

Dış Cephe Uygulamalarında Cam Fiber Takviyeli Plastiklerin Kullanımı

¹Aslı Hatipoğlu*, Mehmet Sarıbyık ve Ferhat Aydın
Teknoloji Fakültesi, İnşaat Mühendisliği Bölümü, Sakarya Üniversitesi, Türkiye.

Özet :

Bu çalışmada, yapılarda dış cephe kaplama elemanı olarak yoğunlukla kullanılan malzemeler incelenerek, malzeme, performans ve estetik açıdan değerlendirilmiştir. Günümüz cephe kaplama malzemelerinin dış cephede yaşattığı sorun ve dezavantajlar irdelenmiştir. Mevcut dış cephe kaplama malzemelerine alternatif olarak son yıllarda inşaat sektöründe kullanılmaya başlanılan Cam Elyaf Takviyeli Plastik (GFRP) kompozitlerin kullanımı araştırılmıştır. Yüksek dayanım, hafiflik ve korozyon performansı ile ön plana çıkan GFRP kompozit profillerin öncelikle ülkemizde üretimi yapılan mevcut profillerin fiziksel ve mekanik özellikleri deneylerle tespit edilmiştir. Mevcut cephe kaplama malzemelerinde karşılaşılan sorun ve dezavantajlar tartışılmış ve GFRP kompozitler ile karşılaştırılmıştır. Klasik cephe kaplama malzemeleri ile maliyet açısından karşılaştırılmış ve fiber takviyeli kompozitlerin yapıların dış cephelerin kullanılmasıyla ortaya çıkacak faydalar verilmiştir.

Anahtar Kelimeler: Dış cephe kaplaması, Cam Elyaf Takviyeli Plastik (GFRP), kompozit malzeme.

Use of Glass Fiber Reinforced Plastics on Exterior Wall

Abstract :

In this study, structural elements as siding materials intensively used examining, material, performance and aesthetics are determined. Present exterior cladding materials have problems and disadvantages are discussed. Glass Fiber Reinforced Plastic (GFRP) composites that as an alternative to the existing exterior wall coatings materials started to be used in the construction industry in recent years, was investigated using. High strength, light weight and corrosion performance with the physical and mechanical properties of GFRP composite profiles were determined by experiments. The problems and disadvantages in existing exterior wall materials are discussed and compared with GFRP composites. Existing with wall cladding materials were compared cost effective. The use of fiber reinforced composite structures with exterior wall has been given the benefits that will arise.

Key words: Exterior Wall, Glass Fiber Reinforced Plastic (GFRP) composite material.

1. Giriş

Mimari yapılaşma, tarihsel süreç içinde insan gelişimine paralel gelişim göstermiş ve bulunduğu dönemin teknolojisine uygun, her dönem kendi içinde yeni bir uygulama tekniği, yeni bir malzeme, yeni bir sistem arayışı içine girmiştir. Günümüze kadar mimari değişim süresince dış cepheler bu değişimden en çok etkilenen unsurlardan biri olmuştur. Dış cepheler her dönemde yapıların önemli bir bölümünü oluşturmuş ve görsel açıdan zengin olması beklenmiştir [1]. İnsanoğlu var olduğundan bu yana mekân oluşturma çabası içindedir. Oluşturduğu mekânlar için konfor anlayışı sürekli artarak günümüze gelmiştir. İlkçağlarda önce mağara gibi doğal oluşumlardan faydalanan insanlar zamanla kendilerine alternatif yaşam alanları oluşturmuşlardır.

*Corresponding author: Address: Faculty of Technology, Department of Civil Engineering Sakarya University, 54187, Sakarya TURKEY. E-mail address: ferhata@sakarya.edu.tr, Phone: +902642956475 Fax: +902642956424

İnsan barınmak, yaşamak ve doğa şartlarından korunmak için bir mekân ihtiyacı duyar ve bu mekânı kendine özgü kültürel, fonksiyonel, teknik ve farklı zevklerde inşa etmektedir.

Mimarlık ve mimari, binaları ve diğer fiziki yapıları tasarlama ve kurma sanatı ve bilimidir. İnsanların yaşamasını kolaylaştırmak ve barınma, dinlenme, çalışma, eğlenme gibi eylemlerini sürdürebilmelerini sağlamak üzere gerekli mekânları, işlevsel gereksinimleri ekonomik ve teknik olanaklarla bağdaştırarak estetik yaratıcılıkla inşa etme sanatı; başka bir tanımlamayla, yapıları ve fiziksel çevreyi uygun ölçülerde tasarlama ve inşa etme sanat ve bilimidir [2]. Cephe veya görünüş, gözün ilk bakışta veya aklın dolaysız olarak algıladığı şeydir. Zaman zaman yanlış da olsa, o nesne hakkında ona bakan kimseye bilgi verir, o nesneyi tanıtır. Görünüş yalın olduğu sürece fazla tanıtıcı değerler içermez. Görünüşe ilave edilen bazı alametler ve elemanlar o nesnenin daha doğru tanınmasına neden olur. Tanıtıcı özellikler zamanla değişebilir; bu değişim her nesnede olabildiği gibi, binalar hatta insanlar içinde geçerlidir. Bu belirleyici unsurların zaman içinde yer almaları ve farklılaşmalarını mimaride üslup, insan da ise moda olarak tanımlanır [3].

Ülkemizde cephe kaplamalarındaki çeşitlilik (Şekil 1), tasarımcıların ve üreticilerin kişisel çabalarıyla yapıp bugünkü aşamaya gelmiştir. İnsanın kendi çevresini kendi gereksinimlerine göre düzenleme ve değiştirme isteği, yapı cephelerinde daha da belirginleşmiştir. Yeni gereçlerin yeni teknoloji ile yapılanmaları sonucu, çağdaş mimarinin en iyi kazanımlarından biri sayılan farklı cephe kaplamaları, zamanla gelişme göstermeye başlamıştır. Bu cepheler, teknolojik ilerleme, kültürel ve toplumsal gelişme, estetik görüşlerdeki değişimin, yapım ve gereç konularındaki ilerlemelerin birer sonucu olarak ortaya çıkmıştır [4].



Şekil 1. Dış cephe tasarım örnekleri (Taraklı ve Safranbolu Evleri)

Yapı fiziği açısından uygun tasarımların gerçekleşmesinde, yapı malzemesi önemli bir faktör olmaktadır. Yapı malzemesi, projeyi şekillendirerek onun gelecek çağlara iletilmesini sağlarken aynı zamanda, yapı fiziği ve insan konforu ile yakından ilişkili bir eleman olmuştur [5]. Malzeme, özellikleri ve çeşitli kimyasal ve fiziksel olaylar karşısında göstereceği davranışları bilinmeden kullanıldığında, yapıda bir takım hatalar ve bozulmalara neden olmaktadır. Amacına ve çevre koşullarına uygun olmayan, yanlış malzeme seçimi ve yanlış uygulamalar sonucu ortaya

çıkan yapı fiziği sorunları yüzünden, malzemede bozulmalar olmakta ve yapı sağlığı bozulmaktadır. Sağlığı bozulan yapıda insanlar için gerekli olan iç ortamdaki konfor şartlarını sağlayamadığı için sonuçta insan sağlığı bozulmakta ve çalışma verimi düşmektedir [6]. Ürün seçimi ve kullanımı konularında karar verirken zaman ve maliyet açısından olumlu katkılar sağlanabilmesinin yanında, teknik yönden de doğru ürün seçimi ile sorunsuz, uzun ömürlü ve kaliteli yapılar üretilmesine yardımcı olunacaktır. Karar vericilerin bu ürün bilgi tablolarına ulaşmaları ile piyasada bulunan dış duvar kaplamalarının teknik özellikleri ve maliyetleri açısından bilgilendirilmeleri ve bilinçli seçim yapmalarına yardımcı olunması ile oluşacak geri beslemeler ve istekler doğrultusunda, üreticilerinin performansı yükselecek, daha ekonomik ürüne yönelmeleri teşvik edilmiş olacaktır [7].

Tarihi süreç içerisinde kolon-lento sistemi ile inşa edilen binaları, taş, tuğla veya çimento kaplamaları gibi, orta çağ katedrallerinde de sütunlar üzerinde desteklenen kemerlerin arasında yer alan vitraylar, yüzyıllar boyunca isimsiz bir şekilde var olan giydirme cephelere örnek sayılabilir [8]. 19. yüzyıla kadar yapı malzemesi endüstrisinin verilerinden gerçekçi bir biçimde yararlanılmadığından, ahşap, taş, pişmiş toprak gibi doğal malzemeler yapıya girmiş ve yapılar bu malzemelerin el verdiği oranda şekillendirilmişlerdir. Örneğin ahşap boyuna bağlı yetenekleri ile günümüzde de geçerliğini koruyan çatı sistemlerinin kurularak ve geleneksel Türk Mimarisi'nde görülen modül anlayışının ilk örnekleri vermiştir [9]. 19. yüzyıl sonlarına kadar mimarlık alanına hakim olan anlayışa karşılık, 20. yüzyıl başında makinenin olanaklarını modern mimarlık anlayışı ortaya çıkararak mimarlığın günün olanakları altında şekillendiğini ve değişimin gerekliliğini savunulup, bu yönde yapılar üretilmeye başlanmıştır [10].

2. Dış Cephe Tasarımda Kullanılan Malzemeler

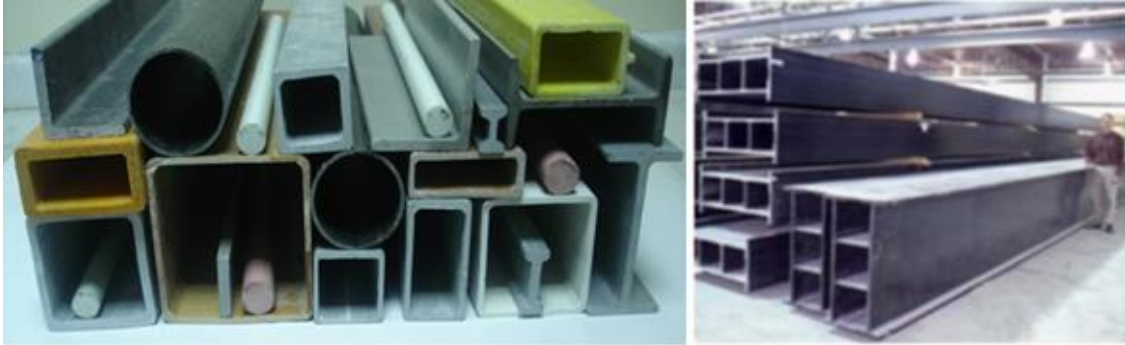
Dış cephe tasarım elemanları, dış duvarın yüzeyinde bulunan ve dış atmosferle doğrudan temas eden yüzeylerini oluşturur. Tasarım elemanları yapının estetik görünmesi, yalıtım sağlaması ve yapıyı dış etkilerden korumak için yapılır ve dış cephe kaplamaları yapı işlevine, biçimine, bulunduğu ortama ve coğrafi bölgeye, ne amaç için yapıldığına göre değişiklik gösterir. Dış cephe tasarım elemanlarından beklenen başlıca özellikler şunlardır:

- Atmosferin kimyasal etkilerine karşı dayanıklı olması,
- Güneş ışınlarının zararlı etkilerinden bozulmaması,
- Sıcaklık farkları dolayısıyla oluşacak genleşme ve daralmalardan zarar görmemesi,
- Yağış sularından bozulmaması ve suyu içine almaması,
- Don etkisiyle bozulmaması,
- İçten gelen ve iç yüzeyde oluşan buharın dışarıya çıkmasına engel olmaması gibi temel özelliklere sahip malzemeler olması,
- Doku özellikleriyle birlikte estetik yönden de binayı takdim edici nitelikleri bünyesinde toplaması beklenir.

Sınıflandırılmaları duvar-kaplama ilişkisine, kaplama ürününün biçimine, katman sayılarına, üretim ve uygulama şekillerine göre gibi çeşitli şekilde ayrılabilir. Bu çalışmada da dış cephe tasarım malzemeleri taş, seramik, ahşap, metal, plastik ve kompozit olarak sınıflandırılmıştır.

3. GFRP Kompozitler

Yapı malzeme problemlerini azaltmak amacıyla araştırmacılar yeni malzeme türleri ve yeni tasarımlar ortaya koymaktadırlar. Son dönemlerde araştırmacıların büyük bir kısmı yeni nesil kompozit malzemeler üzerinde yoğunlaştırmışlardır. Son dönemlerde istenen özelliklere sahip ve inşaat sektöründe aralarında bulunduğu birçok alanda tercih edilen kompozit malzeme türlerinden birisi Cam Fiber Takviyeli Plastik (GFRP) kompozitlerdir (Şekil 2).



Şekil 2. Farklı kesitlerdeki GFRP kompozit profiller [11]

GFRP malzemesinin hafif, dayanıklı ve sağlamlık gibi özelliklerinin olması yapılarda kullanımı için çalışmalarına teşvik etmiştir. Bu çalışmalar neticesinde değişik şekil ve ölçülerde GFRP profiller üretilmiştir. Hafif olmasından dolayı elle taşınabilir, yerinde montajı yapılabilir ve istenilen yere götürülebilir. Günümüzde ülkemizde GFRP kullanılarak yapılmış korkuluk ve prefabrike villa örnekleri bulunmaktadır (Şekil 3).



Şekil 3. Ülkemizde GFRP'den inřaa villa

Bu çalışmada yapılarda dış cephe elemanı olarak kullanılması düşünölen mevcut GFRP malzemenin fiziksel ve mekanik özellikleri deneysel olarak bulunmuştur. GFRP kompozit profil özelliklerini belirlemek amacıyla yapılan çalışmalarda, deneysel olarak belirlenen Birim Ağırlık, Özgöl Ağırlık, Çekme özellikleri ve Poisson Oranı değerleri yapılan ilgili testler ile belirlenmiştir.

Tablo 1. GFRP malzeme fiziksel ve mekanik özellikleri

Test Türü	Deneysel Sonuçlar
Birim Ağırlık (g/cm^3)	1.75
Özgül Ağırlık	1.80
Liflere Paralel Elastisite Modülü (N/mm^2)	30000
Liflere Dik Elastisite Modülü (N/mm^2)	7500
Poisson Oranı	0.35

4. Dış Cephe Malzemeleri

Günümüz dış cephe tasarım uygulamalarında birçok farklı malzemeler kullanılmakta ve giderek artan ihtiyacı karşılamak üzere yeni malzemeler geliştirilerek üretilmektedir. Bu çalışmada günümüzde kullanılan dış cephe tasarım malzemeleri beş grup altında toplanarak malzeme kaynaklı sorunlar belirlenmiştir. Piyasada kullanılan bu malzemeler ile GFRP malzemeleri karşılaştırılarak değerlendirilmiştir.

4.1. Taş ve GFRP Kompozitlerin Karşılaştırılması

Doğal taşlar dış cephede doğal ve estetik bir görünüme sahip olduğundan cephe kaplaması ve söve elemanı olarak tercih edilmektedirler. Ancak doğal taşların pahalı olması, yalıtım özelliklerinin bulunmaması, ağır olması, montaj işleminin zor olması ve montaj sonrasında zamanla cepheden ayrılarak düşmesi gibi sorun ve dezavantajları bulunmaktadır. Doğal taşların doğadan çıkartılması ve işlenmesi için gerekli petrol ve elektrik gibi enerji kullanımı ve montaj işçilik ücreti göz önüne alındığında pahalı olması cephede tercih edilmesini azaltan nedenlerin başında gelmektedir. Doğal taşların ağır olması da yapılara ek yük getirmektedir. Özellikle çok katlı yapılarda dış cephe kaplaması olarak kullanılan doğal taş kaplamalar, bina yükünü ciddi oranda arttırmaktadır. Aynı zamanda montaj sonrasında ağırlıklarından dolayı taşların cepheden ayrılarak düşmesi can güvenliğini de tehdit etmektedir.

GFRP kompozitlerden elde edilen doğal taş görümlü hafif dış cephe kaplamaları ve tasarım elemanları binaya ek yük getiren ve zamanla cepheden ayrılarak düşme sonucunda tehlikeye neden olabilecek doğal taşın ağırlığından kurtulma imkânı sağlamaktadır. Ayrıca taş görümlü GFRP kompozitler doğal taşlara göre daha az maliyetlidir. Cephede ağırlık yaparak yapıya ek yük getiren ve zamanla düşmelere neden olabilecek doğal taşların ağırlığından ve yüksek maliyetinden kurtularak doğal taş görünümüne sahip istenilen ebatta üretilebilen GFRP'ler, cephede yaşanan sorunların önüne geçebilmekte olup montaj ve kullanım kolaylığı da getirmektedir. Ahşap ve GFRP kompozitlerin dış cephede tasarım elemanı olarak kullanılması açısından avantaj ve dezavantajları karşılaştırılarak Tablo 2'de görülmektedir.

Tablo 2. Taş ve GFRP kompozitlerin karşılaştırılması

Taş Kaplama	GFRP Kompozit
Estetikler. Değişik renk ve dokuda seçenekleri mevcuttur.	Estetikler. İstenilen taş rengi ve dokusu verilerek üretim yapılabilmektedir.
Doğal bir üründür.	İstenilen taş görünümünde üretilebilir.
Pahalıdır. Özellikle doğal taş üretimi için çok fazla enerji harcanmaktadır. Sürekli bakım ve onarım masrafını beraberinde getirir.	Taşlara oranla ucuzdurlar ve üretiminde çok fazla enerji harcanmamaktadır. Bunun yanı sıra bakım ve onarımlarına gerek duyulmaz.
Ağır, ek yük getirirler ve zamanla cepheden ayrılarak can güvenliğini tehdit etmektedirler.	Hafiftirler ve özellikle çok katlı yapılarda rahat kullanım imkânı sağlar.
Montajı zordur ve taşıyıcı sistemli uygulamalarda konstrüksiyon maliyeti eklenmektedir.	Montajı kolaydır, kilit sistem ve yapıştırma uygulamaları kolaydır.
Yalıtım özellikleri yoktur.	Yalıtım özellikleri vardır ve ısıyı zor iletir.
Kimyasallara ve hava kirliliği zamanla yüzeylerinde lekelenmeler, çiçeklenmeler görülür.	Kimyasallardan, yağışlardan ve hava kirliliğinden etkilenmezler. Alkali dayanımı yüksektir.
Ortalama birim m ² fiyatı (montaj malzemesi ve işçilik ücreti dahil) doğal taşların 75,00TL, yapay taşların ise 73,00TL'dir.	Ortalama birim m ² fiyatı (montaj malzemesi ve işçilik ücreti dahil) 40,00TL'dir.

4.2. Seramik ve GFRP Kompozitlerin Karşılaştırılması

Dış cephede sıklıkla tercih edilmekte olan seramiklerin yaygın olarak uygulanan türleri ise porselen ve granit seramiklerdir. Porselen ve granit seramikler sert olup aşınma ve çizilmeye karşı dayanım gösterirler. Aynı zamanda dış kimyasallara, mikro organizmalara karşı dayanıklıdırlar ve yangın dirençleri de yüksektir. Ancak seramiklerin su ve nem dayanımı düşük olduğundan dış cephede yüzeylerinde çiçeklenmeler görülmektedir. Şekil 4'de verildiği gibi hava şartlarından doğan kirlenmelere karşı da sık temizlenmek zorundadırlar ve bu nedenle yüksek katlı yapılar için büyük sorun teşkil etmektedir.



Şekil 4. Bina cephesi seramik kaplama

GFRP kompozitler ile seramik görüntüsü elde edilerek istenilen ebat ve formda cephe kaplamaları üretilmektedir. GFRP'ler su ve nem dayanımı yüksek olduğundan yüzeylerde seramiklerde olduğu gibi su ve nemden kaynaklanan çiçeklenmeler görülmez. Yalıtım özelliği

istenen uygulamalarda da ses ve ısı izolasyon malzemeler ile uyumlu şekilde kullanılabilir. Taşıyıcı konstrüksiyon sistemine gerek duyulmadan cepheye uygulanabilmekte olup montaj malzeme fiyatı yüksek değildir (Tablo 3).

Tablo 3. Seramik ve GFRP kompozitlerin karşılaştırılması

Seramik Kaplama	GFRP Kompozit
Serttirler. Aşınma ve çizilmeye karşı dayanım gösterirler.	Seramikler kadar sert olmasa da aşınma ve çizilme dayanımları yüksektir.
Kimyasallara ve mikroorganizmalara karşı dayanıklıdır.	Kimyasallardan ve mikroorganizmalardan etkilenmezler. Alkali dayanımı yüksektir.
Cam türleri hariç yangın direnci iyidir ve yüksek ısıda kırılarak erirler.	Termoset reçine özelliği taşıdığından dolayı yangın direnci yüksektir.
Su ve nem dayanımı düşük olduğundan yüzeyinde çiçeklenmeler görülür.	Sudan etkilenmediğinden dolayı yüzeyinde bozulmalar olmaz.
Hava şartlarından doğan kirlenmelere karşı sık sık temizlenmek zorundadırlar.	Hava şartlarından etkilenmez ve temizlik ihtiyacı bulunmaz.
Ses ve ısı yalıtımı sağlayamazlar. Özellikle cam türlerinin ısı yalıtım özellikleri yoktur.	Ses ve ısı yalıtımları seramiklere göre çok iyi olup, istenildiği takdirde EPS köpük ile kullanılabilirler.
Gevrektirler ve çabuk kırılırlar.	Kırılma dayanımları yüksektir.
Harç ile yapıştırılan uygulamalarda kullanılan derz dolgu malzemeleri zamanla dökülmekte ve derz aralıkları kirlenmektedir.	Derz boşluklarında dolgu ihtiyacı bulunmadığından böyle sorunlar yaşanmamaktadır.
Birim m ² fiyatı (montaj malzemesi ve işçilik ücreti dahil) porselenlerin 180,00TL, granit seramiklerin 120,00TL ve silikon cam cephelerin ise 350,00TL'dir.	Ortalama birim m ² fiyatı (montaj malzemesi ve işçilik ücreti dahil) 40,00TL'dir.

4.3. Ahşap ve GFRP Kompozitlerin Karşılaştırılması

Dış cephede ahşap kullanımı doğal taşlar kadar eski zamanlara dayanmaktadır. Günümüzde de sıcak ve doğal bir görünüm vermesinden dolayı tercih edilmektedir. Ancak ahşabın su ve nemden etkilenerek çalışması, yani ıslanma ya da ortam rutubetinin değişmesi ile boyut değiştirmesi en büyük sorunlarından biridir. Dış cephe kaplamalarının birleşme noktalarında bu anlamda ciddi sıkıntı yaşanmaktadır. Ahşap iyi bir şekilde kurutma işlemine tabi tutulsa dahi, nem alması, çürümeye karşı ön koruma işlemi uygulanmış bile olsa, ahşabın özelliklerinde boya tutma kabiliyetini etkileyecek değişikliklere sebep olmaktadır. Bu nedenle özellikle ahşabın, doğrudan suyla temas halinde olduğu dış cephelerde kaplama ve tasarım elmanı olarak kullanımında zamanla sorunlar yaşanmakta ve düzenli bakım ve onarım gerektirmektedir (Tablo 4).

Tablo 4. Ahşap ve GFRP kompozitlerin karşılaştırılması

Ahşap	GFRP Kompozit
Doğal bir malzemedir.	Ahşap görünümlü üretilebilir.
Sürekli olarak ortam havasına ve nem oranına göre hacim değiştirir.	Su ve nemden etkilenmediğinden hacim değişikliği göstermez.
Hafif bir malzemedir.	Ahşap kadar hafif değildir.
İçerisine eklenen maddeler sayesinde ısı yalıtımı çok daha iyi olmaktadır.	EPS köpüklerle birlikte kullanımı ile ısı yalıtımı sağlamaktadır.
Su ve nem dayanımı yoktur.	Su ve neme son derece dayanıklı bir malzemedir.
Güneş ışığından dolayı kararma yapmaktadırlar.	Güneş ışığından etkilenmezler.
Rüzgâr yüzeyini aşındırır ve zamanla güneş ve yağmurun etkisi ile çatlamalara neden olabilir.	Aşınmaya dayanımı yüksek üzerinde küf oluşmayan bir malzemedir.
Mantarlar, böcekler ve termitler gibi biyolojik düşmanlar ahşaba ciddi oranda zarar verebilir.	Mantarlar, bakteriler, böcekler ve termitlerden etkilenmez.
Ortalama birim m ² fiyatı (montaj malzemesi ve işçilik ücreti dahil) ahşabın 85,00TL'dir.	Ortalama birim m ² fiyatı (montaj malzemesi ve işçilik ücreti dahil) 40,00TL'dir.

4.4. Metal ve GFRP Kompozitlerin Karşılaştırılması

Metaller dış cephede genelde taşıyıcı konstrüksiyon, özellikle giydirme cephelerde askı elemanı olarak kullanılmaktadırlar. Ayrıca dış cephede korkuluk elemanı olarak görev alırlar. Ancak korozyon direncinin düşük olması cephe elemanı olarak tercih edilememesinin en büyük nedenidir. Korkuluk olarak cephede yer alan metallerin antipas uygulaması ve boya işleminden geçmiş olması rağmen zamanla korozyon sorunu yaşanmaktadır. Tablo 5'te Metal ve GFRP kompozitlerin karşılaştırılması görülmektedir.

Tablo 5. Metal ve GFRP kompozitlerin karşılaştırılması

Metal	GFRP Kompozit
Yüksek dayanım gösterir.	Metaller kadar dayanımlı malzemelerdir.
Ağırdır ve binaya ek yük getirir.	Hafif bir malzeme olup binaya ek yük getirmez.
Alüminyum türü hariç korozyon direnci düşüktür ve paslanırlar.	Korozyon direnci yüksek paslanma sorunu olmayan malzemelerdir.
Isı yalıtımı sağlamazlar.	Metallerden daha iyi ısı yalıtımı sahiptir.
Yüksek ısı dayanımı düşüktür ve yangına karşı dayanımı azdır.	Termoset reçine ile üretildiğinden yangın dayanımı yüksektir.
Montaj işlemi kısmen zahmetli ve zaman alan uygulamadan oluşur.	Pratik ve uzun zaman almayan montajları vardır.
Ortalama birim m ² fiyatı (montaj malzemesi ve işçilik ücreti dahil) alüminyum 200,00 TL' dir.	Ortalama birim m ² fiyatı (montaj malzemesi ve işçilik ücreti dahil) 40,00 TL'dir.

Alüminyum ahşaba göre su ve nemden etkilenerek hacim değiştirmemesi, mantar, bakteri, böcek ve termitlerden etkilenmediğinden dolayı en yaygın kullanılan korkuluk türüdür. Ancak alüminyuma son zamanlarda ahşap desen ve rengi verilmeye çalışılsa da dokusu itibarı ile

ahşabın sıcaklığını yakalayamamaktadır. GRFP'ler ise alüminyum ve ahşaba alternatif olarak korkuluk uygulamaları ile ahşap kadar sıcak bir görünüm ve dokuya sahip, alüminyum kadar sağlam ve dayanıklı olmasının yanı sıra çizilme ve aşınma direnci daha yüksektir.

4.5. Plastik ve GFRP Kompozitlerin Karşılaştırılması

Plastikler hafif ve korozyon dirence sahip olmaları, düşük maliyetle, istenilen şekil, renk ve doku ile üretilebilmeleri nedeni ile dış cephede tercih edilmektedir. Plastik kaplamalardan günümüzde en yaygın kullanıma sahip olan türleri vinil siding ve yüzey dokulu poliüretanlardır. Ancak dış cephede plastiklerin güneş ışığından etkilenerek renk solması, ısıya karşı dayanımın düşük olması, tamir edilmelerinin zor olması gibi dezavantajları bulunmaktadır. Özellikle vinil sidinglerin çabuk kirlenmesi ve toz barındırması nedeni ile şehir merkezlerinde ve yol kenarlarındaki yapılarda ve yüksek binalarda tercih edilememektedir.

GFRP'de reçine içine kir tutmayı engelleyen kimyasallar eklenerek vinil siding kaplamalarda yaşanan kirlenme sorunu çözülebilir. Aynı zamanda plastik cephe malzemesi olarak en yaygın kullanıma sahip olan ancak malzeme birleşiminde yaşanan sorunlar GFRP kompozitlerde görülmemektedir. Yapıların dış cephelerinde Plastik ve GFRP kompozitlerin kullanılması sonucunda oluşabilecek avantaj ve dezavantajlar Tablo 6'da verilmiştir.

Tablo 6. Plastik ve GFRP kompozitlerin karşılaştırılması

Plastik	GFRP Kompozit
İstenilen şekil, ebat ve renkte üretilebilir.	İstenilen şekil, ebat ve renkte üretim imkânı verir.
Hafiftir, Binaya ek yük getirmez.	Hafif bir malzeme olup binaya ek yük getirmez.
Mukavemetleri düşüktür	Dayanımları çok yüksektir.
Isıya karşı dayanıksızdır.	Termoset reçinelerle üretimleri ile ısıya karşı dayanımları yüksektir.
Vinil siding türleri çabuk kirlenmekte ve tozlanmaktadır.	GFRP üretiminde reçineye katılabilecek kimyasallar ile kir ve toz sorunu yaşanmamaktadır.
Güneş ışığında bozulabilir.	Güneş ışığından etkilenmez ve bozulma görünmez.
Yüzey dolgulu poliüretanların birleşim noktalarındaki açılmalar bakım gerektirmektedir.	Bozulmadığından dolayı tamir edilme gereksinimi bulunmamaktadır. Bakım gerektirmezler.
Ortalama birim m ² fiyatı (montaj malzemesi ve işçilik ücreti dahil) vinil siding 45,00TL, yüzey dolgulu poliüretanların ise 40,00TL' dir.	Ortalama birim m ² fiyatı (montaj malzemesi ve işçilik ücreti dahil) 40,00 TL'dir.

5. Sonuç ve Öneriler

Yapıların dış cephelerinde GFRP malzemenin kullanımının araştırıldığı bu çalışma neticesinde elde edilen sonuçlar şu şekilde özetlenmiştir:

- GFRP malzeme diğer yapı malzemelerine göre hafifliği, korozyon direnci ve yüksek çekme dayanımı ile ön plana çıkmakta ve yapı sektöründe alternatif bir malzeme olarak kullanılabilirliği belirlenmiştir.

- GFRP'nin birim ağırlığı $1,75 \text{ g/cm}^3$, özgül ağırlığı 1,80, çekme dayanımı 5609 kg/cm^2 , Liflere paralel Elastisite Modülü 30000 Mpa, Liflere dik Elastisite Modülü 7500 Mpa ve Poisson Oranı 0.35 bulunmuştur.
- GFRP cephe kaplama malzemesinin montaj malzemesi ve işçilik ücreti dahil yaklaşık birim m^2 fiyatı 40 TL hesaplanmıştır. Bu birim alan maliyeti plastikte 45 TL, metal kaplamalarda 200 TL, ahşap kaplamalarda 85 TL, seramik kaplamalarda 120 TL ve doğal taş kaplamalarda yaklaşık 75 TL olarak hesaplanmıştır.
- Diğer dış cephe yapı elemanlarına göre karşılaştırıldığında GFRP kaplamalar plastiklere göre cam lifli yapısından dolayı yüksek mukavemet ve rijitlik, metallere kıyasla hafifliği ve korozyona uğramaması, ahşaplara göre uzun dayanıklılık süresi ve mekanik dayanımı, seramiklerden çok daha hafif ve kırılman olmaları ve taş kaplamalara kıyaslandığında ise büyük orandaki hafiflik ve kolay işçiliği ile ön plana çıkmaktadır.
- Yapıların dış cephelerinde birçok üstün özeliğe sahip GFRP kompozit malzemenin kullanılması yapı sektörü için avantajlar getirecektir.

6. References

- [1] Hatipoğlu Aslı, Dış Cephe Uygulamalarında Profil Çekme Metodu İle Üretilen Cam Fiber Takviyeli Plastiklerin Kullanılması, Sakarya Üniversitesi, Fen Bilimleri Enstitüsü Yüksek Lisans Tezi, 2011.
- [2] <http://tr.wikipedia.org/wiki/Mimarlık>, (Eylül 2010).
- [3] Sezgin, H., Geleneksel Türk Evinde Cephe, Yapı Dergisi, Sayı 47, Sf 33, 1983.
- [4] Tanyeli, U., Eczacıbaşı Sanat Ansiklopedisi, Yapı Endüstri Merkezi, Cilt 1, 1997.
- [5] Roth, M.L., Mimarlığın Öyküsü, Kabalcı Yayınevi, İstanbul.
- [6] Mutlu B., Mimarlık Tarihi Ders Notları, Mimarlık Vakfı Enstitüsü Yayınları, 2001.
- [7] Dengiz N., Yapımda Standartlaştırma, Prefabrike Betonarme Yapı Üreten Kuruluş Mensupları Birliği, Ankara, 1986.
- [8] Hunt W.D., The Contemporary Curtain Wall : It's Design, Fabrication, And Erection, F.W Dodge Corp., 1958.
- [9] Eriç M., Yapı Fiziği Ve Malzemesi, Literatür Yayınları, İstanbul, 2002.
- [10] Güvenli Ö., Tarihsel Süreç İçinde Malzeme Cephe İlişkisi ve Giydirme Cepheler, 2006.
- [11] Aydın F. Cam Lifi Takviyeli Plastik (GFRP) Kompozit ve Beton ile Üretilen Hibrit Yapı Elemanlarının Mekanik Performansının Araştırılması. Sakarya Üniversitesi. Fen Bilimleri Enstitüsü, 2011.