



ISSN:1306-3111

e-Journal of New World Sciences Academy  
2011, Volume: 6, Number: 4, Article Number: 1A0211

**ENGINEERING SCIENCES**

Received: May 2011  
Accepted: October 2011  
Series : 1A  
ISSN : 1308-7231  
© 2010 [www.newwsa.com](http://www.newwsa.com)

**Ferhat Aydın**  
**Mehmet Sarıbiyık**  
Sakarya University  
ferhata@sakarya.edu.tr  
mehmets@sakarya.edu.tr  
Sakarya-Turkey

**GFRP KUTU PROFİLLER İLE BETONUN HİBRİT KULLANIMININ BETON KÜRÜNE  
ETKİLERİNİN İNCELENMESİ**

**ÖZET**

Bu çalışmada; yüksek basınç dayanımı ile öne çıkan betonun, yüksek çekme dayanımına sahip Cam Fiber Takviyeli Plastik (GFRP) kutu profiller ile hibrit kullanımının beton kür özelliklerine etkileri deneysel çalışmalarla incelenmiştir. Yapılan çalışmalarda üretilen taze haldeki betonların bir kısmı plywood kalıplara, bir kısmı ise GFRP kutu profil içersine doldurulmuştur. Kalıplardan çıkarılan beton numunelerinin bir kısmı 28 gün kür havuzunda bekletilmiş, kalan kısmı ise içersine beton doldurulmuş GFRP kutu profiller ile birlikte doğal ortamda muhafaza edilmiştir. Beton numuneleri 28 gün sonra basınç testine tabi tutulmuş ve elde edilen sonuçlar grafiksel olarak kıyaslanmıştır. Deney sonuçlarında hibrit olarak kullanılan betona kür yapılmamasına rağmen kür yapılan beton numunelere kıyasla çok az dayanım kaybına uğradığı tespit edilmiştir.

**Anahtar Kelimeler:** Hibrit Malzeme, Kompozit, Beton Kürü,  
Basınç Dayanımı

**INVESTIGATION OF CURE EFFECT IN HYBRID USE OF GFRP BOX PROFILES WITH  
CONCRETE**

**ABSTRACT**

In this study, concrete, which has high compressive strength, with Glass Fiber Reinforced Plastic (GFRP) box profiles that have high tensile strength, have been used as a hybrid materials and experimental study have been carried out to investigate the curing effects. In the experimental study, part of the fresh concrete is filled into the plywood mould and the other part of the concrete is filled into the GFRP box profiles. Part of the samples, which formed in wooden mould, are put into the curing water for 28 days and remaining of them and concrete filled into the GFRP box profiles waited in the natural condition. The compressive tests have been applied to the concrete samples and results are compared graphically. The experimental outcomes demonstrate that although the hybrid use of concrete was not kept in the curing condition the concrete samples were very little lost the strength.

**Keywords:** Hyrbid Material, Composite, Concrete Cure,  
Compressive Strength

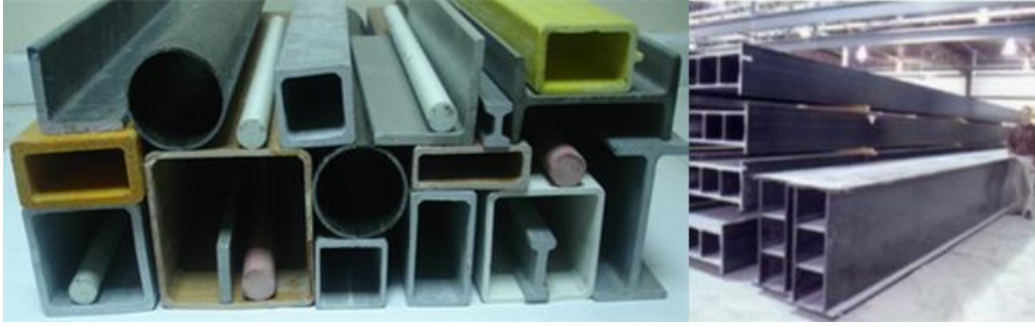
## 1. GİRİŞ (INTRODUCTION)

İnsanlar, varoluşundan bu yana yaşam kalitesini artırmak amacıyla sürekli gelişim ve değişim içerisinde olmuş ve ihtiyaçlarını karşılamak için yeni arayışlara yönelmişlerdir. Bu amaçla ilk çağlardan beri doğada bulunan malzeme türleri üzerinde çeşitli tasarımlar yaparak daha efektif kullanımlar elde etmişlerdir. Günümüzde tüm teknik alanlarda olduğu gibi malzeme teknolojileri alanında da insanların ihtiyaç ve istekleri, malzemelerde yaşanan problemlere paralel olarak her geçen gün artmaktadır. Bu tür problemleri azaltmak ve talepleri karşılamak amacıyla araştırmacılar yeni malzeme türleri ve uygulamaları üzerinde çalışmakta, yeni tasarımlar ortaya koymaktadırlar. Son dönemlerde araştırmacıların büyük bir kısmı, çalışmalarını birçok uygulama örneğinin olduğu gibi kompozit malzemeler ve türleri üzerinde yoğunlaştırmışlardır.

Kompozit malzeme, iki veya daha fazla malzemenin üstün özelliklerini tek bir malzemede toplamak ya da yeni bir özellik ortaya çıkarmak amacıyla, makro düzeyde birleştirilmeleri ile oluşturulan malzemeler olarak adlandırılır. Yapıyı oluşturan bileşenler, kimyasal olarak farklıdır ve fazları birbirinden ayıran belirgin bir ara yüzey bulunmaktadır [1]. Ortaya çıkan kompozit malzemelerin zayıf özellikleri ise farklı malzemelerin birlikte kullanımıyla yani hibrit kullanımlar oluşturularak giderilme yoluna gidilmektedir. Günümüzde hem kompozit olarak hem de geleneksel yapı malzemeleri ile yeni nesil kompozitlerin beraber değerlendirildiği en bilinen örneklerde Fiber Takviyeli Plastik Kompozitler (FRP) ön plana çıkmaktadır.

Yapı sektöründe FRP kompozitler genelde giydirme cephe sistemleri, tamir ve güçlendirme işlerinde kullanılmaktadır. Yapı sektörü FRP kompozit pazarının %30'u civarındaki kısmını oluşturmakta, ikinci olarak ise otomotiv sektörü gelmektedir. Ayrıca henüz bu malzemeler diğer malzemelerin yerine kullanılabilecek birçok durumda değerlendirilmemektedir. Mevcut uygulamaların büyük kısmında FRP kompozitlerin iyi bir çözüm olabileceğini düşünmek gerekmektedir [2].

Günümüzde kompozit malzemelerin kullanımı, yapı sektörünün de aralarında bulunduğu birçok teknik alanda hızla artmakta ve her geçen gün gelişim göstermektedir. Bu gelişim süreci içerisinde İnşaat endüstrisi mühendislik problemlerinde yapım teknolojileri ve tasarımlarını geliştirmek ve ekonomik çözümler elde etmek için sürekli yeni yollar bulmak için uğraşmaktadır [3]. Önceleri yapı sektöründe taşıyıcı olarak düşünülmeyen ikincil yapı elamanlarında tercih edilen yeni nesil kompozitler, günümüzde taşıyıcı, esas yapı elemanı olarak da kullanılmaktadır. Özellikle FRP kompozitlerin seri üretiminin artmasıyla birlikte yapılarda farklı amaçlarda daha etkin kullanılmaya başlanılmış, hafif ve metalik olamayan FRP malzemelerin beton yapılarda güçlendirme, tamir ve iyileştirmede kullanılması artmıştır [4]. Farklı üretim teknikleriyle birçok kesit tipinde üretilebilen FRP kompozitlerin en çok kullanılan türü Şekil 1'de görülen Cam Fiber Takviyeli Plastik (GFRP) Kompozit profillerdir.



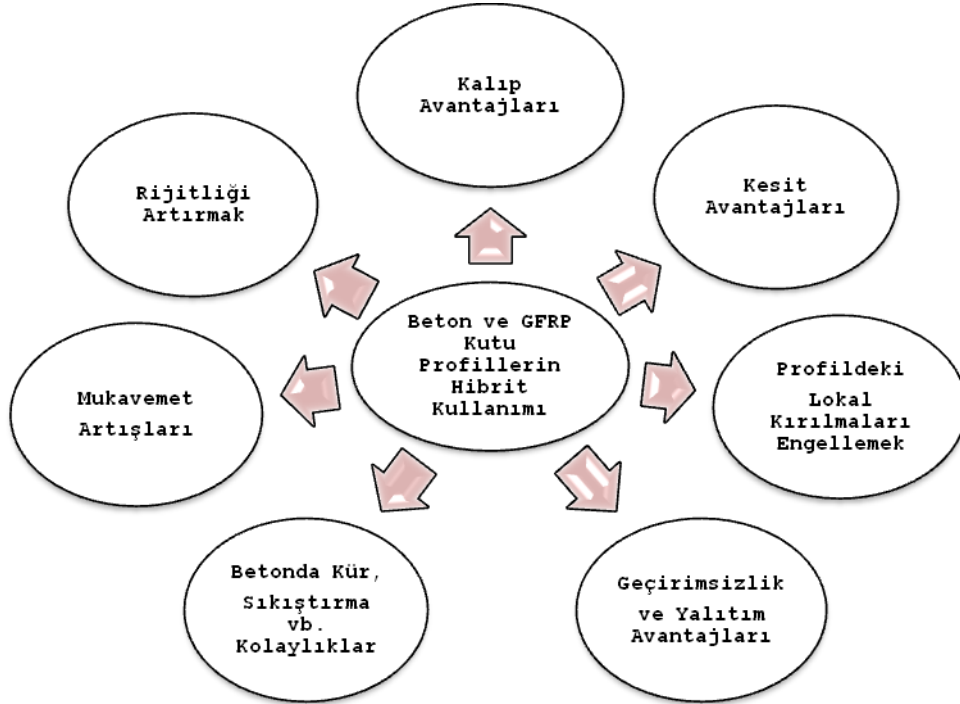
Şekil 1. Farklı kesitte üretilmiş GFRP Profiller  
(Figure 1. Different cross-section made of GFRP profiles)

Son yıllarda yapılan araştırma ve geliştirme çalışmaları, özellikle beton gibi geleneksel yapı malzemeleri ile FRP kompozit malzemelerin birlikte kullanıldığı hibrit sistemler üzerine odaklanmıştır [3]. Son dönemlerde içersine beton doldurulmuş ya da içersi boş şekilde FRP borulardan oluşturulmuş hibrit FRP kolonlar üzerinde çok sayıda araştırma yapılmıştır [5, 6, 7 ve 8]. Bilimsel tartışmalara dayanarak açıkça görülmektedir ki yakın gelecekte yeni yapılarda FRP kompozitlerin kullanımı temel olarak hibrit yapı kullanımı üzerine odaklanacaktır [9]. Birçok araştırma sonuçlarının gösterdiği gibi FRP kompozitler ile birlikte özellikle beton tarzında geleneksel malzemelerin kullanımı tamamen FRP'den üretilmiş yapılardaki bazı sakınca ve dezavantajların üstesinden gelme konusunda anahtar çözüm yollarından birisi olduğunu göstermiştir [10].

## 2. ÇALIŞMANIN ÖNEMİ (RESEARCH SIGNIFICANCE)

Yapı malzemelerdeki bu gelişim sürecinde FRP kompozitler üzerinde artan yoğun ilgiye paralel olarak yapılan bu çalışmanın amacı; Günümüzün popüler malzemelerinden birisi olan FRP kompozitler arasında yoğunlukla tercih edilen GFRP yada diğer ismiyle CTP (Cam Takviyeli Plastik) kutu profiller ile uzun bir geçmişe sahip en temel yapı malzemesi olan betonun hibrit olarak birlikte kullanımının getireceği avantajları araştırmaktır. Birçok pozitif özelliğe sahip GFRP profillerin, bu özelliklerini yine fazlaca avantaja sahip en çok tercih edilen yapı malzemesi olan beton ile birleştirerek, her iki bileşen malzemenin pozitif özelliklerinden faydalanarak üretilen yeni hibrit malzemenin ortaya çıkaracağı yeni sinerji ile bazı fiziksel ve mekanik davranışlarda gelişmeler meydana geleceği düşünülmektedir.

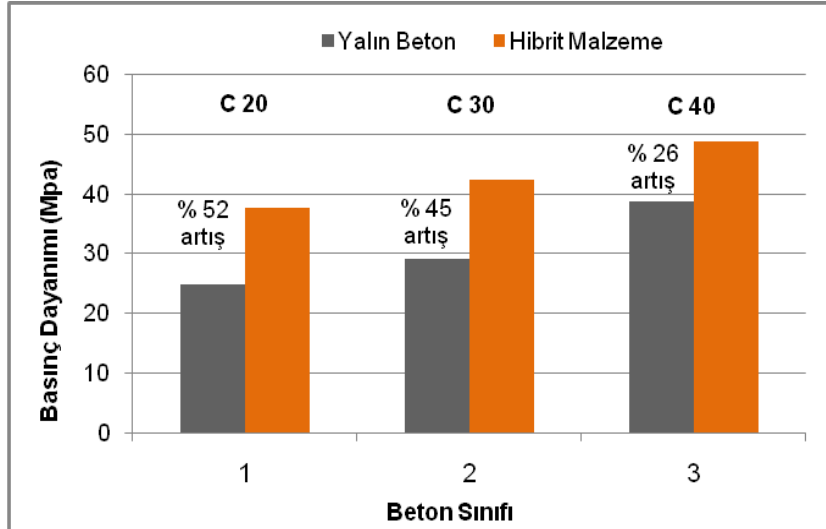
Bu çalışma kapsamında Beton ile GFRP'nin oluşturduğu hibrit yapı malzemesinde her iki malzemenin üstün özelliklerinden faydalanılarak birbirine katkı yapması hedeflenmiş ve Şekil 2.'de gösterilen muhtemel avantajların elde edileceği düşünülmüştür:



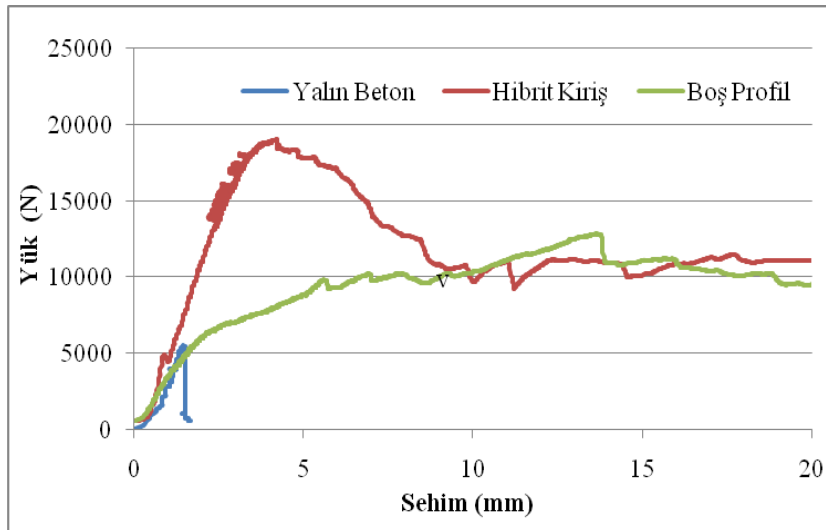
Şekil 2. Hibrit malzemenin avantajları  
(Figure 2. Advantage of hybrid materials)

Şekil 2’de belirtilen muhtemel avantajlardan birisi olan Betonda Kür, Sıkıştırma vb. Kolaylıklar maddesi incelenmiştir. Yapı malzemelerine dıştan gelen su ve nemi içersine almayan GFRP kutu profil, aynı zamanda içersine yerleştirilen plastik kıvamdaki betonun suyunu ve nemini kaybetmesine izin vermemek, betonun kuru için hayati önem taşıyan işlemi çok avantajlı konuma getirecektir. Standartlarda [11 ve 12] 28 gün %100 bağıl nemde kür yapılması istenilen betonun bu işlemle mevcut suyunu kaybetmeyerek hidrasyon süreci sorunsuz sağlanmış olacaktır.

Yapılan deneysel araştırmalarda [13, 14 ve 15] beton ve GFRP kutu profiller ile oluşturulan hibrit yapı malzemesinin kendisini oluşturan bileşenlerinin özelliklerinden çok yüksek performans gösterdiği tespit edilmiştir. Çekme gerilmelerini GFRP profil basınç gerilmelerini ise betonun karşılayacağı düşünülerek tasarlanmış hibrit malzeme, özellikle basınç ve eğilme davranışında büyük gelişmeler gözlenmiştir. Şekil 3’te hibrit malzemenin basınç ve eğilme deneylerindeki davranışları verilmiştir.



Şekil 3. Hibrit ve yalın beton basınç dayanımları [13]  
(Figure 3. Hybrid and plain concrete compressive strength[13])



Şekil 4. Hibrit, GFRP ve yalın betonun eğilme grafikleri[15]  
(Figure 4. Flexure graphics of hybrid, GFRP and plain concrete [15])

Yapılmış çalışmalarda hibrit malzeme hem basınç hem de eğilme davranışında kendini oluşturan bileşen malzemelere kıyasla büyük dayanım artışları göstermiştir. Basınç dayanımında Üç dayanım sınıfında yalın betona göre hibrit malzeme C20'de iki katına yakın, C30'da %45 ve C40 beton sınıfında ise %26 dayanım artışı göstermiştir [13]. Eğilme davranışında ise yalın beton ve içersi boş profile göre hibrit kiriş büyük gelişimler gösterdiği Şekil 4'teki grafikte görülmektedir [15].

### 3. DENEYSEL YÖNTEM (EXPERIMENTAL METHOD)

Hibrit malzemenin mekanik olarak getirdiği avantajların yanı sıra malzeme tasarımından kaynaklanan avantajlardan birisi olarak tahmin edilen betonda kür avantajı deneysel olarak araştırılmıştır. Bu amaçla üretilen beton numuneler ile profil içersindeki betonlara hiç kür uygulanmayarak 28 gün sonra aynı özellikteki kürlü beton numunelerle birlikte basınç deneyleri yapılarak, grafiksel olarak karşılaştırılmıştır. Dolayısıyla kalıplardan çıkarılan kürsüz beton numuneler ile kalıptan çıkarılan kür edilmiş numuneler, GFRP profil

içersinden çıkarılan (Şekil 5) kür edilmemiş beton numuneler ile karşılaştırılmıştır.



Şekil 5. Profil içersinden çıkarılan kür edilmemiş beton numunesi  
(Figure 5. Extracted concrete specimen from profile)

Ayrıca her kür durumu için 3 farklı beton dayanım sınıfında (C20 - C35 - C50), 5'er adet 6,6 cm'lik küp numune üretilmiştir (Şekil 6). Basınç numuneleri için hazırlanan beton karışım oranları TSE 802'ye [16] göre yapılmış ve Tablo 1'de görülmektedir.



Şekil 6. Basınç deneyi numune grupları  
(Figure 6. Compressive test sample groups)

Tablo 1. Beton sınıfları karışım oranları  
(Table 1. Mixing ratios of concrete classes)

	Kum (kg)	I nolu mıcır(kg)	Çimento (kg)	Su (kg)
C 20	1061	941	330	170
C 35	1067	947	350	160
C 50	1070	949	375	150

Gerekli kür işlemleri yapılan beton numuneler 300 ton kapasiteli, beton basınç presinde basınç testine tabi tutulmuştur. Yapılan deneyler neticesinde elde edilen kırılma yükü, basınç dayanım ve ortalama değerleri Tablo 2'de verilmiştir.

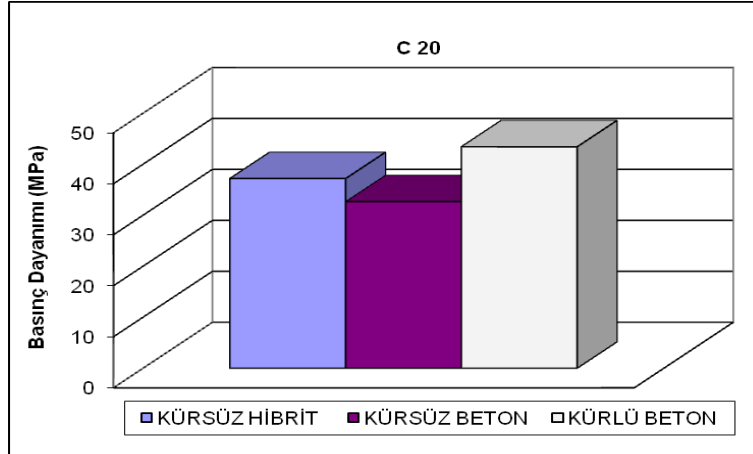
Tablo 2. Basınç deneyleri sonuçları  
(Table 2. Compressive test results)

		YÜK (N)			BASINÇ DAYANIMI (MPa)		
C2	Hibrit	Kürsüz	Kürlü	Hibrit	Kürsüz	Kürlü	
0	Kürsüz	Beton	Beton	Kürsüz	Beton	Beton	
1	204300	143900	186800	45.5	32.1	41.6	
2	141400	160900	195100	31.5	35.8	43.5	
3	143300	149700	187100	31.9	33.3	41.7	
4	161700	137900	201500	36.0	30.7	44.9	
5	183800	140200	203700	40.9	31.2	45.4	
			Ortalama	37.2	32.6	43.4	
C3	Hibrit	Kürsüz	Kürlü	Hibrit	Kürsüz	Kürlü	
5	Kürsüz	Beton	Beton	Kürsüz	Beton	Beton	
1	185200	165400	199900	41.3	36.8	44.5	
2	195600	154700	191400	43.6	34.5	42.6	
3	223100	142900	227400	49.7	31.8	50.7	
4	211300	157400	224700	47.1	35.1	50.1	
5	170500	156700	228600	38.0	34.9	50.9	
			Ortalama	43.9	34.6	47.8	
C5	Hibrit	Kürsüz	Kürlü	Hibrit	Kürsüz	Kürlü	
0	Kürsüz	Beton	Beton	Kürsüz	Beton	Beton	
1	246600	211300	258700	54.9	47.1	57.6	
2	253800	194200	246800	56.5	43.3	55.0	
3	174100	196600	230100	38.8	43.8	51.3	
4	210200	193500	214300	46.8	43.1	47.7	
5	191700	186200	280600	42.7	41.5	62.5	
			Ortalama	48.0	43.7	54.8	

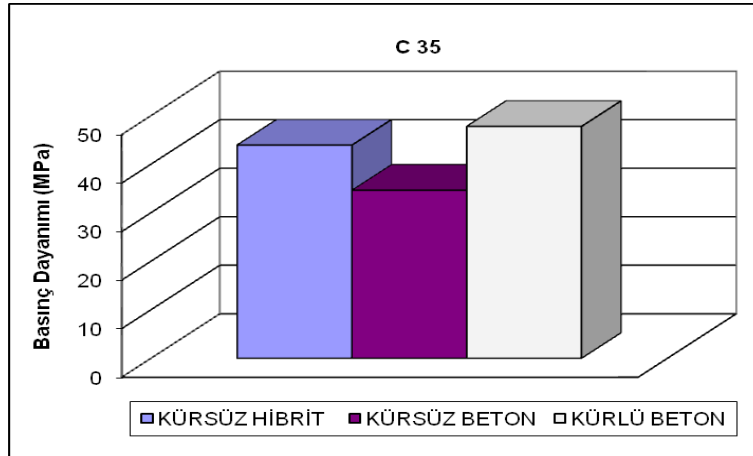
Basınç deneyleri neticesinde her beton sınıfı için sütun grafik oluşturulmuş ve hibrit malzeme içersinden çıkarılan kür edilmemiş beton, kür edilmemiş beton ve aynı özelliklere sahip standartlara uygun şekilde kür edilmiş beton numunelerle birlikte karşılaştırılmalı olarak Şekil 7,8 ve 9'da verilmiştir.

Sonuçlar incelendiğinde tüm beton sınıfları için en yüksek dayanımlar 28 gün gerekli koşullarda kür edilmiş yalın betonda çıkmıştır. Profil içersinden çıkarılan kür yapılmamış numunelerin basınç deneylerinde ise kürlü betona göre düşük ama aynı şartlardaki kürsüz yalın betona göre yüksek değerlerde çıkmıştır.

Şekil 7. İncelendiğinde, C20 beton sınıfında tasarlanan numuneler için kür yapılmış beton numune ortalamaları referans alındığında, profil içersinden çıkan kürsüz numuneler kür yapılmış betonların %86'sını sağlamaktadır. Yine C20 beton sınıfında kür yapılmamış numuneler, kürlü beton numunelerin %75'ini sağlamaktadır.

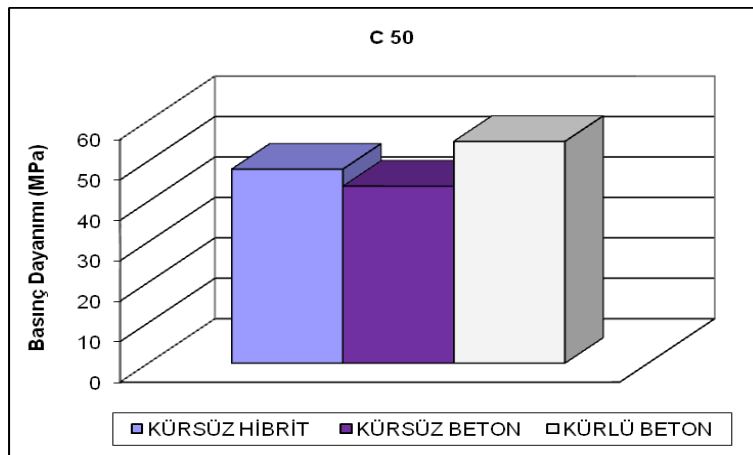


Şekil 7. C 20 beton sınıfındaki basınç dayanım sonuçları  
(Figure 7. Compressive strength results in C 20 concrete class)



Şekil 8. C 35 beton sınıfındaki basınç dayanım sonuçları  
(Figure 8. Compressive strength results in C 35 concrete class)

Şekil 8' de ifade edilen C35 beton sınıfındaki sonuçlar incelendiğinde; kür yapılmış beton numuneler referans kabul edildiğinde profil içersinden çıkan kür edilmemiş beton numuneler %92' sini sağlamakta, kür yapılmamış numuneler ise kürlü yalın beton numune ortalamalarının %72' si kadardır.



Şekil 9. C 50 beton sınıfındaki basınç dayanım sonuçları  
(Figure 9. Compressive strength results in C 50 concrete class)



Şekil 9'da C50 beton sınıfında üretilmiş numuneler için profil içersinden çıkarılan kür yapılmamış beton numuneler, kürlü beton numunelerin basınç dayanımlarının %86'sını sağlamaktadır. kür yapılmamış numunelerin basınç dayanımları ise kür yapılmış beton numunelerin %80'i kadar olduğu görülmektedir.

#### 4. SONUÇLAR (CONCLUSIONS)

GFRP kutu profiller ile Betonun birlikte kullanılması ile tasarlanan hibrit yapı malzemesi bileşenlerinin ortaya koydukları sinerjiyle meydana gelen avantajlardan birisi olan taze halde yerleştirilen betonun nemini muhafaza etmesi sonucu ortaya çıkan avantajlarla ilgili yapılan deneysel çalışmalar neticesinde elde edilen sonuçlar şu şekilde özetlenmiştir:

- Yapılan beton basınç deneyleri sonucunda GFRP kutu profiller içersinde bulunan betona kür yapılmadığı halde, sertleşen betonun nem kaybına müsaade etmemiş ve tüm numune gruplarında aynı haldeki yalın betona göre dayanım kaybı çok az olmuştur.
- C 20 beton sınıfında üretilen numuneler için hibrit malzemede profil içersinden çıkan kür yapılmamış numuneler %14 dayanım kaybına sahipken, yalın beton numunelerde dayanım kaybı %25 civarındadır.
- C 35 beton sınıfında ise profil içersinden çıkan kür yapılmamış numuneler %8 dayanım kaybına uğrarken, kürsüz yalın beton numunelerde dayanım kaybı %28'dir.
- C 50 beton sınıfında profil içersinden çıkan numuneler yine %14 dayanım kaybederken, kür yapılmamış yalın beton numuneler %20'lik bir basınç dayanım kaybı yaşamıştır.
- Tüm beton sınıfları birlikte değerlendirildiğinde, hibrit malzemeden çıkan kürsüz betonlar, kür yapılmış beton numunelerin yaklaşık %88'ini, kürsüz yalın numuneler ise yaklaşık %75'ini sağlamakta olup, yani hibrit malzemede dayanım kaybı %12, normal betonda ise %25 civarındadır.

#### NOT (NOTICE)

Bu makale, 28-30 Eylül 2011 tarihleri arasında Elazığ Fırat Üniversitesinde "International Participated Construction Congress" IPCC11'de sözlü sunum olarak sunulmuştur.

#### TEŞEKKÜR (ACKNOWLEDGEMENT)

Bu çalışmaların yapılmasında katkı sağlayan Türkiye Çimento Müstahsilleri Birliği'ne (TCMB) teşekkürlerimi sunarım.

#### KAYNAKLAR (REFERENCES)

1. Callister, W.D., (1990). Materials Science and Engineering. Second edition, John Wiley and Sons Inc.. Singapore.
2. Cripps, A., (2002). Fiber Reinforced Polymer Composites in Construction. Published by Construction Industry Research and Information Ass.
3. Hollaway L.C. and Head P.R., (2001). Advance Polymer Composites and Polymers in the Civil Infrastructure. Publisher: Elsevier Science.
4. Emmons, P.H., Vaysburg, A.M., and Thomas, J., (1998). Strengthening of Concrete Structures. Part II. Advanced Composites. ACI Concrete International, Vol. 20, No. 4, pg:56-60.
5. Mirmiran A. and Shahawy M., (1997). Behavior of concrete columns confined by fiber composites. J. Struct. Eng. 123: 583-590.

6. Fam, A.Z. and Rizkalla, S.H., (2001). Confinement Model for Axially Loaded Concrete Confined by Circular FRP Tubes. *ACI Structural Journal*. 98(4):251-461.
7. Fam, A.Z. and Rizkalla, S.H., (2001). Behavior of Axially Loaded Concrete-Filled Circular Fiber Reinforced Polymer Tubes. *ACI Structural Journal*. 98(3):280-289.
8. Teng, J.G., Yu, T., and Wong, Y.L., (2004). Behavior of hybrid FRP-concrete-steel double-skin tubular columns. *FRP Composites in Civil Engineering - CICE 2004*. pg.811-818 Australia.
9. Hong, W.K., Kim, H.C., and Yoon, S.H., (2002). Experiment Of Compressive Strength Enhancement of Circular Concrete Column Confined By Carbon Tubes. *KCI Concrete Journal* 14:4. 19-144.
10. Schaumann, E., (2008). Hybrid FRP-Lightweight Concrete Sandwich System for Engineering Structures. *Doktora Tezi. École Polytechnique Fédérale De Lausanne. Karlsruhe.*
11. TS 1247, (1984). *Beton Yapım, Döküm ve Bakım Kuralları (Normal Hava Koşullarında)*. Ankara. Türkiye.
12. TS 3323, (1979). *Beton Basınç Deney Numunelerinin Hazırlanması, Hızlandırılmış Kürü ve Basınç Dayanım Deneyi*. Ankara. Türkiye.
13. Aydın F., Sarıbyık M. ve İpek M., (2008). CTP Profil ile Betonun Hibrit Kullanımının Basınç ve Eğilme Özelliklerine Etkisi. *12th International Materials Symposium (IMPS 2008.) Denizli. Turkey.*
14. Aydın F. ve Sarıbyık M., (2009). Beton ile CTP Kutu Profillerin Hibrit Kullanımında Kesit Özelliklerinin Basınç ve Eğilme Davranışına Etkileri. *5. Uluslar Arası İleri Teknolojiler Sempozyumu (İATS'09)*. Karabük. Türkiye.
15. Aydın F. and Sarıbyık M., (2010). Compressive and Flexural Behavior of Hybrid Use of GFRP Profile with Concrete. *2. International Symposium on Sustainable Development (ISSD 2010)*. Sarajevo. Bosnia and Herzegovina.
16. TSE 802, (2006). *Beton Karışım Tasarımı Hesap Esasları*. Ankara. Türkiye.