

The Importance of Filtration in Impacted Composite Beams

¹Zeynep Yaman and ^{*2}Elif Ağcakoca

^{1,*2}Faculty of Engineering, Department of Civil Engineering Sakarya University, Turkey

Abstract

Beam elements like every element of construction can also be influenced by dynamic loads for various reasons during the life of the structure. These effects are mostly known as earthquakes and impact load. Increase in terrorism today, the impact load has become increasingly important as a loading situation. As is the case with other loading experiments, the test results under impact load are subject to various external influences, which naturally can deviate from the test results. Filtration is of great importance in order to remove the debris and to present the true state correctly. In this study, the effect of the filtration process on the experimental behavior of the steel box profile filled with concrete was examined from 200 cm height to 220 kg impact load..

Key words: Impact load, steel box profile, filtration

Darbe Etkisi Altında Bulunan Kompozit Kirişte Filtrelizasyonun Önemi

¹Zeynep Yaman ve ^{*2}Elif Ağcakoca

^{1,*2}Mühendislik Fakültesi İnşaat Mühendisliği Bölümü, Sakarya Üniversitesi, Türkiye

Özet

Yapının her elamanı gibi kirişler elemanları da, yapının kullanım ömrü boyunca çeşitli nedenlerden dolayı dinamik yüklerin etkisinde kalabilmektedir. İnşaat mühendisliğinde bu etkiler, daha çok deprem ve darbe yükü olarak bilinmektedir. Günümüzde terör olaylarının da artması ile darbe yükü, artarak önem kazanan bir yükleme durumu haline gelmiştir. Diğer yükleme deneylerinde olduğu gibi, darbe yükü etkisi altındaki yapılan deneylerde, numuneler çeşitli dış etkenlere maruz kalabilmektedir. Bu etkiler deney sonuçlarında sapmalar olabilmektedir. Sapmaların kaldırılması ve gerçek durumun doğru bir şekilde sunulması için filtreme işlemi büyük önem arz etmektedir. Bu çalışmada, içi beton ile doldurulmuş 2 çelik kutu profil numunesine, 200 cm yükseklikten, 220 kg vurma yükü uygulanmıştır. Bu yükleme altında numunede oluşan ivme-zaman, hız-zaman değerlerine uygun filtreme işlemi uygulanmış, sonuçlar değerlendirilmiştir.

Anahtar kelimeler: Darbe yükü, çelik kutu profil, filtrelizasyon.

*Corresponding author: Elif Ağcakoca Address: Faculty of Engineering, Department of Civil Engineering Sakarya University, 54187, Sakarya TURKEY. E-mail address: elifd@sakarya.edu.tr, Phone: +902642955753

1. Giriş

Darbe yükü etkisi altındaki yapılan deneylerde, sonuçlar çeşitli dış unsurlardan etkilenmektedir. Bu etki, elde edilen sonuçların değerlendirilmesi aşamasında önemli sinyallerin ayırt edilmesini zorlaştırmaktadır. Bu yüzden deney sonuçlarının değerlendirilmesinde filtreleme önem arz etmektedir.

Çalışma kapsamında 2 adet deney numunesi kullanılmaktadır. Deney numunesi deney düzeneğine yerleştirildikten sonra yükün etkileyeceği noktanın tam altına hassas ivme ölçerler yerleştirilmektedir. Yerleştirilen ivme ölçerler $0,10m/sn^2$ derecesinde hassas olduğu için, deney sırasında oluşan darbe yükünün yanında, dış ortam etkilerini de kayıt etmektedir. Bu etkiler ivme ölçerin ölçme hassasiyeti ile orantılı olmaktadır. Deney yapıldığı sırada oluşan rüzgar hatta yüksek ses gibi dış etkiler ivme değerlerine yansiyabilmektedir. İvme değerlerine uygulanan filtrelizasyon işlemi sayesinde bu tür dikkate alınmaması gereken birçok değer, deney sonuçlarından çıkartılabilmektedir. Dolayısı ile istenmeyen frekans içerikleri filtrelenmektedir.

Darbe yükü ve benzeri yük etkileri altındaki kompozit elemanların davranışları konusunda daha önce yapılmış çalışmalar bulunmaktadır. Deneyde kullanılan numune çelik kutu profilin içi beton ile doldurulmuş ve kompozit malzeme elde edilmiştir. Bu şekilde üretilen kompozit elemanlar yüksek derecede moment taşıma kapasitesine sahip oldukları için özellikle deprem bölgelerinde kullanılması tercih edilmektedir. Deney numunelerinde kullandığımız içi beton ile doldurulmuş kompozit eleman yapıda sadece kolon ve kiriş elemanı olarak değil, aynı zamanda özellikle çelik yapılarda kullanılan çapraz elemanların teşkilinde de kullanılmaktadır[1].

Wang, Han ve Hou çalışmalarında içi beton ile doldurulmuş kompozit kirişlere önce eksenel kuvvet uygulamış daha sonra yanal yönde darbe kuvvetine maruz bırakılmıştır[2]. Zeinoddini, Harding ve Parke yaptığı çalışmada silindirik geometriye sahip ön yüklemeye yapılmış kompozit kirişlerde darbe kuvvetinin etkisini incelemişlerdir[3]. Darbe yükü ve benzeri yük etkileri altındaki elemanların deney sonuçlarının filtrelizasyonu ve kompozit malzemelerin darbe yükü etkisi altındaki davranışları konusunda daha önce yapılmış çalışmalarda bulunmaktadır. Cain çalışmasında, çarpma yükü etkisi altında idealize edilmiş yük sinyallerine çeşitli filtreleme yaklaşımları uygulanarak, deneysel ve sayısal araştırmalar sonucu bir filtreleme tasarımı önermiştir[4].

Farooq ve arkadaşları, kompozit birleşim olan karbon elyaf panellere düz ve yuvarlak uca sahip elemanlar tarafından düşük hızda darbe etkisine maruz kalmaları sonucu oluşan tahribatın filtreleme yöntemi kullanarak eşik (ciddi hasarın başlangıcı) değerini tahmin etmeyi ve deneysel çıktılarla karşılaştırılmasını yapmışlardır[5]. Corigliano çalışmasında, dinamik yüklemeye tabi yapısal sistemler için eş zamanlı olarak durumun tahmin edilmesi ve yapısal parametrelerin kalibre edilmesi için analitik filtrelizasyon yaklaşımları araştırmalarda yer almıştır.[6].

Han ve arkadaşları, farklı kesitlere sahip yapı elemanlarında çelik tüp ve beton birlikteliği deneysel ve teorik olarak açıklamaya çalışmışlardır[7]. Bambach ve arkadaşları, Çelik içi boş paslanmaz çelik ve normal çelikleri darbe yükü altında, doldurulmuş durumlarıyla performanslarını karşılaştırmışlardır[8]. Han ve arkadaşları, içerisine yüksek mukavemetli beton doldurulan çelik tüp profillerin darbe yükü altında davranışını araştırmıştır [9].

2. Materyaller ve Yöntem

Numuneler Sakarya Üniversitesi bünyesinde bulunan Mustafa KAZAK laboratuvarında deneyimli personel ile birlikte hazırlanmıştır. Deney numunelerinin boyutu 120x80x3mm ebatlarında 1700mm uzunluğunda S235 çelik kutu profiller olacak şekilde belirlenmiştir. Bu kutu profillerin içerisine C20,C30 beton sınıflarına ait beton doldurulmuştur.

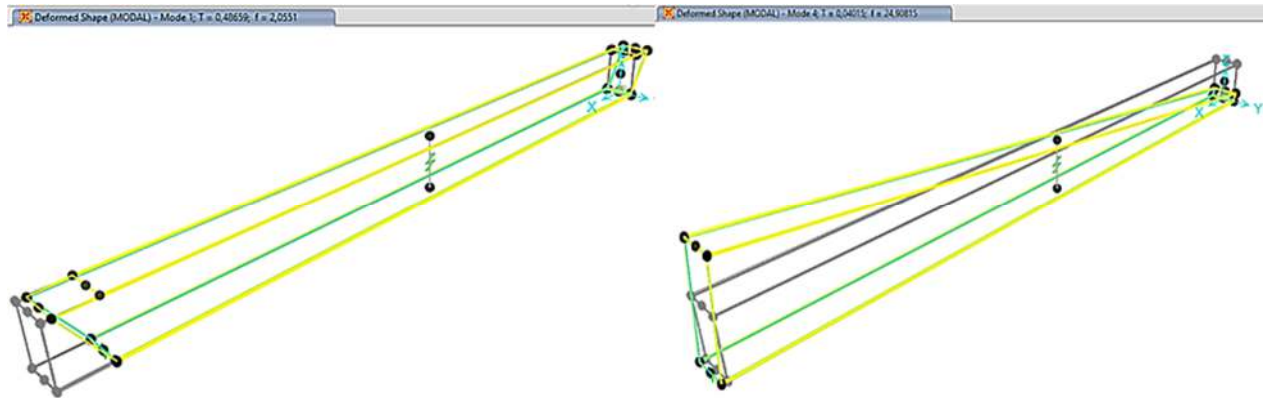
Deney düzeneğinin mesnetlerinin bir tarafı kayıcı, diğer tarafı sabit olarak imal edilmiştir. Deney numunesi bu sınır şartlarına sahip deney düzeneğine simetrik olacak şekilde yerleştirilmiştir. Deney numunesi, deney düzeneğine yerleştirirken düzenekteki çekiç etkisi yapacak yük başlığı numunenin tam ortasına gelecek şekilde kalibrasyon yapılmıştır.

Deney düzeneğinde bulunan 220kg ağırlığındaki çekiç yükü önceden belirlenmiş olan 2metre yüksekliğe kumanda yardımı ile çıkartılmıştır. Oluşabilecek olası risklerden dolayı ortam güvenliği sağlandıktan sonar, çekiç yük, serbest düşmeye maruz bırakılarak, numune üzerinde belirlenen noktaya darbe etkisi oluşturulmuştur. İvme ölçerler yükün düştüğü noktaya ve çekiğin üzerine monte edilmiştir. İvme ölçerler yerleştirilirken doğrultularına dikkat edilmiştir.

İvme ölçerlerden alınan değerler data logger aktarılmış daha sonra bilgisayar programları yardımı veriler işlenmiştir. Deney verilerinin işlenmesinde Sismo Signal programı kullanılmıştır. Filtrelisasyon işlemi uygulanırken, deney numunesinin doğal periyotları Sap 2000 programı ile hesaplanıp Sismo Signal programına filtre değeri olarak girilmiştir. Filtreleme yapılırken, yapının etkin modlarında oluşan doğal frekans değerlerinin dikkate alınmıştır. Darbe etkisinin doğru ve net olarak görülmesi için ivme değerleri filtrelenirken elemanın doğal frekans değerlerinin %10 oranında değişiklik yapılabilmektedir.

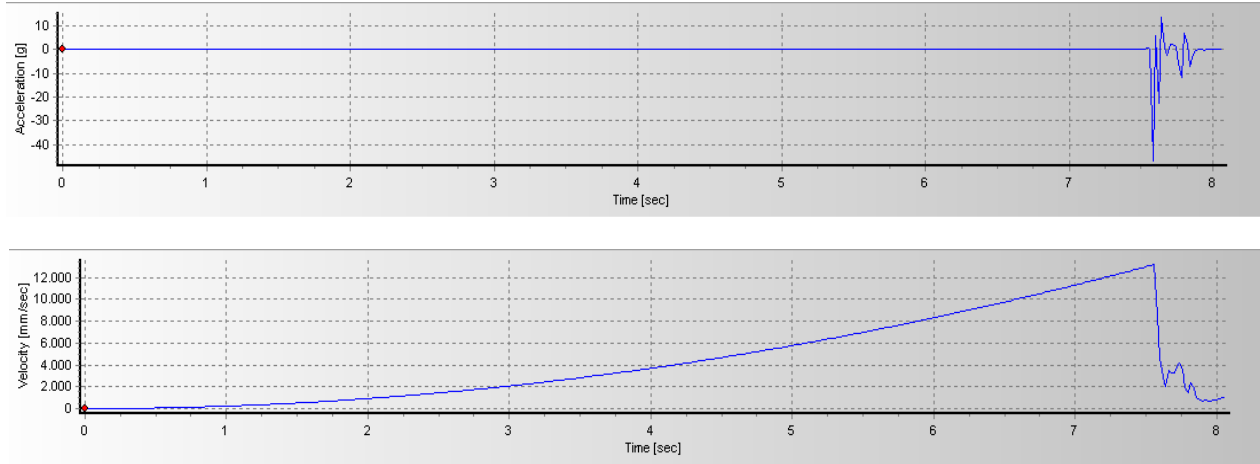
3. Deney Sonuçları

Yapılan deney sonuçlarında elde edilen ivme değerlerine, Sismo Signal programı yardımı ile filtrelisasyon uygulanmıştır. Filtrelisasyon değerleri Sap 2000 programından etkin kütle katılımının %70'den fazla olduğu mod değerlerindeki frekanslar dikkate alınarak elde edilmiştir(Şekil 1).

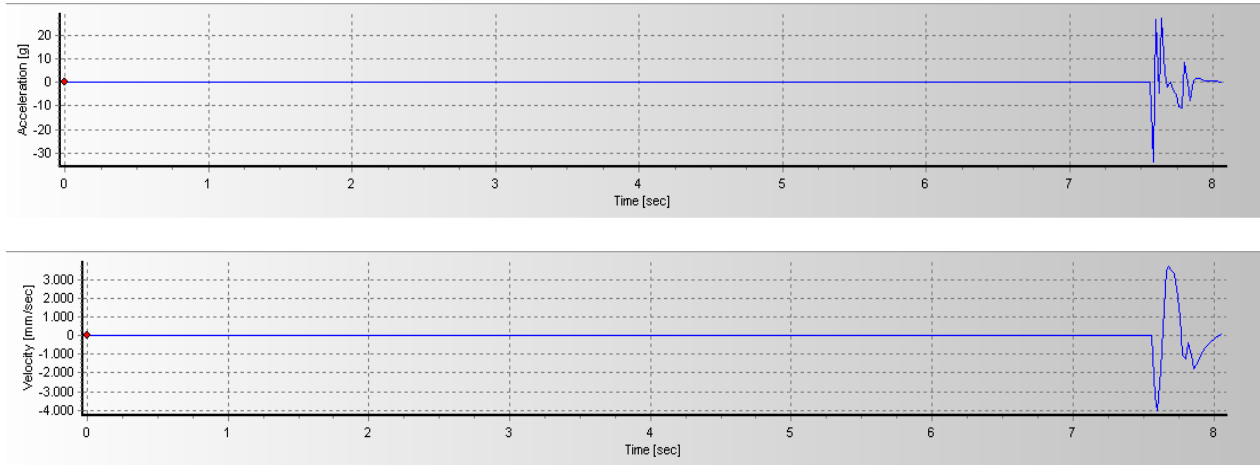


Şekil 1. Sap 2000 Etkin Kütle Oranlarının Mod Şekilleri

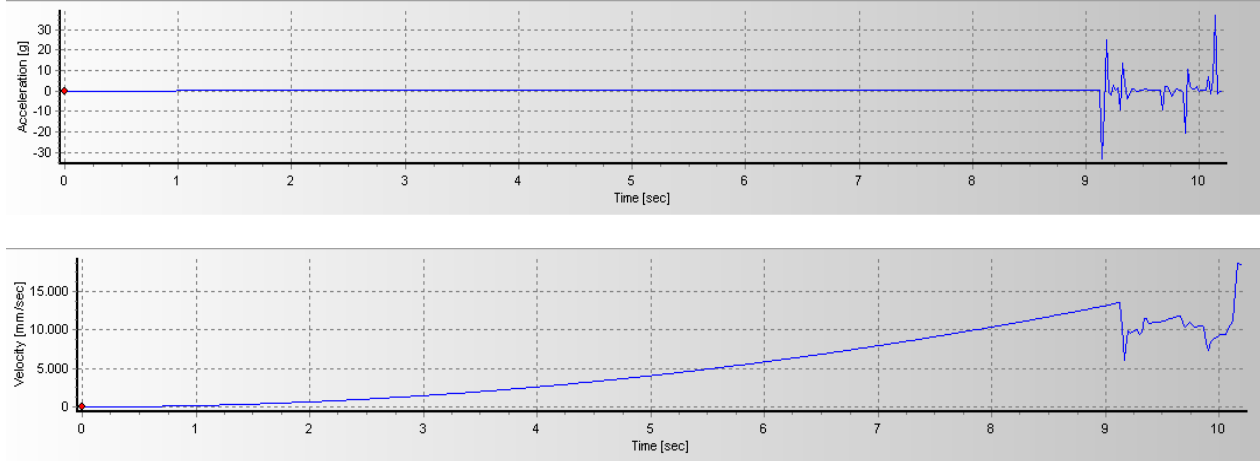
Deneyde kullanılan C20, C 30 beton ile doldurulmuş kompozit kutu profillerin ivme-zaman, hız-zaman grafikleri Şekil 2, Şekil 3, Şekil 4, Şekil 5’de verilmiştir. Tablo 1’de ise numunelere uygulanan filtrenin ivme ve hızda oluşturduğu değişiklik gösterilmektedir.



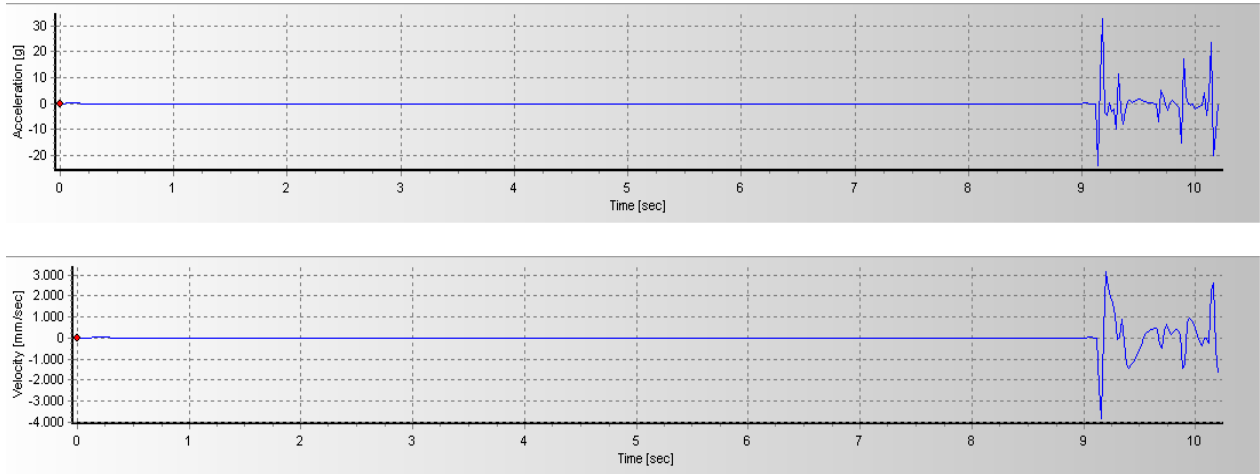
Şekil 2. C 20 beton ile doldurulmuş kompozit kirişin filtrenlenmemiş ivme-zaman, hız-zaman grafikleri



Şekil 3. C 20 beton ile doldurulmuş kompozit kirişin filtrenlenmiş ivme-zaman, hız-zaman grafikleri



Şekil 4. C 30 beton ile doldurulmuş kompozit kirişin filtrelenmemiş ivme-zaman, hız-zaman grafikleri



Şekil 5. C 30 beton ile doldurulmuş kompozit kirişin filtrelenmiş ivme-zaman, hız-zaman grafikleri

Tablo 1 C20 ve C30 dolgulu kompozit kirişin filtreli ve filtresiz ivme hız değerleri

Filtreleme durumu	C20 Beton		C30 Beton	
	İvme(g)	Hız(mm/sn ²)	İvme(g)	Hız(mm/sn ²)
Filtre uygulanmamış	49	13800	40	14000
Filtre uygulanmış	34.2	4000	32.71	3802

Sonuçlar

Yapı elamanlarının darbe yüküne karşı tasarımları için gerekli ivme-zaman, hız-zaman analiz grafiklerine uygulanan filtrelizasyon işlemi ile daha doğru değerler elde edilmektedir. Özellikle hız değerlerinde filtrelizasyon yapılması önemli olmaktadır. Ayrıca malzemenin özelliğine göre filtreleme değerleri değişiklik göstermektedir. C20 beton ile doldurulmuş numunede filtrelemenin etkisi ile ivme değeri %43 değerinde değişiklik olurken, C30 beton kalitesine sahip numunenin ivme değerinde %25 değişiklik olmaktadır.

Filtrelizasyon yapılırken, yapının etkin modlarında oluşan doğal frekans değerlerinin dikkate alınması gerekmektedir. Filtreleme etkisinin doğru ve net olarak görülmesi için ivme değerleri filtrelenirken elemanın doğal frekansın yaklaşık %10 oranında büyük ve küçük değerleri kullanılabilir. Böylece, incelenen numunelerin ivme ve hız değerlerinde filtrelemenin önemi açık şekilde görülmektedir.

Kaynaklar

- [1] Hajjar, J. F. (2000). Concrete-filled steel tube columns under earthquake loads. *Progress in Structural Engineering and Materials*, 2(1), 72-81.2000;2(1):1-10.
- [2] Wang, R., Han, L., H., Hou, C., C., Behavior of concrete filled steel tubular (CFST) members under lateral impact: Experiment and FEA model. *Journal of construction steel research*, 80 (01), pp. 188-201, 2012.
- [3] Zeinoddinia, M., Parkeb, G., A., R., Hardingb, J., E., Axially pre-loaded steeltubes subjected to lateral impacts (a numerical simulation). *International Journal of Impact Engineering* 35 (2008) 1267-1279, 2011.
- [4] Cain, P. J. (1986). Digital filtering of impact data. In *Instrumented Impact Testing of Plastics and Composite Materials*. ASTM International.
- [5] Farooq, U., & Myler, P. (2015). Prediction of load threshold of fibre-reinforced laminated composite panels subjected to low velocity drop-weight impact using efficient data filtering techniques. *Results in Physics*, 5, 206-221.
- [6] Corigliano, A., & Mariani, S. (2004). Parameter identification in explicit structural dynamics: performance of the extended Kalman filter. *Computer Methods in Applied Mechanics and Engineering*, 193(36), 3807-3835.
- [7] Han, L. H., Li, W., & Bjorhovde, R. (2014). Developments and advanced applications of concrete-filled steel tubular (CFST) structures: Members. *Journal of Constructional Steel Research*, 100, 211-228.
- [8] Bambach, M. R., Jama, H., Zhao, X. L., & Grzebieta, R. H. (2008). Hollow and concrete filled steel hollow sections under transverse impact loads. *Engineering structures*, 30(10), 2859-2870.
- [9] Han, L. H., Hou, C. C., Zhao, X. L., & Rasmussen, K. J. (2014). Behaviour of high-strength concrete filled steel tubes under transverse impact loading. *Journal of Constructional Steel Research*, 92, 25-39