

Received: November 16, 2017
Accepted: January 09, 2018

Behavior Of Composite And Box Profile Under Impact Force

Elif AĞCAKOCA¹, Zeynep YAMAN^{2*}, Yunus Emre YAZICI³

^{1,2,3} Sakarya University, Engineering Faculty, Civil Engineering Department, 54187, Sakarya, Turkey

Abstract

Today, in order to have the desired behavior under the loads that the structures can encounter, it needs to be done in accordance with the regulations and standards. The Regulation on Buildings to be Made in Earthquake Regions (DBYBHY), which was updated in 2007, was prepared taking into account the burdens to be exposed to the construction. These regulations are divided into two classes, statically and dynamically, and accounted for. Static loads are expressed as constant loads that do not change over time, while dynamic loads represent load conditions that are time parameters. One of the most important dynamic loads is the earthquake load, but the structure can be exposed to other dynamic effects such as earthquake and impact. This effect can be caused by the impact of the coming event of the destruction of the neighboring building for any reason, and as a consequence of the explosion of the heating boiler, we are faced with this effect. Although such stocks are included in DBJIC, such effects are likely. This is why the building has to be taken into consideration during the design phase and the loading conditions to be evaluated. In this study, position-time, velocity-time, acceleration-time graphs of steel beam with hollow box case and steel box with hollow box case filled with concrete were investigated..

Keywords: Impact, steel, composite

KOMPOZİT VE KUTU PROFİLİN DARBE KUVVETİ ALTINDAKİ DAVRANIŞI

Elif AĞCAKOCA¹, Zeynep YAMAN^{2*}, Yunus Emre YAZICI³

Özet

Günümüzde yapılar karşılaşılabileceği yükler altında istenilen davranışa sahip olabilmesi için yönetmelik ve standartlara uygun yapılması gerekmektedir. 2007 yılında güncellenen Deprem Bölgelerinde Yapılacak Binalar Hakkında Yönetmelik(DBYBHY) yapının maruz kalacağı yüklemeleri dikkate alarak hazırlanmıştır. Bu yüklemeler yönetmelikte statik ve dinamik olmak üzere iki sınıfa ayrılmış ve hesap yöntemleri verilmiştir. Statik yükler zamanla değişmeyen sabit yükler olarak ifade edilmekte, dinamik yükler ise zamanın parametresi olan yük durumunu ifade etmektedir. Dinamik yüklerin en önemlilerinden biri deprem yüküdür ancak yapı sadece deprem değil darbe gibi başka dinamik etkilere de maruz kalabilmektedir. Bu etki herhangi bir sebepten, komşu binanın yıkılması sonucu yapıya gelecek vurma etkisi ile oluşabileceği gibi kalorifer kazanının patlaması sonucunda da bu etki ile karşılaşılabilmektedir. Bu tür yüklemeler her ne kadar DBYBHY’de yer almasada, bu tür etkiler ihtimal dahilinde bulunmaktadır. Bu yüzden bina tasarım aşamasında dikkate alınması ve değerlendirilmesi gereken yüklemelerdir. Bu çalışmada içi beton ile doldurulmuş kutu kesite sahip çelik kiriş ile içi boş bir kutu kesite sahip çelik kirişin darbe etkisi altındaki davranışı incelenmiş konum-zaman, hız-zaman, ivme-zaman grafikleri elde edilmiştir.

Anahtar Kelimeler : Darbe Yükleme, Çelik, Kompozit.

1. Giriş

Çelik yapılar günümüzde özellikle çok katlı yapılarda ve özellikli bana tasarımında tercih sebebi olan yapı elemanıdır. Çelik bir yapının avantajları arasında, yapının betonarme bir yapıya göre daha hafif olması, inşaa safhasında çevre koşullarından etkilenmemesi, hızlı ve ekonomik olması sayılabilir. Yapı ömrü boyunca statik ve dinamik etkiler altında kalmaktadır. Statik etki olarak en basit kendi ağırlığı düşünülürken, dinamik etki olarak ilk akla gelen deprem kuvvetidir. Ancak yapı kullanım amacına göre yada günümüzde gelişen terör saldırıları gibi sebeplerden dolayı başka dinamik etkilerde maruz kalabilmektedir. Bu dinamik etkilerin içinde en çok karşılaşılanı darbe etkisidir. Darbe kuvveti zamanın bir fonksiyonu olarak geliştiği için dinamik bir kuvvet olarak ifade edilmektedir. Bu yüklemde yapının statik özellikleri önemli olduğu gibi malzemenin mekanik özellikleri de önemli olmaktadır. Beton malzemesinin dayanımı çelik malzemesinin dayanımına oranla daha düşük mukavemete sahiptir. Ancak bu çalışmada kullandığımız gibi kompozit bir yapı elemanında, bu malzemelerin beraber darbe gibi dinamik bir etkiye karşı nasıl davranacağı araştırılmıştır. Bu çalışmada, C30 kalitesinde içi beton ile doldurulmuş kompozit bir kirişin darbe kuvveti karşısındaki davranışı ile içi beton ile doldurulmamış çelik profilin aynı kuvvet karşısındaki davranışı incelenmiştir.

Konuya ilişkin birçok çalışma yapılmıştır. Bu çalışmaların amacı çeşitli parametreler ile darbe kuvveti karşısında kompozit elemanların davranışlarını incelemek olmuştur.

Alam, Fawzia ve Liu çalışmalarında altı adet numune hazırlamıştır. Bu numunelerin birisini, CFST beş tanesini, CFRP ile güçlendirmişlerdir. Bu numuneler 107mm dış çaplı ve 3.5mm et kalınlıkla boru profillerden oluşmaktadır. Numunelerin 3 boyutlu modellemeleri yapılarak numunelere darbe etkisi uygulanmıştır. Darbe etkilerinin sayısal verilerle doğrulanabilmesi için ABAQUS modellemeler yapılmıştır [1].

Abbasa, Guptab ve Alamc darbe etkisi altındaki betonarme kirişte, betonun kırılma ve çeliğin akma özelliği arasındaki ilişkiyi incelemiştir. Literatürdeki sonuçların deney sonuçları ile uyumlu olduğu sonucuna varılmıştır. Deney numunesi sonlu elamanlar kullanılarak modellenmiştir [2].

Atou, Sano, Katayama ve Hayashi yaptıkları çalışmada, yüksek hızlı mermilerden darbe etkisiyle betonarme kolonların aldığı hasarları değerlendirmeye çalışmışlardır. Test numuneleri olarak, 1/10 ölçekli kolonlar (100 x 100 x 280 mm) esas olarak kullanılmıştır. Mermi, 9,54 mm çapında kürelerden oluşmuştur. (Sırasıyla 1/20 ve 1/5 ölçekli modeller için 5 ve 19 mm küreler

kullanılmıştır.) Mermi, tek aşamalı itici tabancayla ve iki aşamalı hafif gaz tabancasıyla 0,53 1,76 km / s hızla atılmıştır. Ayrıca, 1/5 ve 1/20 ölçekli simülasyon modellerle karşılaştırarak değerlendirildi. Burada darbe etkisini oluşturan kütlelerin hızını ve darbe etkisine maruz kalan kütlelerin davranışını incelemiş çarpma etkisinde hasarın kinetik enerji ile ilişkilendirileceği tespitinde bulunmuşlardır [3].

Rezaei iki grup betonarme kirişe yanal yükler uygulayarak davranışlarını gözlemlemiştir. Kirişlerin taşıma kapasitelerini kırılma yüklerini belirlemiştir. Kirişlerin büküleceği ya da kırılacağı yüklemeler yaparak gözlemlerde bulunmuştur. Bunun yanı sıra çatlakların hangi noktalarda oluştuğunu gözlemlemiştir. Kirişlerde donatı kullanarak darbe etkisi altında tepkilerini belirlemek için birtakım testler de bulunmuştur [4].

Batarlar çalışmasında altı adet 2015x2015x150 mm ebatlarında betonarme döşemeyi üç tip şekilde imal edip her tip döşemeden birini statik değerini darbe yükü altında test etmiştir. Deneyleri gerçekleştirmek için, ideal basit mesnet koşullarını döşemelerin çevresi boyunca 20 noktada sağlayan ve darbe anında sıçramasını engelleyen bir deney düzeneği tasarlayıp imal etmiştir. Darbe deneyleri belirli kütlelerin döşemelerin orta noktalarına düşürülmesiyle gerçekleştirilmiştir. Numunelerden her mesnet noktasında 20 adet yük hücresi, statik deneyler için 16 adet, darbe deneyleri için 24 adet deplasman ölçer, 6 adet ivme ölçer ve donatıların üzerine yerleştirilen 12 adet gerinim pulu sayesinde ölçüm alınmıştır. Dinamik verileri, 250000 örnek/saniye/kanal hızla yüksek hızlı veri toplama sistemi sayesinde alıp kaydetmiştir [5].

Kantar çalışmasında 5 adet normal ve 5 adet yüksek dayanımlı betondan üretilen 10 adet dikdörtgen kesitli beton kiriş test etmiştir. Deneysel elemanları CFRP şeritler ile güçlendirilmiş ve farklı yüksekliklerden düşürülen sabit ağırlıklı çekicin yaratmış olduğu darbe etkisi altında test etmiştir. Deneysel elemanlarına 750, 700, 650, 600 ve 550 mm gibi farklı yükseklikten sabit ağırlığa ve geometriye sahip çekiç düşürülerek test yapmıştır. Deneysel çalışmada CFRP şerit genişliği, uzunluğu sabit olup incelenen değişkenler beton basınç dayanımı ve düşme yüksekliği olarak belirlemiş deneysel elemanlarından alınan ivme ölçümleri kullanılarak deneysel elemanlarının hız, deplasman ve enerji kapasiteleri hesaplamıştır. Deneysel elemanlarının dayanımlarındaki, çekiç düşme sayısındaki, ivme değerlerindeki ve göçme mekanizmalarındaki değişimleri incelemiş ve normal ile yüksek dayanımlı deneysel serilerindeki sonuçlar karşılaştırmıştır. Abaqus sonlu eleman yazılımı kullanılarak deneysel çalışma kapsamında incelenen çarpma testinin bilgisayar ortamında

simülasyonu yapmış sonlu eleman analiz sonuçları deneysel sonuçlar ile karşılaştırılarak doğrulanmış bir sonlu eleman modeli oluşturulması için çalışmalar yapmıştır [6].

2. Amaç - Kapsam

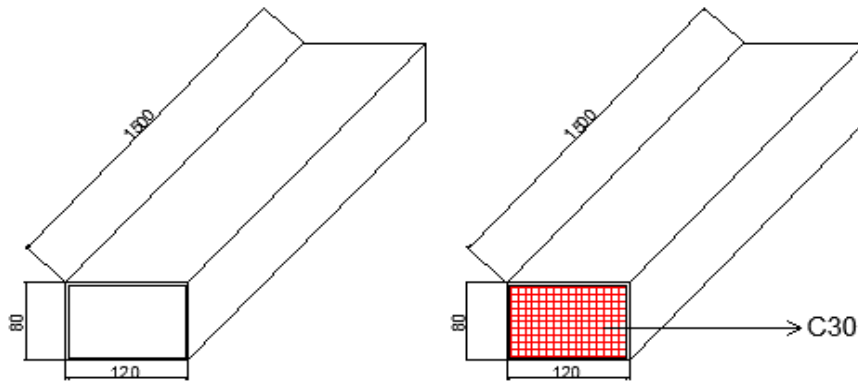
Günümüzde kompozit yapı elemanlarının kullanımının sıklaşması nedeniyle bu yapı elemanını tanıma ihtiyacı artmıştır. Darbe yüklemesine ilişkin herhangi bir yönetmelikte olmadığı için yapılan çalışmalar darbe yükleme durumu ve kompozit yapı elemanı üzerine yoğunlaştırılmıştır. Bu çalışmanın amacı darbe yükleme etkisi altında yapı elemanı davranışını inceleyerek konu hakkında yapılan çalışma sayısını artırarak daha aydınlatıcı bilgilere ulaşılmasını mümkün kılmaktır.

Çalışmada içi beton dolu ve boş kutu profiller kullanılmıştır. Betonun darbe yükü etkisi altındaki davranışını inceleyebilmek ve sağladığı avantajı belirleyebilmek adına boş kutu profil ile darbe kuvvetine maruz bırakılmıştır. Yüklemenin ardından elde edilen ivme-zaman grafiklerinden hız-zaman ve konum-zaman grafiklerini elde ederek sonuç değerlendirilmiştir.

2.1.Deneysel Çalışma

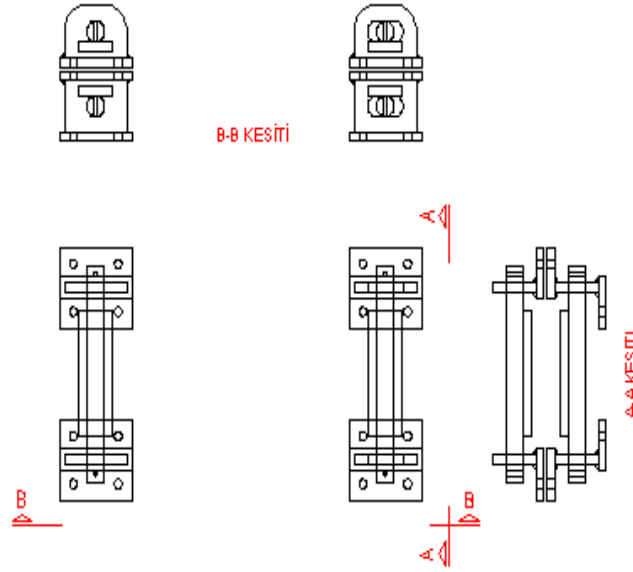
Çalışma öncesi beton ve çelikten numuneler alınmıştır. Beton için, beton basınç dayanım testi ve çelik için, çelik çekme deneyi yapılmıştır. Sonuçlar değerlendirilerek beton ve çelik için uygunlukları değerlendirilmiştir.

Çalışmada iki farklı numune kullanılmıştır. Kullanılan profiller 120x80x3mm olarak seçilmiştir. Kullanılan numunelerden birisine C30 beton sınıfı doldurularak, diğer numune ise boş olarak deneye tabi tutulmuştur (Şekil 3.).



Şekil 1 Deneysel Numune Ölçüleri

Numuneler laboratuvara getirilerek sabit ve kayıcı olarak tasarlanan mesnetlere monte edilmiştir(Şekil 3). Mesnet detay çizimleri Şekil 2 de görülmektedir.



Şekil 2. Hazırlanmış Mesnet Modeli



Şekil 3. Düzeneğe Monte Edilmiş Kutu Profil

Numunelere deney düzeneğine monte edilmiş çekiç ile darbe kuvveti uygulanmıştır. Çekiç serbest düşmeye maruz bırakılmıştır ve ağırlığı 220kg' dır. Çekiç numuneler üzerine 2000mm yükseklikten bırakılmıştır.

Numuneler üzerine ivme değerlerini alabilmek için ivme ölçerler monte edilmiştir (Şekil 4.). Bu ivme ölçerler, saniyede belirlenen aralıkta ve değerinde okumalar yaparak bilgisayar ortamına bu dataları aktarabilmektedir



Şekil 4. Numune Üzerine Monte Edilmiş İvme Ölçer

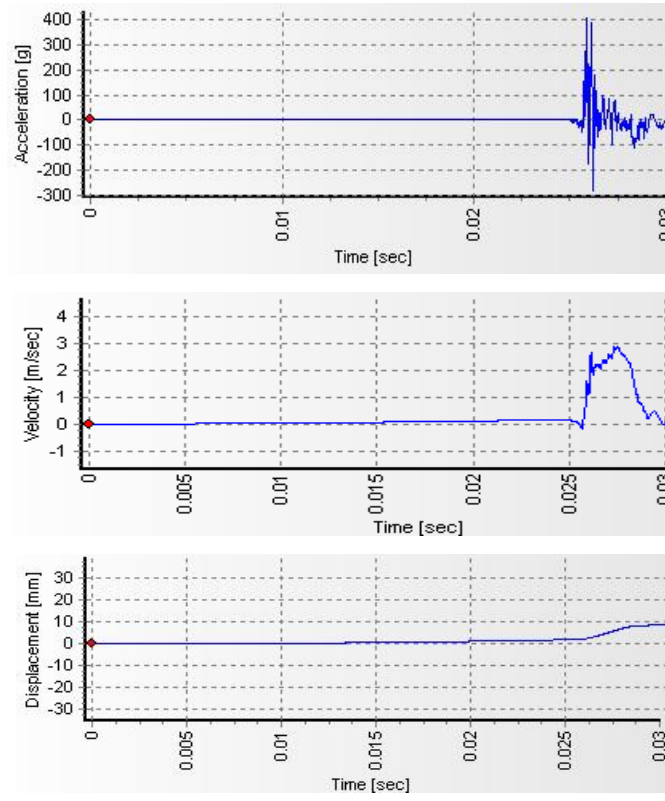
Bilgisayar ortamına aktarılan datalar çeşitli filtrelemeler ile işlenebilir hale getirilebilmektedir. Her numune için elde edilen değerler grafiksel ortama aktarılarak ivme-zaman grafikleri hazırlanmaktadır. İvme-zaman grafiklerinden hız-zaman ve konum-zaman grafiklerine geçilerek numune deplasman miktarları tespit edilebilmektedir.

3. Sonuç ve Öneriler

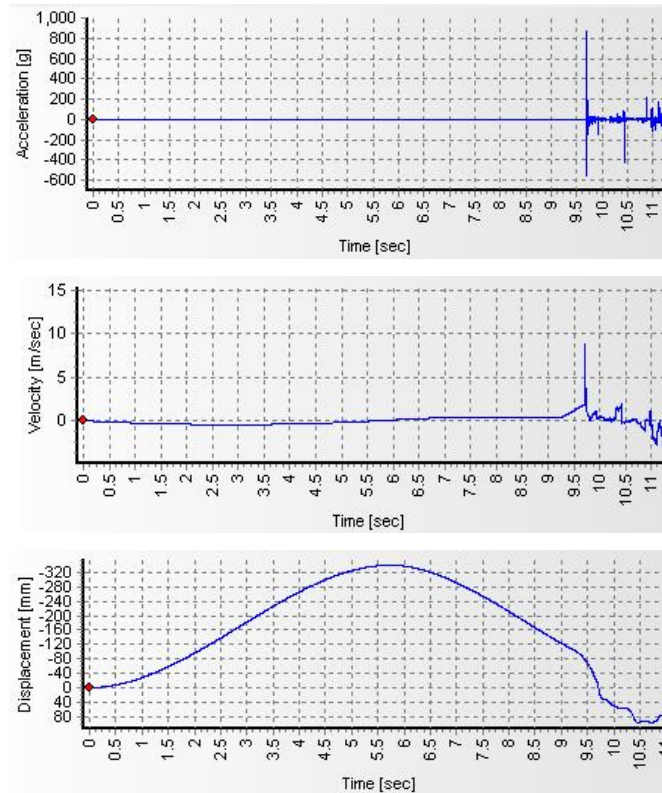
3.1. Deney Sonuçları

Deney sonucunda numunelere ait konum-zaman grafikleri elde edilmiştir. Grafikler saniyede 10000 okuma yapan ivme ölçerlerden elde edilen datalarla oluşturulmuştur. Elde edilen grafikler dışardan etki yapabilecek ses dalgalarının filtrelenmesi ile yapılmıştır.

İçerisine beton doldurularak elde edilen kompozit kiriş ve içi boş profilden oluşan kirişe ait grafikler Şekil 5. ve Şekil 6.' da gösterilmiştir.



Şekil 5. C30 Beton ile Doldurulmuş Kompozit Kiriş Grafikleri



Şekil 6. İçi Boş Çelik Kiriş Grafikleri

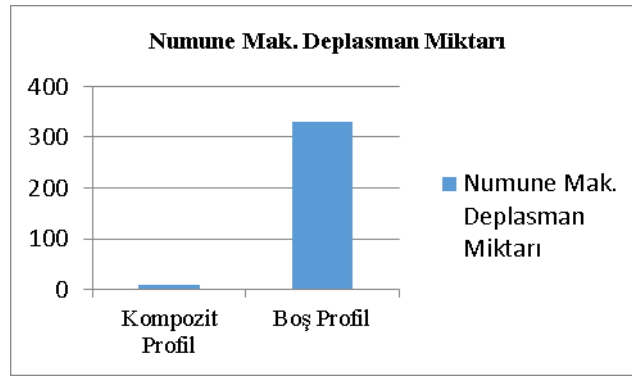
3.1. Tartışma

Elde edilen grafikler incelendiğinde numune ivme-zaman grafiklerinde farklılıklar tespit edilmiştir. Numunelerin darbe kuvveti karşısında gösterdikleri davranış neticesinde ivme-zaman değerleride değişkenlik göstermektedir. Aynı şekilde numunelerin deplasman grafiklerine bakıldığında boş profilde deplasman miktarının fazla olduğu kompozit profilde ise daha az miktarda deplasman olduğu tespit edilmiştir.

Deney sonucunda betonun kullanılan numunede bir miktar tokluk oluşturduğu neticesinde daha az deplasman olduğu tespit edilmiştir (Tablo 1., Şekil 7.).

Tablo 1 Numune deplasman değerleri

Numune	Maksimum Deplasman Miktarı(mm)
Kompozit Profil	9.65
Boş Profil	330.12



Şekil 7. Numune Deplasman Grafiği

Çalışmanın daha aydınlatıcı ve öğretici sonuca ulaşılabilmesine adına sonraki çalışmalarda parametre sayısı artırılarak darbe kuvvetine karşı numune davranışları incelenebilir.

Teşekkür

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.

5. Kaynaklar

- [1] Alam, Md., I., Fawzia, S., Liu, X., Effect of bond length on the behaviour of CFRP strengthened concrete-filled steel tubes under transverse impact. *Composite Structures* 132, 898-914, 2015.
- [2] Abbas, H., Gupta, N., K., Alam, M., Nonlinear response of concrete beams and plates under impact loading. *Int. J. Impact Eng.*, 30(8), 1039-1053, 2004.
- [3] Atou, T., Sano Y., Katayama M., Hayashi S., Damage evaluation of reinforced concrete columns by hypervelocity impact, *Journal* ISSN 1877-7058, 2013.
- [4] Rezaei, S., H., C., Response of Reinforced Concrete Elements to High-Velocity Impact Load, A Dissertation Submitted to the Faculty of Purdue University, 2011.
- [5] Batarlar, B., Behavior of reinforced concrete slabs subjected to impact loads, İzmir Üniversitesi, Fen Bilimleri Enstitüsü, İnşaat Mühendisliği Bölümü, Yüksek Lisans Tezi, 2013.
- [6] Kantar, E., CFRP ile güçlendirilmiş beton kirişlerin çarpma davranışlarının deneysel olarak incelenmesi, Gazi Üniversitesi, Fen Bilimleri Enstitüsü, Doktora Tezi, 2009.