

# ISMSIT2017

1<sup>st</sup> International Symposium on Multidisciplinary Studies and Innovative Technologies Proceedings  
Book

(November 2-4, 2017, Tokat, Turkey)

Symposium homepage: [www.ismsitconf.org](http://www.ismsitconf.org)

## Lif Katkılı Kompozit Kiriş İle Çelik Kutu Profilin Darbe Deneyi Altındaki Davranışı

Elif AĞCAKOCA<sup>1</sup>, Zeynep YAMAN<sup>2\*</sup>, Yunus Emre YAZICI<sup>3</sup>

<sup>1,2,3</sup>Department of Civil Engineering, Engineering Faculty, Sakarya University, Sakarya, Turkey

<sup>\*</sup>([zdyaman@sakarya.edu.tr](mailto:zdyaman@sakarya.edu.tr)) Email of the corresponding author

İnsanoğlunun hayatını devam ettirebilmesi için, yaşamı boyunca her türlü yapıya ihtiyaç duymaktadır. Bu bazen çok katlı bir yapı, bazen ise köprü kolonu ya da kirişi olabilmektedir. Yapısal bir eleman olan kolon veya kiriş ister köprüde ister binada kullanılsın mutlaka üzerine gelme ihtimali olan yüklere karşı yeterli dayanıma sahip olması gerekmektedir. Bu yükler yapının kullanım amacına göre çeşitlilik göstermektedir. Köprü kolonlarında bir geminin ya da bir buz kütesinin çarpması köprü kolonu için olası bir durum olmaktadır. Aynı zamanda bir gökdelene uçak çarpması günümüz şartlarında yapının maruz kalabileceği yük durumları arasında sayılabilir. Bu tür yüklemeler yapı elemanları farklı bile olsa aynı yükleme durumunda yani darbe etkisi olarak ifade edilebilmektedir. Bu tür yüklemeler karşısında elemanların istenilen performansta çalışması için bazı katkı maddeleri kullanılabilir. Fiber malzemesinin çok güçlü çekme mukavemetine sahip olması istenilen performans için aranan malzeme olmasını sağlamıştır. Bu çalışmada içi fiber katkılı beton ile doldurulmuş çelik kutu profil ile içi boş çelik kutu profilin, aynı yükseklikten, aynı vurma yükü karşısındaki deneysel davranışı incelenmiştir.

*Keywords: Impact, steel, fiber*

### 1. GİRİŞ

Betonarme yapılar 1800 yıllardan beri insanoğlunun barınma, ibadethane, ulaşım gibi ihtiyaçları için kullanılmaktadır. Betonarmenin düşük maliyeti, kolay onarımı tercih sebepleri arasındadır. Ancak artan nüfusun ve nüfus yoğunluğunun belirli bölgelerde toplanması yapılarımızın hem daha dayanımlı olmalarını hem de kullanışlı olmalarını gerekli kılmıştır. Bu yüzden katkı malzemeleri geliştirilmiş ve aktif olarak kullanılmıştır. Günümüz teknolojisinden de yararlanarak yapıların dinamik yükler altındaki performansını artırmak için çeşitli yöntemler kullanılmaktadır. Kullanılan yöntemlerde temel amaç elemanın sünekliği, tokluğu artırarak, dayanımında artış sağlamaktır. Bunun için kullanılan malzemeler, teknolojideki gelişmelere paralel olarak, bazen bir fiber malzeme bazen ise dıştan farkı bir eleman eklenmesi ile sağlanmaya çalışılmıştır.

Darbe deneyi çalışmalarında incelenecek numunenin üzerine oluşacak deformasyon, düşürülen yükün kütlesi ve yüksekliğine, numunede yarattığı enerji ve hıza bağlıdır. Bu yüzden dinamik yüklemelerin altında kalan yapıların numerik çalışmaları, yapıların tasarım ve analiz kısmında önem kazanmaktadır. Özellikle staretejik öneme sahip yapıların hesaplanmasında yada ani yüke maruz kalan köprü kolon gövdelerinde, proje ön tasarım aşamasında bu hesabın ve değerlendirmen yapılması gerekmektedir. Bu tür yüklemelerin numerik olarak hesaplanmasında Abaqus, Ls-Dyna, Ansys gibi programlar kullanılmaktadır.

Çelik elemanlarda çarpma davranışının belirlenmesine yönelik daha önce yapılan çalışmalar mevcuttur. Richard yaptığı deneysel çalışmada aynı geometrideki değişen kanca bağlantılı yapma kirişlerde çelik malzemesinin davranışının tespiti için bir deney düzeneği oluşturmayı amaçlamıştır. Ayrıca deneylerde farklı kütleli cisimleri serbest düşmeye maruz bırakarak değişen hızlarda çelik malzemesinin davranışı incelemiştir [1].

Gezer çalışmasında farklı şekillerde tasarlanmış tabakalı koruyucu bariyer tipi yapıların darbe kuvvetlerine karşı etkinliğinin ve enerji sönmüleme yeteneğinin araştırılmasına dair çalışma yapmıştır [2].

Fujikake, Li ve Soeun çalışmalarında, on iki kiriş örneği üzerinde bir darbe testi yapılmıştır. Düşey yükseklik ve boyuna donatı takviye miktarının kirişlerin darbe tepkileri üzerindeki etkisi araştırılmıştır [3].

Cotsovos betonarme bir kirişin orta noktasından darbe yüküne maruz kalmış bir sistem kurmuştur. Yapılan çalışma sonucunda elde edilen veriler literatür ve sonlu elmanlar metodu ile doğrulanmıştır [4].

Cömert çalışmasında betonarme yapıların patlamalar karşısındaki performanslarının değerlendirilmesine yönelik çalışmalar yapmıştır. Çalışmasında da patlama etkilerinin sonuçlarını gözlemlemiştir. Dikkat çekilen nokta konusunda önemli bir çalışmadır [5].

Özbaşaran yapmış olduğu çalışmasında; aralarında boşluk bırakılmamış ya da yetersiz boşluk bırakılmış yapıların

deprem sırasında farklı davranmaları sonucu meydana gelen yapısal çarpışmaları incelenmiştir. 2, 4, 6, 8, 10, 12, 14, 16, 18 ve 20 katlı yapı modelleri üretilerek bu yapıların serbest salınım halinde yapacakları yer değiştirmeler hesaplanmış ve çarpışma simülasyonları yapılmıştır [6].

Ülkemizde bu konu ile ilgili herhangi bir yönetmelik bulunmamaktadır. Yurtdışında ise idealleştirmelerle çok basit analizler mevcuttur.

## 2. AMAÇ KAPSAM

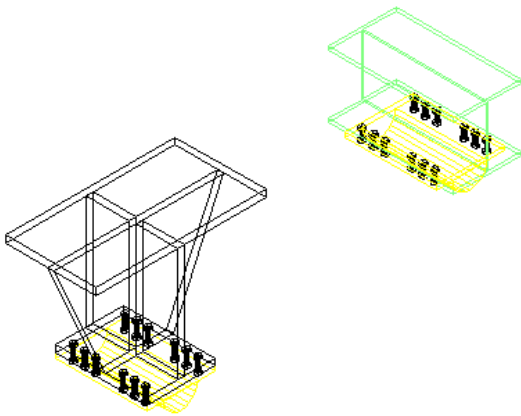
Dönem dönem konuya ilişkin birçok çalışma yapılmıştır. Yapılan bu çalışmalarda farklı parametrelere ilişkin çeşitli sonuçlara ulaşmak hedeflenmiştir. Geçmiş dönemlerde yapılmış olan bu çalışmalar öğreticiliği ve yol göstericiliği bakımından önem arz etmektedir. Bu çalışmanın amacı da bu alanda yapılan çalışma sayısını artırılarak çeşitli soru işaretlerinin yanıtı bularak eksik olan yönetmelik açığını karşılama yolunda sağlıklı verilerle mesafe alabilmesidir.

Lif katkılı çelik kirişler darbe kuvveti etkisi altında incelenmiştir. Çalışma sonucunda lif katkılı betonun darbe kuvveti altında çelik kutu profile sağladığı avantaj grafiklerle gösterilmiştir. Bu avantajlar değerlendirmeye katılarak oluşturulacak yapı modellemelerinde ideal tasarım yapılabilme zemini oluşturmak hedeflenmiştir.

## 3. DENEYSEL ÇALIŞMA

Deneysel çalışmada kullanılmak üzere numuneler teknik personel gözetiminde hazırlanmıştır. Teknik çizim ve iş emri kalite kontrol birimlerince paylaşılmış gerekli kontrollerin yapılması sağlanmıştır.

Çalışmada iki adet kutu profil kullanılmıştır. Kutu profiller 120x80 mm ebatlarında ve 2000mm boyutlarındadır. Kompozit kirişler çalışma alanına getirilerek uygun biçimde istiflenmiştir. Kirişler öncesinde imalatı hazırlanan mesnetlere monte edilmiştir (Şekil 3.).



Şekil 3. Düzeneğe uyumlu hazırlanmış mesnetler

Çalışma öncesi mekanizma son kontrolleri yapılarak gerekli bölümlere müdahale edilmiştir. Numuneler sisteme yerleştirilip sabitlenmiştir. Sabitlenen numuneler üzerine ivme ölçerler yerleştirilip çalışır durumda olduklarından emin olunmuş basit testler uygulanmıştır (Şekil 3.1.).



Şekil 3.1. Kompozit kirişin düzeneğe yerleştirilmesi

Yapılan tüm kontrollerin ardından mekanizma çalışır hale getirilerek düzener çekici belirlenen 2000mm yüksekliğe çıkarılmıştır. Lazer metre yardımıyla yüksekliğin teyit işlemi yapılmıştır. Gerekli güvenlik koşulları sağlandıktan sonra çekiç serbest düşmeye bırakılarak düşey yönde numune ile etkileşimi geçmiştir. Darbe sonucunda numune üzerinde deformasyonlar olduğu gözlemlenmiştir (Şekil 3.2.). Çarpışma sağlandıktan sonra ivme kayıt işlemi sonlandırılarak veriler depolanmıştır. Her iki numune için aynı işlemler uygulanarak veriler işlenmek üzere saklanmıştır.



Şekil 3.2. Darbe sonucu oluşan deformasyon

Elde edilen veriler NI Labview Sıgnal Express programı ile analiz edilmiştir. Belirlenen okuma aralığı ve saniyedeki okuma miktarına göre çalışma değerleri hazırlanmıştır.

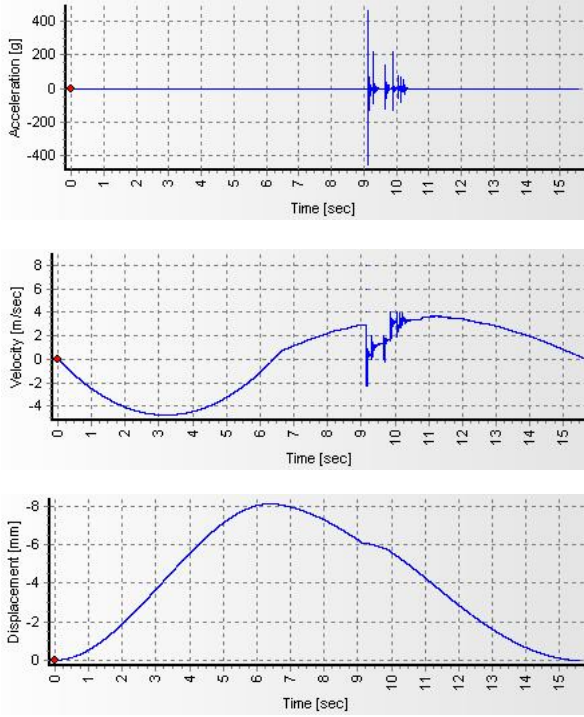
Seismosıgnal yardımcı programı ile numunelere ait bilgiler burada çeşitli filtreleme koşullarında grafik ortamına aktarılmıştır. Çalışma sonucunda numunelere ait ivme-zaman, hız-zaman ve konum-zaman grafikleri elde edilmiştir.

## 4. DENEY SONUÇLARI

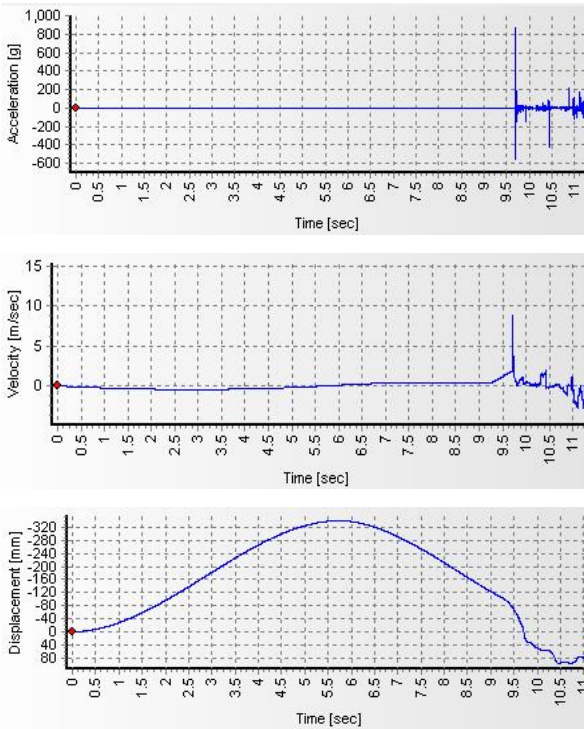
Deneysel çalışmada numunelere ait grafiksel dokümanlar ile karşılaştırma yapılarak lif katkılı betonun oluşan deformasyona sağladığı katkı tespit edilmiştir. Lif katkılı

betonda dayanımın bir miktar arttığı yapısal bütünlük artarak eğilmeye karşı dirençli hale geldiği gözlemlenmiştir.

Çalışmaya ilişkin fiberli beton ile doldurulmuş kompozit kiriş grafiği gösterilmiştir (Şekil 4.1.).



Şekil 4.1. C30 fiberli beton ile doldurulmuş kompozit kiriş numune grafikleri  
Çalışmaya ilişkin boş kutu profil deney sonuç grafikleri gösterilmiştir (Şekil 4.2.).



Şekil 4.2. İçi boş kutu profil

## 5. SONUÇ VE ÖNERİLER

Çalışma sonucunda grafikler incelendiğinde lif karbonlu betonun kompozit kiriş dayanımına katkı sağladığı belirlenmiştir. Lif katılması sonucu oluşan kompozit kiriş yapışında belirli miktarda tokluk kazanarak eğilme etkisine mukavemet kazanmıştır. Kompozit kiriş düşey eksen deformasyon miktarında düşüşe imkan sağlamıştır. İvme-zaman grafiklerine bakarak sıçramalar incelendiğinde lif katkılı kompozit kirişte bunların daha düşük olduğu gözükmektedir. Sıçramaların düşük olma sebebi malzemeye düşeyden gelmiş olan kuvveti sönümlemesi ile ilişkilendirilebilmektedir. Lif katkılı kompozit kiriş enerji yutumu neticesinde ivme-zaman grafik sıçramaları düşüklüğü deformasyonla incelendiğinde bu doğrulanmaktadır. Aynı şekilde hız-zaman grafikleri incelendiğinde aynı kıyaslamalarda bulunulabilmektedir.

Çalışma sonucu değerlendirmesinde lif katkılı betonların daha tok ve darbe kuvvetine direnç oranlarının daha yüksek olduğu tespit edilmiştir. Sonrasında yapılacak çalışmalarda lif katkılı ve lif katkısız beton kullanılarak kirişler üzerinde çatlak büyüklükleri belirlenebilir çatlak oluşum güzergahları tespit edilebilir. Bu tespit sonucunda lif katkılı beton elemanın süneklik durumuna dair fikirler edinilebilir. Bunun yanı sıra donatılı ve lifli betonarme kiriş tasarımı yapılar darbe deneyi uygulanabilir böylece farklı parametreler ile çeşitli kıyaslar yapılabilir.

## TEŞEKKÜRLER

Yüksek hızlı darbe test cihazı imalatının gerçekleştirilmesine destek vererek mevcut makale ile ilgili çalışma imkânlarının oluşmasını sağlayan Sakarya Üniversitesi Rektörlüğü BAP Komisyon Başkanlığı'na teşekkür ederiz.

## KAYNAKLAR

- [1] Liew, J., Y., R., Sohel K., M., A., Koh, C., G., Impact tests on steel concretesteel sandwich beams with lightweight concrete core. *Engineering Structures* 31 (9), 2045-2059, 2008.
- [2] Gezer, O., Çelik ve kompozit borların çarpma davranışı ve koryucu yapıların etkileri. Gazi Üniversitesi, Fen Bilimleri Enstitüsü, İnşaat Mühendisliği Bölümü, Yüksek Lisans Tezi, 2012.
- [3] Fujikake, K, Li, B, Soeun, S., Impact response of reinforced concrete beam and its analytical evaluation. *ASCE Journal of Structural Engineering* 135(8): 938-950 2009.
- [4] Cotsovos, D., M., A Simplified approach for assessing the load-carrying capacity of reinforced concrete beams under concentrated load applied at high rates, *International Journal of Impact Engineering* 37 (8), 907-917, 2010.
- [5] Cömert, M., Betonarme yapıların patlamalar karşısındaki performanslarının değerlendirilmesi, İstanbul Teknik Üniversitesi, Fen Bilimler Enstitüsü, İnşaat Mühendisliği Bölümü, Yüksek lisans Tezi, 2010.
- [6] Özbaşaran, H., Deprem Esnasında çok katlı yapıların çarpışması etkisi, Eskişehir Osmangazi Üniversitesi, Fen Bilimleri Enstitüsü, İnşaat Mühendisliği Anabilim Dalı, Yapı Bilim Dalı, Yüksek Lisans Tezi, 2007.