durum ses yansıtıcılıklarının fazla olmasına neden olmaktadır.
- Işık geçirgenlikleri fazladır. Ayrıca ışığı yansıtıcıları da fazla değildir.
- Plastik kompozit dış cephe kaplamalarının elektrik iletimleri oldukça azdır.
- Güneş ışığı ile ultraviyole ışınlar karşı dirençleri olmasına rağmen renklerinde bozulma ve çatlama gibi sorunlar ortaya çıkabilmektedir.

Plastik esaslı kompozit malzemelerin yanıcılık özelliklerinin fazla olması bu malzemelerin yangın riskini artırmaktadır. Bu bölüm içerisinde



Şekil 3.46. Plastik Cephe Kaplaması

Plastik cephe kaplamalarına göre CTP kaplamalar, güneşten gelen ultraviyole ışınlarına karşı daha fazla direnç göstermektedirler. Tuğla, beton, ahşap ya da çelik binalarda sıklıkla tercih edilebilmektedir. Korozyon dayanımına sahip durumdadırlar. Ayrıca dielektriksel özellik sergilemektedirler. Kalıplama metotlarının farklı metotlarla yapılabilmesi esnek bir özellik sergilemelerine neden olmaktadır. Bunun dışında hurda değerleri bulunmamakla beraber bakım gerektirmemektedirler. CTP'ler kolay tamir edilebilmektedir. Eğer arzu edilirse ışık geçirgenliği

kazandırılabilir. CTP'lerin oldukça ucuz mal edilmesi de mümkün olmaktadır. İstanbul'da bulunan bir bina CTP kaplamasına örnektir.



Şekil 3.47. CTP Kaplaması

Dış cephe kaplamalarında estetik görünüm için sıklıkla tercih edilen diğr bir kompozit kaplama çeşidi kompakt laminanttır. Kompakt laminant estetik yönü nedeniyle sıklıkla tercih edilmesinin yanında dayanıklılık, lekelere ve yüksek sıcaklığa karşı dirençli olması avantaj sağlamaktadır. Özellikle ofis veya işyerlerinde doğal görünüm kazandırmak adına tercih edilmektedir. İstanbul ve Sakarya'da dış cephe kaplaması kompakt laminant şeklinde olan iki örnek aşağıda verilmiştir.



Sekil 3.48. Gıda HendeK İçecek Tesisleri, Sakarya

Kaynak: www.mydn-a.com, 2017



Sekil 3.49. Suadiye'de Ofis Projesi, İstanbul

Kaynak: www.mydn-a.com, 2017

Cam elyaf takviyeli beton (CTÇ) bileşimindeki malzemelerden üretilen paneller günümüzde yaygın olarak kullanılan cephe kaplama malzemeleridir. Özellikle kolay şekil alabilen özelliği ve dayanıklı yapıya sahip olması nedeniyle büyük binalarda tercih nedeni olabilmektedir. Türkiye’de iki önemli yapıda da Cam elyaf takviyeli beton dış cephe malzemesi olarak kullanılmıştır. Bunlar aşağıda verilmiştir.



Sekil 3.50. İstinye Park AVM ve konutları, İstanbul

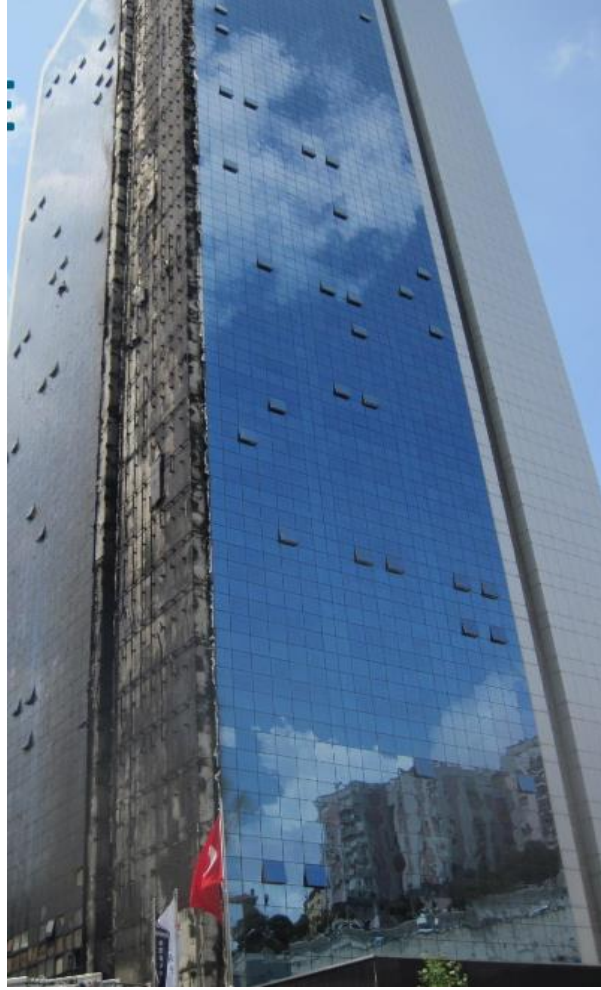
Kaynak: <http://www.rieder.cc/at/en/>, 2017



Sekil 3.51. Marriott Asia Otel, İstanbul

Kaynak: www.marriott.com/hotels

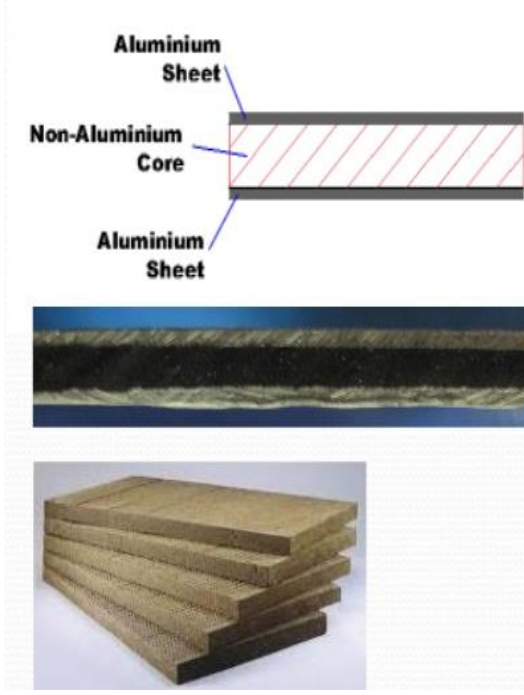
Dış cephe kaplamalarında özellikle kompozit malzemenin ne olduğu oldukça önemlidir. Yüksek binalarda yangına dayanıklı kompozit maddelerin kullanılması olası bir felaketin önüne geçmektedir. Türkiye’de Polat Towers bunun en çarpıcı örneğidir. Polat Towers’da kullanılan dış cephe malzemesi nedeniyle 140 metrelik dış cephe 3,5 dakikada yanmıştır.



Şekil 3.52. Polat Towers Cephe Yangını Örneği

Kaynak: <http://www.abdurrahmanince.net/DisCephe.pdf>

Yanan cephedeki dış cephe kaplama malzemesi yanıcılık sınıfı B1 olan, zor alevlenen polietilen dolgulu alüminyum kompozit panel şeklindedir. Bilindiği üzere bu panellerin iç ve dış cephesi 0,5 mm alüminyum katman ve ortasında ise 3 mm polietilen dolgu maddesi katmanı bulunmaktadır. Bu sayede toplam 4 milimetre kalınlığa sahiptir. İnce, hafif, estetik ve kolay işlenebilir olması nedeniyle bu panellerin kullanımı giderek yaygınlaşan bir trendde cephe kaplamalarında ne yazık ki kullanılmaktadır. Bu malzemenin 1992 senesinde bu yana İstanbul'da, 2002 senesinden bu yana da tüm Türkiye'de dış cephe kaplamalarında kullanılması yasaklanmıştır. 2007'den itibaren yüksek bina olmayan yapılarda kullanılmasına ne yazık ki izin çıkmıştır. Bununla beraber yüksek binalar için ise halen yasaktır.



Şekil 3.53. Polat Towers Dış Cephe Kaplama Malzemesi

Kaynak: <http://www.abdurrahmanince.net/DisCephe.pdf>

Polat Towers'ta en büyük şans yanan cephenin arkasının penceresiz ve komple perde beton şeklinde oluşudur. Bu sayede cepheden yangın ve duman içeriye ulaşamamıştır.

SONUÇ

Tarihsel süreç ele alındığında barınaklar ve yaşam alanlarının yapımında kullanılacak malzemelerin seçiminde tecrübeler, gelenekler ve görenekler etkili olmuştur. Ayrıca geçmişte ahşap, taş, toprak gibi kısıtlı malzemelerle üretim söz konusu olmuştur. Geçmişte kullanılan bu malzemelerin uzun yıllar boyunca kullanılmalarından dolayı sahip oldukları nitelikler bilinmekteydi. Bu durum bu malzemelerle alakalı sistemli bir yapının oluşumunu gerektirmemekteydi.

Günümüzde ise yapı ve bina üretiminde ortaya çıkan değişiklikler ve ortaya çıkan gelişmelerle birlikte yeni malzemeler ile yeni araçlar farklı teknik ve metotlarla birlikte kullanılmaya başlamıştır. Ortaya çıkan malzemelerle birlikte yeni nitelikler de ortaya çıkmaya başlamıştır.

Farklı malzeme türlerinin çıkmasının yanında farklı üretim metotlarının kullanılması dış cephe kaplamalarında çok seçenekli bir yapının oluşmasına neden olmuştur. Burada önemli sorunlardan bir tanesi farklı kompozit dış cephe kaplamalarında hangi malzemelerden yararlanılması gerektiğinin tespit edilebilmesidir. Kompozit dış cephe kaplamaları binaların estetik güzelliğini artırmak dışında binaları çevresel etmenlerden korumak açısından oldukça önemlidirler. Burada ön planda olması gereken etmen binaların çevresel faktörlere karşı korunmasını sağlamaktır.

Kompozit dış cephe kaplamalarında metal, ahşap, seramik, beton, cam, plastik içerikli malzemeler kullanılmakla birlikte bu malzemeler farklı biçimlerde uygulanabilmektedir. Özellikle son dönemde plastik tabanlı malzemelerin kullanımında artış gözlenmiştir. Ancak plastik tabanlı kompozit malzemelerin yanıcılıklarıyla alakalı birtakım sorunlar ortaya çıkabilmektedir. Bu açıdan yanıcılık düzeyi düşük malzemelerin tercih edilmesi önemlidir. Binaların dış cephe kaplamalarında malzeme olarak düşük maliyetlerin ön planda tutulması binaların çevresel zararlı faktörlere açık olmasına neden olabilmektedir. Bu açıdan binaların yapılmak istedikleri çevrenin sahip olduğu özelliklere (nem, zemin, sıcaklık, rüzgâr, toprak, basınç gibi) göre kompozit malzemelerin belirlenmesi daha mantıklı olacaktır. Böylelikle can güvenliğinin sağlanabilmesi mümkün olacaktır.

Kompozit dış cephe kaplamalarıyla alakalı standartların oluşturulması ve bu standartların yasal açıdan uygulanmasının sağlanması bina ve yapıların maddi açıdan korunmasını sağlamakla beraber insan canının da korunması açısından önemli

olacaktır. Yasal korumayla birlikte binaların yalnızca maliyetle ve estetik kaygılara bağlı olarak kaplanması önlenmiş olacaktır.

Dünyada ve Türkiye’de kompozit dış cephe kaplamalarıyla alakalı maliyet odaklı yaklaşımın önlenebilmesi yasalar ve düzenlemeler kapsamında ortadan kaldırılabilecektir. Ucuz maliyet önemli bir faktör olmasına rağmen ilk başta güvenlik faktörünün bulunması insan hayatıyla birlikte bina ve yapıların korunabilmesi açısından önem arz etmektedir.

KAYNAKÇA

Kitaplar

- Ersoy, H.Y. (2001). *Kompozit Malzeme*. Literatür Yayınevi. İstanbul.
- Kaw, A. K. (2014). *Kompozit Malzeme Mekaniği*, B. Okutan ve R. Karakuzu (Çev). Efil Yayınevi Yayınları.
- Şahin, Y. (2015). *Kompozit Malzemelere Giriş*. Gazi Kitabevi.
- Vasiliev, V. V., Morozov, E. (2001). *Mechanics and analysis of composite materials*. Elsevier Publ.

Sürelî Yayınlar

- Aksoy, U.T. (2008). Sandviç ve Gazbeton Duvar Uygulamalarının Ortalama Isı Geçirgenlik Katsayısı Ve Isı Kaybı Üzerindeki Etkisinin İncelenmesi. *Erciyes Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü Dergisi*. 24 (1-2): 277- 290.
- Arıcasoy,O. (2006). Kompozit Sektör Raporu. İTO-0017049. *İstanbul Ticaret Odası Yayınları*, 25-29.
- Boytek, *Otomotiv Sanayinde Kompozit Malzeme Kullanımı*. Boytek A.Ş. Sayı 9, Mart 2008.
- Helzel, M. (2013). Paslanmaz Çelik Kullanılan Yenilikçi Bina Cepheleeri. C. Batıgün (Çev). *Euro Inox Bina Serisi*. Cilt 19. Brüksel.
- Kaya, A. İ. (2016). Kompozit Malzemeler ve Özellikleri, *Mehmet Akif Ersoy Üniversitesi Teknik Bilimler Meslek Yüksek Okulu Dergisi*, Temmuz-Ağustos-Eylül, 38-45.
- Rossi M., Camino G., Luda M.P. (2001). Characterisation of smoke in expanded polystyrene combustion, *Polymer Degradation and Stability* 74: 507–512.
- Wade, C.A. (1995). Fire Performance of External Wall Claddings Under A Performance-Based Building Code. *Fire and Materials*, 19 (3): 127-132.

Zhang Y Huang X, Wang Q, Ji J, Sun J, Yin Y. (2011). Experimental study on the characteristics of horizontal flame spread over XPS surface on plateau, *Journal of Hazardous Materials* 189 : 34–39.

Tezler

Bulut, M. (2014). *Türkiye’de Kompozit Malzeme Üretimi ve Kompozit Malzeme Sektörünün Genel Değerlendirilmesi*, Yüksek Lisans Tezi. GÜ. Fen Bilimleri Enstitüsü, Ankara.

Gezer, H. (2005). *Dış Cephe Kaplamalarında Polimer Esaslı Malzemenin UV, Isı ve Suyun Bileşik Etkisi Karşısında Yüzey Dayanıklılığının Araştırılması*. Doktora Tezi, MSGSÜ, Fen Bilimleri Enstitüsü, Mimarlık ABD, İstanbul.

Öğrenci, H. D. (2012). *Mekanik Olarak Bağlanmış Kompozitlerin Dayanımı*, Yüksek Lisans Tezi. DEÜ. Fen Bilimleri Enstitüsü. İzmir.

Özgüven, S. (2015). *Dış Cephe Mantolama Malzemelerinin Performanslarını Karşılaştırılması*. Yüksek Lisans Tezi. AKÜ. Fen Bilimleri Enstitüsü, Afyon.

Özmeral, F., (2006). *Dış cephe tasarımında plastik esaslı kompozit malzeme kullanılması*. Yüksek lisans tezi. Sakarya Üniversitesi.

Diğer Kaynaklar

ETAG 004 Guideline For European Technical Approval of External Thermal Insulation Composite Systems (Etics) With Rendering Amended, Mart 2013.

Hildebrand C, Prager F.H, Levio E, Cope B. (1992). Fire performance of PUR steel sandwich panels used for facades, Leipzig.

Soğukoğlu, M.M, İnce, A. (2013). Yüksek Binalarda Yangın Güvenliği Açısından Dış Cephe Yalıtım Ve Kaplama Malzemeleri, *Yangın ve Güvenlik Sempozyumu ve Sergisi, Yüksek Yapılarda Yangın ve Güvenlik*, TÜYAK, WOW Convention Center.

İnternet

Güçlendirme, <http://www.besoglu.com/etiket/guclendirme/page/2>, erişim tarihi: 24.01.2017.

<http://www.abdurrahmanince.net/DisCephe.pdf>, 2017

<http://www.artikelmuhendislik.com>, 2017

<http://www.polerfiber.com>

<http://www.rheinzink.com.tr>, 2017

<http://www.rieder.cc/at/en/>, 2017

Isı Yalıtımı, <http://www.catikatidekorasyonu.com/isi-yalitimi.html>, erişim tarihi: 14.12.2016.

Karbon Fiber (Elyaf), <http://www.muhendisce.net/karbon-fiber-karbon-elyaf/>, erişim tarihi: 18.12.2016.

Kompozit Cephe Kaplama/ Kompozit Cephe Giydirmesi, <http://www.catikatidekorasyonu.com/kompozit-cephe-kaplama.html>, erişim tarihi: 14.12.2016.

Lifli Polimer Güçlendirme, <http://www.besoglu.com/blog/yapi-guclendirme/lifli-polimer-guclendirme.html>, erişim tarihi: 24.01.2017.

Polat Tower'daki yangının sebebi belli oldu, <http://www.posta.com.tr/polat-tower-yangininin-sebebi-belli-oldu-haberi-133274>, erişim tarihi: 16.01.2017.

Poliüretan Enjeksiyon Hizmetleri, <http://www.ankakarot.com/poliuretan-enjeksiyon-hizmetleri.html>, erişim tarihi: 17.12.2016.

Püskürtme Yöntemi, <http://www.makinemodel.com/projeyarismasi/dersnotu.htm>, erişim tarihi: 17.12.2016.

Reçine Enjeksiyonu Yöntemi,
<http://www.makinemodel.com/projeyarismasi/dersnotu.htm>, erişim
tarihi: 17.12.2016.

Ses Yalıtımı, <http://www.catikatidekorasyonu.com/ses-yalitimi.html>, erişim
tarihi: 14.12.2016.

Sezer, F. Ş. (2012) Giydirme cephe sistemi kullanıcılarının sistemin konfor koşullarına ilişkin görüşlerini içeren bir anket çalışması ve değerlendirilmesi. Haziran,
http://www.catider.org.tr/pdf/sempozyum/bildiri_02.pdf

www.cimstone.com, 2016.

www.mimdap.org, 2016

www.mydn-a.com, 2017

Zor, M. (2016), Kompozit Malzemelerle İlgili Genel Bilgiler,
http://webcache.googleusercontent.com/search?q=cache:1DrOntwv4nUJ:kisi.deu.edu.tr/userweb/mehmet.zor/composite%2520materials/2-Genel_bilgiler.pdf+&cd=1&hl=tr&ct=clnk&gl=tr.

ÖZGEÇMİŞ

KİŞİSEL BİLGİLER

Adı Soyadı : Özge KANDEMİR
Uyruğu : T.C.
Doğum Tarihi : 30.07.1991
Doğum yeri : Piraziz / GİRESUN
e-mail : kandemrozge@gmail.com

EĞİTİM

İlk ve Orta Derece : Kanuni İlköğretim Okulu, GİRESUN, 1997-2005
Lise : Atatürk Lisesi, GİRESUN, 2005-2009
Lisans :T.C. Haliç Üniversitesi Mimarlık Fakültesi Mimarlık Bölümü İSTANBUL, 2010-2014
Yüksek Lisans : T.C. Haliç Üniveritesi Fen Bilimleri Enstitüsü Mimarlık Anabilim Dalı Mimarlık Programı 2015-2017

ÇALIŞTIĞI KURUMLAR

GÖREVİ

ZNR Mimarlık	2014-2016	MİMAR
Vadistanbul Şantiyesi	2016 -	MİMAR

Turnitin Orijinallik Raporu

KOMPOZİT KAPLAMALI DIŞ CEPHE SİSTEMLERİNİN ÜRETİMİ VE
UYGULAMASINDA Özge Kandemir tarafından



2016-2017 güz tezler (2016-17 güz tezler) den

- 01-Şub-2017 11:39 EET' de işleme konu
- NUMARA: 765201936
- Kelime Sayısı: 17125

Benzerlik Endeksi

%7

Kaynağa göre Benzerlik

Internet Sources:

%7

Yayımlar:

%1

Öğrenci Ödevleri:

N/A