

## CAM ELYAF TAKVİYELİ BETON PANELLERİN DIŞ CEPHELERDE KULLANIMI

**Nuray Benli Yıldız<sup>1</sup>**  
**Hakan Arslan**<sup>2</sup>

**Konu Başlık No:**

### ÖZET

Şehirlerimizi oluşturan binaların cepheleri, binaları hava ve su gibi fiziksel etkileşimlerden korurken aynı zamanda estetik anlamda da binaya prestij katarlar. Binaların iç tasarımları sadece kullanıcıları tarafından bilinmekteyken, cepheleri kenti kullanan herkes tarafından algılanmaktadır. Cephe tasarımları özellikle mimarlar açısından çok önem taşımaktadır. Mimarlar, farklı bina cephe tasarımlarıyla binalarının kent içinde fark edilebilir olmasını sağlamayı amaçlarlar.

Bu bağlamda farklı renk, desen, doku ve eğrilik (tek, çift ve serbest) imkanları tanıyan cam elyaf takviyeli beton cephe kaplamaları, bu talepleri büyük ölçüde karşılayabilmektedir. Pek çok ünlü mimar ya da tasarımcının tercih ettiği paneller kullanım ömrü, darbe dayanımı, üretim kalitesi ve üretim hızıyla da ön plana çıkmaktadır.

Bu çalışmada cam elyaf takviyeli betonların kullanım alanları, sağladığı biçimsel imkanlar, avantaj ve dezavantajları incelenecektir.

### ANAHTAR KELİMELER

Cam elyaf takviyeli beton, GFRC panellerle dış cephe tasarımı

### ABSTRACT

The facades of the buildings that make up our cities protect the buildings from physical interactions like air and water, while at the same time they add prestige to the building an aesthetic sense.

Although the interior designs of the buildings are known only by the users, facades are perceived by everyone who uses the city of the city. Architects aim to ensure that their buildings are recognizable in the city, with different building facade designs.

In this context, glass fiber reinforced concrete facade coatings, which allow for different colours, patterns, textures and curvatures (single, double and free) possibilities, can meet these demands. Panels preferred by many renowned architects or designers also come to the forefront with their lifetime, impact resistance, production quality and production speed.

In this study, the usage areas, advantages, the formal possibilities, advantages and disadvantages of glass fiber reinforced concrete will be examined.

### KEYWORDS

Glass Fiber Reinforced Concrete panel (GFRC), facade design with GFRC panels

<sup>1</sup> Dr. Nuray Benli Yıldız, Düzce Üniversitesi, Kaynaşlı Meslek Yüksek Okulu, 0 380 5442811/7806  
nuraybenli@duzce.edu.tr

<sup>2</sup> Doç. Dr. Hakan Arslan, Düzce Üniversitesi, Sanat Tasarım ve Mimarlık Fakültesi, 0 380 5421297  
hakanarslan@duzce.edu.tr

## BETON ESASLI PREKAST PANELLER

Prekast ön imalat, prekast beton ise ön imalatlı beton anlamına gelmektedir. Prekast beton, beton bileşenlerinin fabrikada kalıba dökülerek şekil verilmesi ve üretilen ürünlerin şantiyede yapıya monte edilmesiyle elde edilen yapı ürünleridir [1]. Beton veya betonarme katmandan oluşan ve inşaat alanına hazır olarak getirilen cephe elemanları ise “Beton esaslı prekast cephe panelleri” olarak isimlendirilmektedir. Bu cephe elemanlarına çoğunlukla yalıtım tabakası eklenerek, ısı yalıtımlı cephe panelleri oluşturulmaktadır. Bu beton paneller, binaların dış çeperinde kabuk olarak binayı dışarıdan gelen etkilerden korurlar ve ön üretim sonrası yerine montaj edilmesi nedeniyle hem zamandan hem de işçilikten kazanım sağlarlar. Beton esaslı prekast cephe panelleri aynı zamanda “mimari prekast beton (architectural precast)” olarak da adlandırılmaktadır. Bu panellerin ilk kullanımı 1920'lere kadar dayanırken, daha yaygın kullanımlarına 1950'li yıllarda başlanmıştır. Son yıllarda, gelişen yalıtım ve ankraj yöntemleriyle birlikte ürün çeşitliliği artmıştır. Bu da tasarım sürecinde yer alan teknik elemanlara (mimar, iç mimar vb.) tasarımda esneklik sağlamaktadır [2]. Beton esaslı prekast paneller ile pek çok farklı tasarım ve uygulama yapılabilmektedir. Zaha Hadid'in tasarımı olan Bakü'deki Haydar Aliyev Kültür Merkezi (Şekil 1.1) beton panellerin özgün kullanımına en iyi örnekler arasındadır.

Prekast beton paneller hem seri üretim hem de özel üretimler için kullanılabilirler. Prekast panellerin boyutları pencere etrafında dönen sövelerden, taşıyıcı kolon aksları arasında bütüncül elemanlara kadar değişebilmektedir. Panellerin boyutları mevcut nakliye ve montaj yöntemleri ile sınırlıdır. Prekast kaplamalar genellikle taşıyıcılara monte edilen duvar panelleri olarak kullanılırlar [3] [4].



Şekil 1.1. Haydar Aliyev Kültür Merkezi, Bakü [5]

Prekast cephe panellerinin avantajları [1],

- Binanın strüktürel elemanlarının inşası sürecinde cephe panellerinin fabrikada üretiminin yapılabilmesi, inşaata hız kazandırmaktadır. Hazır beton bileşenler hava koşullarından etkilenmeden yıl boyu dökülüp yerine takılabilirler.
- Doku, renk ve kaplama özellikleriyle farklı görsellikler sağlayabilmektedirler. Beton panellerle granit, kireç taşı, tuğla ve diğer duvar örgü sistemlerine benzeyen daha ekonomik paneller oluşturulabilmektedir.
- Büyük açıklık geçebilme özellikleri sayesinde özgür iç ve dış mekânlar yaratarak, tasarım esnekliği sağlayabilmektedirler.

- Yıllar içindeki yüzey aşınma oranları düşük olduğu için kullanım ömürleri 50-60 yıl olarak kabul edilmektedir.
- İçinde cam elyaf bulunduğu için çarpmaya karşı dayanımları yüksektir.
- Malzemenin yüksek termal kütleye sahip olması sebebiyle enerji verimliliği sağlarlar. Isı yalıtımlı panellerde enerji verimliliği daha da artırılabilir.
- Sürdürülebilir bina sertifikalarında (LEED, BREAM vs.) başvurularında sürdürülebilir malzeme bölümü kriterlerini sağlayarak, puan alınmasını sağlamaktadırlar.
- Fabrikada üretim, ortam koşullarının sabitlenebilmesi ve kalite kontrolünün standart şekilde yapılabilmesi nedeniyle yüksek kalitede üretilmektedirler.

Beton esaslı prekast cephe elemanları pek çok farklı kritere göre sınıflandırılmakla birlikte, bu çalışma kapsamında ağırlıklarına göre sınıflandırılmışlardır [6].

### **BETON ESASLI AĞIR PREKAST CEPHE PANELLERİ**

Beton esaslı ağır prekast cephe panelleri, içerisinde beton harcı ve çelik donatının fabrikada birleştirildiği, prizini aldıktan sonra ise inşaat alanına taşındığı paneller olarak tanımlanmaktadır. Birden çok katmanlı olabilen bu panellerin, m<sup>2</sup> ağırlıkları 150 kg/m<sup>2</sup>'den büyük olmaktadır. Bu bildiri kapsamında incelenen cam elyaf takviyeli paneller ise hafif prekast paneller sınıfına girmektedir [6].

### **BETON ESASLI HAFİF PREKAST CEPHE PANELLERİ**

Beton esaslı hafif prekast cephe panelleri, donatı çeliği yerine farklı liflerle (cam elyaf, karbon ve polimer lifler) takviye edilen betonlara verilen isimdir. Çelikten farklı liflerin korozyona uğramamaları, hafif olmaları, yüksek dayanımları ve düşük ısı iletkenlikleri sebebiyle son yıllarda oldukça ilgi uyandıran malzemelerdir. Betonun içindeki donatı çeliğinin zamanla, ısı farklılıklarıyla ve özellikle tuzlu suyla teması halinde korozyona uğruyor olması, lif takviyeli betonların geliştirilme çalışmalarının başlıca sebeplerindedir. Bu kompozit malzemeler, beton matrisi içerisine gömülmüş, yüksek dayanımlı liflerden oluşmaktadırlar [7].

Hafif prekast cephe panelleri, binaya daha az yük getirmesi sebebiyle taşıyıcıların daha küçük kesitli olmasına ve dolayısıyla daha düşük maliyetlerle yapılabilmesine olanak sağlar. Ayrıca panellerin binaya montajı esnasında panelleri yerine kaldırmak için ağır panellere nispeten küçük vinçlerin kullanılmasına imkan vermektedir [8].

### **CAM ELYAF TAKVİYELİ BETON (GFRC)**

Cam elyaf takviyeli beton, uluslararası literatürde bilinen adıyla GFRC (Glass Fiber Reinforced Concrete) özel üretim bir yapı malzemesidir. GFRC üretimi ince agrega, yüksek oranda çimento karışımı, özel granülometrideki harmanın alkaliye dayanıklı cam elyafı ve polimer katkılı betondan oluşmaktadır. GFRC üretiminde el spreyiyle kalıba püskürtme ve önden karıştırılarak kalıba dökülmesi olarak, iki temel yöntem bulunmaktadır [9]. Standart üretimde betonun içine beyaz çimento, silis kumu, alkaliye dayanıklı cam fiber, su ve plastik polimer konulurken farklı üretimlerde renkli pigmentler, mermer tozu, ayna sırrı parçaları veya reflektif boyalı özel agregalar gibi katkılar da eklenebilmektedir [10].

GFRC dayanıklılık ve mukavemet açısından uzun ömürlü bir malzemedir. Cephede kullanılması durumunda yüksek kompozite ve düşük poroziteli olduğundan su geçirmez. Çelik donatı yerine cam

elyafı kullanıldığından kesitler incelmekte, binaya binen yük oldukça azalmaktadır. Malzemenin hafifliği aynı zamanda montaj kolaylığını da beraberinde getirmektedir. GFRC panellerin ağırlıkları, ağır prekast sistemlerinin ağırlığının 1/5'i, granit cephe kaplama ağırlığının ise 1/2'sine tekabül etmektedir. Ayrıca paneller, binayı dışarıdan sardığı için yapılan ısı yalıtım malzemesi kesintisiz olarak uygulanabilmektedir [10].

GFRC yapılmasının önemli sebeplerden biri de, Avrupa standartlarında ısı yalıtımlı cephe paneli ve muadili panel sistemleri (55-65 kg/m<sup>2</sup>) ve cephe kaplamalarına göre %50 oranında binaya daha az yük getirmesidir. Isı izolasyonunda kullanılan taş yünü, cam yünü ile yangın yönetmeliğinin zorunlu tuttuğu A1 yanmazlık sınıfına uygun olduğundan tek bir sistem ile cephe için gerekli kriterleri sağlamak mümkün olmaktadır. Uygulanan taş yünü üzerinde bulunan alüminyum folyo ile de TS 825'e göre incelendiğinde yoğunlaşmayı tamamen engellemektedir. Bu sebeplerden ötürü GFRC paneller, inşaat işleri yüklenicilerinin zamandan ve maliyetten tasarruf etmelerini sağlamaktadır.

GFRC paneller, dış hava koşullarına dayanıklıdır. Bu paneller düz yüzeyli, tek eğrisellikli, çift eğrisellikli ve serbest formlu olarak imal edilebilmektedirler. Formun sadece kalıbın üretimine bağlı olması, tasarımcılara özgün tasarımlar yapabileme olanağı vermektedir.

### **GFRC Panellerin Üretim Aşamaları**

Cam elyafının çekme mukavemeti, elastik değeri ve ısı direnci yüksektir. Bunların yanısıra şeffaf, kimyasal olarak dirençli ve inert (tepkimeye girmeyen) yapıda olması gibi farklı avantajları da bulunmaktadır [11]. GFRC panellerin içerisinde metal olmadığı için korozyona karşı daha dayanıklıdır. Ağır prekast sistemlere oranla daha hafif olması bina taşıyıcılarında ve temellerinde avantaj sağlamaktadır.

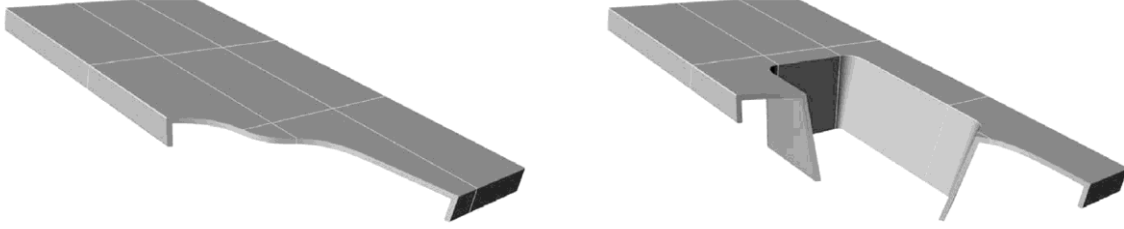
GFRC panellerin yapımında iki tip kalıplama sistemi kullanılabilir. Bunlar, açık-kapalı kalıp içerisine premix (önceden karıştırılarak vibrasyonlu yerleştirme) yöntemi ile dökülmesi ve açık kalıp sistemi içine el spreyi ile püskürtülmesidir. Her iki yöntemde malzemeler kalibre bir tartıyla tartılarak karıştırılır. Birinci yöntemde aralarında hava kalmasını engellemek için vibrasyonlu şekilde kalıba yerleştirilir. İkinci "direkt sprej" yönteminde çimentolu harçla ince ince doğranmış cam elyaf eşzamanlı olarak el spreyi ile kalıba püskürtülür. Uluslararası Cam Elyaf Takviyeli Beton Birliği (GRCA)'nın standartlarına uygun olarak kalibre edilmelidir. Bu testler ekipman kontrolleri herhangi bir değişiklik sonrasında ve test sonuçlarının dışında herhangi yetersiz yıkamadan sonra, her vardiya başında her pompa için yapılmalıdır. Kullanılan ekipman, cam elyaf ve çimento karışımının sürekli okumalarını verebiliyorsa bu testlerin yapılması gerekli değildir [12].

Premix yöntemi ve el spreji yöntemi sürdürülebilirlik açısından karşılaştırıldığında: El spreji yöntemi daha düşük su/çimento oranı gerektirmektedir. Malzemenin üzerine gerekli miktar püskürtüldüğü için daha az atık üretmektedir. Ayrıca kalıbın temizlenmesi daha kolay olduğu için su kullanımını azaltmaktadır. Bunların dışında dayanım, maliyet ve yüzey dokusu çeşitliliği açısından da el spreji daha avantajlıdır [13]. Fakat çekme ve burkulma mukavemeti açısından da premix yöntemi 18 MPa basınca dayanırken, el spreji 10 MPa'ya kadar dayanabilmektedir. [13].

Bu bildiri kapsamında incelenen paneller, açık kalıp sistemi içerisine el spreji ile püskürtme yöntemi kullanılarak elde edilen panellerdir. Bu yöntem boyut, doku, renk ve birden fazla eğrilik düzeyi olan biçimlerin çıkartılmasına olanak sağlamaktadır. Ayrıca kalıp malzemesinin

kapasitesine bağlı olarak aynı kalıp pek çok kez kullanılabilir. Bu da kalıp maliyeti, üretim hızı ve hammadde kaynaklarının tüketilmesi konularında avantajlar sağlamaktadır [9].

GFRC panellerin en büyük avantajı form çeşitliliğidir. Panellerde köşe dönüşü yapılabildiği gibi hem köşe dönüşlü hem de yüzey ötelemeli yapılabilmektedir. Bu biçimsel çeşitlilik bina cephesinde yaratılmak istenen narin, temiz birleşim detaylarının gerçekleştirilmesini mümkün kılmaktadır [14]. Bu biçimsel bitimler Şekil 1.2 a ve b’de gösterilmiştir.



Şekil 1.2 a) Köşe dönüşlü düz panel b) Köşe dönüşlü ve yüzey ötelemeli düz panel

Özellikle 1970 ve 1980’lerin sonlarında bilgisayar teknolojilerinin gelişmesiyle, GFRC panellerin formlarının daha kompleks formlarda tasarlanabilmeye başlanacaktır. GFRC panellerin kompleks geometrielerde kullanılabilmesi [14]:

1. Pozitif ve negatif Gaussian eğrilikleri aynı panelde üretilebilir.
2. Panelde köşe dönüşü bulunabilir.
3. Hem panel yüzeyinde hem de köşe dönüşlerinde aynı yüzey kalitesinin sağlanması.
4. Kalıba döküm olan panellere göre daha az boşluk, hava kabarcığı ve leke görülmektedir.

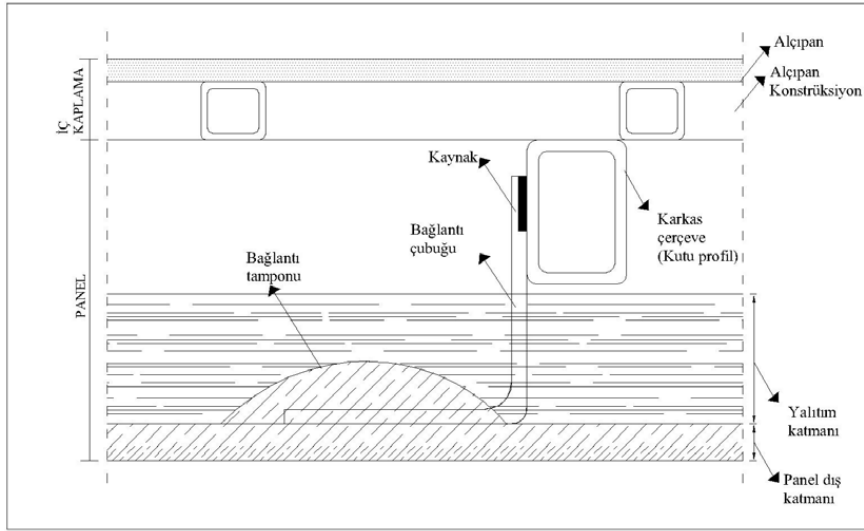
GFRC panellerin karışım oranlarına göre değişmekle birlikte teknik özellikleri aşağıdaki gibidir [4].

Çizelge 1.1 GFRC panellerin teknik özellikleri [15]

Çelik karkaslı panel			
k	Simge	Birim	Değer aralığı
Basınç mukavemeti	$f_c$	N/mm <sup>2</sup>	50-80
Çekme mukavemeti	$f_{ct}$	N/mm <sup>2</sup>	5-10
Orantılılık sınırı	LOP	N/mm <sup>2</sup>	6-18
Kırılma Modülü	MOR	N/mm <sup>2</sup>	15-25
Genleşme sınırı	$\epsilon_u$	0%	0.5-4
Darbe mukavemeti	-	N/mm <sup>2</sup>	10-25
Elastite Modülü	E	kN/mm <sup>2</sup>	10-20
Yoğunluk	?	kg/dm <sup>3</sup>	1.9-2.2
Isıl genleşme kat. s.	$\alpha_T$		(1.0-1.5)x10 <sup>-5</sup>
Isıl iletkenlik	$\lambda$	W/mk	0.8-1.2



Üretilen ürünün tekrar sayısına bağlı olarak, kalıp malzemesi tayin edilir. Kalıplar çelik, ahşap, strafor ve polyester olabilir. Tek sefer kullanılacak olan kalıplar için strafor esaslı kalıplar, 100'e yakın sayıda kullanılacak olan kalıplar için çelik kalıplar tercih edilir. Buna göre kalıplar projelendirilir ve imal edilir. Kullanılacağı coğrafya ve iklim verilerine, malzemenin istenen görünümüne uygun olarak beton karışımın oranları belirlenir. Hazırlanan beton harç ve cam lifler, her yere eşit gelecek şekilde, el spreysi ile kalıba katman katman püskürtülür. Hemen sonrasında rulolar yardımıyla malzeme katmanları sıkıştırılır. Bu sırada ürünün kalınlığı farklı yerlerinden kontrol edilir. Ürün kalıp içerisinde kürenü aldıktan sonra içerisine çelik karkas yerleştirilir. Malzeme bu karkas sistemi kullanılarak binaya monte edilir. Kompozit malzeme olması sebebiyle binanın kullanım ömrü boyunca ortaya çıkabilecek olan genişleme ve büzülme durumlarında beton kısım ile çelik kısım ayrı ayrı hareket edebilecek şekilde detaylandırılırlar. Cephe malzemesinde ortaya çıkabilecek farklı gerilmeleri dengelemek için karkas ile malzemenin birleşim yerlerinde esnek kancalar yerleştirilir [9]. Çelik karkasla GFRC panelin bağlantısı Şekil 1.3'deki plan çiziminde gösterilmiştir.



Şekil 1.3. Çelik çerçeve sistem ile panel dış katmanın bağlantı detayı [6].

Uygulanan cephe sisteminin aralarında kalan derz boşlukları poliüretan fitil, poliüretan mastik ya da şişen bant uygulamaları ile doldurulmaktadır. Bu sayede hava-su akışına engel olduğu gibi cephe elemanları hareketlerine de esneklik sağlamaktadır. Sisteme uygun çelik ankrajlar bulonlar ile binaya monte edilmektedir. Bu sistem, olası bir deprem esnasında ortaya çıkabilecek yüklerin yer değiştirme oranını tolere edilmesini sağlamaktadır.

Proje kalıp planları ve detaylarına uygun olarak kalıplar hazırlanmaktadır. Sistem taşıyıcı karkas detayı ve GFRC elemanların boyutlarına göre uygun kesitler seçilerek flex ankraj elemanlarının kaynağı ile GFRC'ye bağlanır. Üretimi tamamlanmış, bakımı ve kontrolleri yapılmış elemanlar uygun istifleme tekniğiyle şantiyelere sevk edilir. Konusunda uzman montaj ekibi ve binanın boyutuna göre seçilmiş bir vinçle cephe panelleri binaya ankre edilir.

Paneller beyaz renginde üretilebileceği gibi renklendirici katkılarla hemen her renkte, dokuda üretilmektedir. GFRC paneller Şekil 1.4'te görüldüğü üzere brüt beton, kireç taşı; düz ve eğrisellikli beton yüzeyler, ahşap, terra cotta, tuğla, taş ve mermer görünümlü olmak üzere farklı doku ve renklerde üretilmektedir.



Şekil 1. 4. GFRC panellerin yüzey renk ve dokuları

Gelişen teknolojiyle birlikte reflektif boyalı özel agregalarla karanlıkta parlayan, nano teknolojik olarak geliştirilmiş kendi kendini temizleyen ya da ışığı geçiren GFRC paneller üretmek artık mümkündür. Ayrıca beyaz renginde üretilen paneller, diğer cepheler gibi istenen renge de boyanabilmektedir.

GFRC panellerin içinde kullanılan malzemeler benzerlik göstermekle birlikte farklı malzemelerle birlikte kullanılmasıyla üretici firmadan firmaya değişiklik göstermekle birlikte en çok kullanılan paneller çelik karkaslı ve ısı yalıtımlı panellerdir. Çelik karkaslı panellerde ısı yalıtım tabakası panelin içinde olmayıp, yerinde ayrıca duvar cephesine monte edilmektedir. Isı yalıtımlı GFRC panelde, püskürtülen GFRC beton karışımının prizini alınmasını takiben panel içinde oluşturulan derinliğe, projesine göre çelik donatı yerleştirilir ve köpük betonu karılarak, içine dökülür, düzeltilir. Bu şekilde oluşturulan panellerde ısı yalıtım tabakası içinde olduğu için ayrıca başka bir yalıtım işlemi yapılmaz. Şekil 1.5'te sağda Çelik karkaslı, solda Isı yalıtımlı GFRC panel fotoğrafları görülmektedir.



Şekil 1.5 a) Çelik karkaslı GFRC panel b) Isı yalıtımlı GFRC panel[15]

GFRC paneller yukarıda görüldüğü gibi düz olabileceği gibi farklı tek, çift ve serbest eğrisellikli yapılabileceği gibi farklı bezeme ve kabartmalar da yapılabilmektedir. Tarihi binaların onarımı, hasar gören yerlerin yeniden yapılmasında yada farklı bir mimarlık akımındaki bazı mimari elemanlar üretilebilmektedir. Kalıp işçiliğine bağlı olarak içerisinde boşluk oluşturmak, bu panelleri de güneş kırıcı olarak kullanmak mümkündür. Bu panellere örnekler Şekil 1.6'te verilmiştir.



Şekil 1.6 Farklı şekil, form, bezeme ve boşluklu GFRP panellere örnekler.

Mimari ve statik proje çizimlerinde çizimlerde panel yerleşimleri, gerekli kesitler, panel ölçüleri, panel şekli birleşim yerlerine ait detaylar iyi tanımlanmalıdır. Birden fazla türde GFRP panel birarada kullanılıyorsa çizimlerde her tipin kapsamı ve yeri belirtilmelidir. Eğer strüktürel prekast cephe ve GFRP cephe paneli bir arada kullanılıyorsa birleşim detay ve kalınlıklarına özen gösterilmelidir. Teknik şartnameler ve montaj çizimlerinin birbiriyle uyumlu olması sağlanmalıdır [16].

#### GFRP PANELLERİN KULLANIM ALANLARI

Şehirlere simgesel özellik katan binalarda özellikle GFRP paneller tercih edilmektedir. Bu binalara örneklere yurt içi ve dışından örnekler; Gürcistan Parlememto Binası, Bakü'deki Ünlü Mimar Zaha Hadid Tasarımı olan Haydar Aliyev Kültür Merkezi ilk akla gelen örneklerdendir. Bu binanın cephesindeki eğim çok fazla olduğu için GFRP panellerin yanısıra cam elyaf takviyeli plastik (GFRP) birlikte kullanılmıştır. Paris'te açılan Foundation Louis Vuitton Müzesi, Birleşik Krallıkların Riyadh şehrinde 2017 yılında tamamlanan Kral Abdullah Petrol Araştırma ve Geliştirme Merkezi ve yaklaşık 100.000 m<sup>2</sup> GFRP panel alanı kaplayan Katar Ulusal Müzesi GFRP panellerle yapılmış, simge binalara örneklerdir [17].

California eyaletinin Los Angeles kentinde yapılan Borde Müzesinin mimarları Diller Scofidio ve Renfro, bütün binayı saran kabuğu GFRP panellerden oluşturmuşlardır. Delikli ve üçüncü boyutta hareketli bir cepheye sahip binada cephe panelleri aynı zamanda ışığı daha kontrollü almayı da sağlamaktadır. (Şekil 1.7). Türkiye'deki uygulamalara Cumhurbaşkanlığı Külliyesi, Yavuz Sultan Köprüsü, Marmara Üniversitesi İlahiyat Fakültesi Camisi, Düzce Üniversitesi Teknopark Binası ve pek çok otel yapısı örnek olarak verilebilir [5].



Şekil 1.7 Broad Müzesi, Los Angeles, Kaliforniya, ABD [16].

#### SONUÇLAR

TT01-000, [paper code], Cam elyaf takviyeli beton cephe panellerinde dış cephelerde kullanımı; Benli Yıldız, Arslan



Cam elyaf takviyeli beton paneller binalara dökme betonun veremediği bir estetik katmaktadır. Bu estetik görünümünün oluşması için mimarların kullanacakları malzemeyi tanıması, malzemenin sınırlarını ve kapasitesinin farkında olması gerekmektedir.

Panellerin farklı geometrilere üretilmesi için gelişen teknolojiden faydalanılmalıdır. Pek çok örnekte görülen paneller klasik yöntemlerle değil, bilgisayar ortamında tasarlanmıştır. Parametrik tasarım olarak isimlendirilen bu yöntemle panellerin üretimi söz konusu olmuştur.

Türkiye’de yapılan binaların %90’ının betonarme olduğu düşünülürse, kaplamaların da betonarme ömrüne yakın olması gereksiz söküm ve yeniden yapıma mahal vermeyecektir. GFRC panellerin kullanım ömrünün 60 yıl olduğu göz önüne alındığı takdirde binalardaki sürdürülebilir malzeme kullanımına da katkı sağlayacaktır.

Panellerin beton kabuğunda metal olmamasından kaynaklı olarak korozyon etkilerine karşı çoğu yapı malzemesinden daha dayanıklı bir malzemedir.

Mimarlar genelde farklı olanı, çevrede olmayanı yapmayı arzu ederler. Bu arzuya uygun simgesel binalar tasarlamak için tasarımcıya form, renk ve doku açısından büyük bir özgürlük tanıyan GFRC paneller özellikle dış cephelerde değerlendirilmelidir.

## KAYNAKLAR

- [1] P. C. Institute, “Designing with Precast and Prestressed Concrete,” Chicago, Amerika, 2010.
- [2] C. M. and H. Corporation, *Architectural Precast Concrete Walls; Best Practice Guide*. Canada: Canada Mortgage and Housing Corporation, 2002.
- [3] “Life-Cycle Assessment of Cladding Products,” Knoxville, USA, 2009.
- [4] N. Benli Yıldız, “Cam elyaf takviyeli beton (GFRC) cephe panelleri için yaşam döngü değerlendirmesi (YDD) yöntemiyle bir sürdürülebilirlik çerçevesi geliştirilmesi,” Düzce Üniversitesi, 2018.
- [5] “Fibrobeton.” [Online]. Available: <http://www.fibrobeton.com.tr/proje-detay/gori-adalet-sarayi/200/>. [Accessed: 15-Apr-2017].
- [6] G. Altınay, “Beton esaslı prekast cephe panellerinin üretimi, uygulaması, yapısal performansının değerlendirilmesi ve bir alan araştırması ile incelenmesi,” Yüksek lisans tezi, İstanbul Teknik Üniversitesi, 2011.
- [7] G. Yavuz, “Lif Takviyeli Polimerlerin Betonarme Kirişlerde Donatı Olarak Kullanımı,” *e-Journal New World Sci. Acad.*, vol. 6, no. 4, 2011.
- [8] B. Brownell, *Trans Material 2*, First edit. New York, USA: Princeton architectural press, 2008.
- [9] B. Kohen, “Yapı Kabuğu Olarak GRC,” *Mimar. Malzeme*, no. 24, pp. 29–32, 2013.
- [10] PCI, “GFRC Architectural Cladding,” Northampton, İngiltere, 2016.
- [11] F. T. Wallenberger, J. C. Watson, and L. Hong, “Glass Fibers,” *ASM Handb.*, vol. 21, no. Ref 19, pp. 27–34, 2001.
- [12] G. International, “GRC Specification for the Manufacture , Curing & Testing GRC of Glassfibre Reinforced GRC Concrete ( GRC ) products GRC,” 2016.
- [13] I. D. Peter, “Sprayed premix - The new GRC,” *Concrete*, no. February, pp. 13–14, 2008.
- [14] T. N. Henriksen, “Advancing the manufacture of complex geometry GFRC for today’s building envelopes.,” *A+BE / Archit. Built Environ.*, vol. 5, pp. 25–30, 2017.
- [15] “Fibrobeton.” erişim: [fibrobeton.com.tr/urun-detay/fibrofombeton/3/](http://fibrobeton.com.tr/urun-detay/fibrofombeton/3/). [Accessed: 31-Oct-2017].
- [16] T. O. Glass and R. Concrete, “Specifiers Guide To Glass Reinforced Concrete,” no. March 2012.
- [17] T. Henriksen, S. Lo ve U. Knaack, “An innovative approach to manufacture thin-walled glass fibre reinforced concrete for tomorrow’s architectural buildings envelopes with complex geometries,” *J. Build. Eng.*, vol. 4, pp. 189–199, 2015.