8. DELME-PATLATMA SEMPOZYUMU

BİLDİRİLER KİTABI

PROCEEDINGS OF THE 8th DRILLING-BLASTING SYMPOSIUM

19-20 Kasım/November 2015, İstanbul



EDİTÖRLER/EDITORS

Ümit ÖZER

Abdulkadir KARADOĞAN

Türker HÜDAVERDİ

Ülkü KALAYCI

Meriç Can ÖZYURT

TMMOB

MADEN MÜHENDİSLERİ ODASI

İSTANBUL ŞUBESİ

MADEN MÜHENDİSLERİ ODASI MERKEZ YÖNETİM KURULU
THE EXECUTIVE BOARD OF THE CHAMBER OF MINING ENGINEERS

Başkan : Ayhan YÜKSEL
II. Başkan : Hüseyin Can DOĞAN
Yazman : Necmi ERGİN
Sayman : Mehmet ÖZYURT
Üyeler : Emre DEMİR
Mehmet ZAMAN
Emra ERGÜZELOĞLU

MADEN MÜHENDİSLERİ ODASI İSTANBUL ŞUBESİ YÖNETİM KURULU
THE EXECUTIVE BOARD OF THE CHAMBER OF MINING ENGINEERS ISTANBUL BRANCH

Başkan : Nedret DURUKAN
II.Başkan : Nihat Alpin MÜTEVELLİOĞLU
Yazman : Hürriyet DEMİRHAN
Sayman : Selçuk ŞİMŞEK
Üyeler : Burhan ERDİM
Zeynep SERTABİPOĞLU
Büşra ERTUĞRUL

© Kasım 2015. Tüm hakları saklıdır.
TMMOB Maden Mühendisleri Odası'nın yazılı izni olmaksızın bu kitap ya da kitabın bir kısmı herhangi bir biçimde çoğaltılamaz, yayınlanamaz.

ISBN: 978-605-01-0787-6

Basım Yeri:
Dinç Ofset Mat. Rek. San. ve Tic. Ltd. Şti.
Davutpaşa Cad. Emintaş Matbaacılar Sitesi
No: 103/580-581 Topkapı /Zeytinburnu/İstanbul
Tel: 0212 493 33 00

TMMOB Maden Mühendisleri Odası
Selanik Cad. No: 19/4 06650 Kızılay – Ankara
Tel : + 90 (312) 425 10 80 Fax: +90 (312) 417 52 90
Web: www.maden.org.tr E-posta: maden@maden.org.tr

TMMOB Maden Mühendisleri Odası İstanbul Şubesi
Büyükdere Cad. Çınar Apt. No: 95 Kat:8 Daire:31
Mecidiyeköy – İstanbul Fax: +90 (212) 356 74 12
Tel: +90 (212) 356 74 10 E-posta: istanbul@maden.org.tr

Sempozyum kitabının baskısı, **Çiftay İnşaat Taahhüt ve Tic. A.Ş.** tarafından gerçekleştirilmiştir.

YÜRÜTME KURULU / EXECUTIVE COMMITTEE

Başkan	Dr. Ümit ÖZER	(İÜ)
Başkan Yardımcısı	Nihat Alpin MÜTEVELLİOĞLU	(MMO)
Sekreterler	Dr. Abdulkadir KARADOĞAN	(BİLİMSEL) (İÜ)
	Mesut ERKAN	(TEKNİK) (MMO)
	Selçuk ŞİMŞEK	(SAYMAN) (MMO)
Üyeler	Necmi ERGİN	(MMO)
	Mehmet ÖZYURT	(MMO)
	Nedret DİNER DURUKAN	(MMO)
	Büşra ERTUĞRUL	(MMO)
	Hürriyet DEMİRHAN	(MMO)
	Nahit ARI	(MMO)
	Dr. Türker HÜDAVERDİ	(İTÜ)
	Umut ATLIHAN	(MMO)
	Ülkü KALAYCI	(İÜ)
	Meriç Can ÖZYURT	(İÜ)
	H. İbrahim İŞCEN	(KIRLIOĞLU)
	Müfit ERDİL	(KAPEKS)
	Hidayet OSMANOĞLU	(ORİCA)
	Gökhan HALICILAR	(NİTROMAK)
	Gökhan MERTLER	(YAVAŞÇALAR)
	Ümit KILIÇ	(MADSER)
	Bekir KARABEKMEZ	(MAKSAM)
	Oğuz ÖZKAZANÇ	(SOLAR)
	Orhan PATIR	(KOMANDO)

BİLİM KURULU / SCIENTIFIC COMMITTEE

Dr. Ömür ACAROĞLU	(İTÜ)	Dr. Ali KAHRİMAN	(OÜ)
Dr. Hakan AK	(OGÜ)	Dr. Abdulkadir KARADOĞAN	(İÜ)
Dr. Hürriyet AKDAŞ	(OGÜ)	Dr. Doğan KARAKUŞ	(DEÜ)
Dr. Nuri Ali AKÇIN	(BEÜ)	Dr. Celal KARPUZ	(ODTÜ)
Dr. Ufuk Gökhan AKKAYA	(İÜ)	Dr. Ayhan KESİMAL	(KTÜ)
Dr. Özgür AKKOYUN	(DÜ)	Dr. Ahmet Mahmut KILIÇ	(ÇU)
Dr. Raşit ALTINDAĞ	(SDÜ)	Dr. Mehmet Sıddık KIZIL	(QU)
Dr. Ercan ARPAZ	(KÜ)	Dr. Gürcan KONAK	(DEÜ)
Dr. Hasan Aydın BİLGİN	(ODTÜ)	Dr. Mustafa KUMRAL	(MU)
Dr. Nuh BİLGİN	(İTÜ)	Dr. Cengiz KUZU	(İTÜ)
Dr. Niyazi BİLİM	(SÜ)	Dr. Ahmet Hakan ONUR	(DEÜ)
Dr. Ahmet DAĞ	(ÇÜ)	Dr. Ümit ÖZER	(İÜ)
Dr. Hasan ERGİN	(İTÜ)	Dr. Hakan TUNÇDEMİR	(İTÜ)
Dr. Kazım GÖRGÜLÜ	(CÜ)	Dr. Bülent TÜTMEZ	(İÜ)
Dr. Mehmet Ali HİNDİSTAN	(HÜ)	Dr. G. Gülsev UYAR	(HÜ)
Dr. Türker HÜDAVERDİ	(İTÜ)	Dr. Önder UYSAL	(DÜ)
Dr. Melih İPHAR	(OGÜ)	Dr. Bahtiyar ÜNVER	(HÜ)
Dr. Sair KAHRAMAN	(HÜ)	Dr. Olgay YARALI	(BEÜ)

(İsimler soyadına göre alfabetik olarak verilmiştir.)

Betonarme Köprülerin Patlayıcı Kullanılarak Yıkımı

Demolition of Reinforced Concrete Bridges by Using Explosives

M.C. Özyurt, Ü. Özer, A. Karadoğan, Ü. Kalaycı
İstanbul Üniversitesi, Mühendislik Fakültesi Maden Mühendisliği Bölümü, Avcılar, İstanbul

U. Tutar, C. Erdoğan
Egenitro Patlayıcı Madde Tic. Ltd. Şti, İzmir

ÖZET Bu çalışmada, O4 otoyolu üzerinde Gebze mevkiindeki km: 46+320 ve km: 47+520 de bulunan betonarme köprülerin kontrollü patlatma ile yıkım aşamaları açıklanmıştır. İlk safhada köprülerin şekli, konumu ve durumu, betonarme malzeme özellikleri ile komşu yapılar dikkate alınarak yıkılma şekilleri ve patlatma tasarımları belirlenmiştir. Daha sonra oluşturulan bilgisayar modeli üzerinde patlatma tasarımı uygulanarak köprü davranışı ve yıkılma şekli simüle edilmiştir. Oluşturulan tasarım simülasyon modeliyle birlikte değerlendirilmiş ve köprülerin planlanan şekilde yıkılacağı ve beklenen ölçüde parçalanmanın oluşacağı öngörülmüştür.

Çalışma sonucunda, gerçekleştirilen yıkımın öngörülen şekilde gerçekleşip amacına hizmet ettiği, oluşan enkazın istenilen sürede kaldırılarak yolun tekrar trafiği açıldığı ve hiçbir çevresel hasarın oluşmadığı gözlenmiştir. Ayrıca çalışmada yıkımın teknik sonuçları incelenmiş, karşılaşılan problemlerin nedenleri ve çözüm önerileri bu irdelenmiştir.

ABSTRACT In this study, the controlled demolition of reinforced concrete bridges on O4 highway Km: 46+320 and Km:47+520 in Gebze is explained. In the first phase, considering the bridge plans, locations, states, material parameters and environmental factors, demolition designs and firing sequences for each bridges were determined. Afterwards the determined firing sequence is performed on the model, generated by using a simulation software. Based on the comparative results, it is noted that the buildings would be demolished as planned and the expected degree of fragmentation would be occurred.

At the end of the study, the demolition was completed, the bridges behaved as expected. Debris removal work was done in the specified period, the highway was opened for drivers. Otherwise, the technical results of the demolition are examined and the reasons and solutions of this results were discussed.

1 GİRİŞ

Ülkemizde, kentsel dönüşüm kapsamında yıkılması söz konusu olan milyonlarca yapı bulunmaktadır. Bu yapıların klasik yöntemlerle yıkımının uzun sürede gerçekleşmesi sonucu çevreye verilen rahatsızlık, yüksek maliyet ve emniyetsiz çalışma şartlarını beraberinde getirmektedir. Bu yüzden daha pratik yöntemlerin arayışına gidilmiştir. Bunun sonucunda, ülkemizde henüz uygulanmaya başlayan ve Ekim 2014'te yürürlüğe giren "Yapıların Tam ve Kısmi Yıkımı İçin Uygulama Kuralları" TS13633 standardında belirtilen kontrollü patlatma ile yapı yıkımı gündeme gelmiştir.

Patlayıcılarla köprü yıkımı birçok avantaj sağlamaktadır. Yoğun trafik akışı olan bölgelerde hızlı ve güvenli çalışma ihtiyacı patlayıcı ile yıkımı öne çıkarmaktadır. Ayrıca nehirlerin üstünde de yıkımın en kısa sürede yapılıp enkazın kaldırılması istenir. Patlayıcı ile yıkım bu şartları sağlamaktadır (Özer ve Karadoğan, 2012).

1.1 Betonarme Köprülerin Kontrollü Patlatma ile Yıkılması

Betonarme köprüler günümüz karayollarında sıkça kullanılan köprü türüdür. Bu tip köprülerde yük taşıyan kısımlar genellikle köprü hacminin büyük bir kısmını oluşturmaktadır (Özyurt, 2013).

Yıkımın kritik bölgeleri ayaklar ve kemerlerdir. Köprü birden fazla kemerden inşa edilmişse tüm kemerlerin aynı anda patlatılması tavisye edilir. Böylece bütün kemerler aynı şekilde zarar görüp çatlarlar ve kolay kırılırlar. Gecikmeli patlatma yapıldığı takdirde; yanlış hesaplanmış bir detay, yıkımı olumsuz yönde etkileyebilir. Köprünün ayakları ise, iyi hesaplanmış şarj miktarları kullanılarak parçalanmalıdır (Jimeno ve diğ., 1995; Özer ve Karadoğan, 2012).

Köprü yıkımında genel olarak yüksek hassasiyetli dinamitler, T.N.T. v RDX ile PETN içerikli plastik patlayıcılar kullanılmaktadır. Yüksek hassasiyetli dinamitler genellikle beton veya betonarme malzemede kullanılırken, lineer şekilli plastik patlayıcılar çelik malzemelerin yıkımında kullanılırlar. Beton veya betonarme malzemede patlayıcılar yapı elemanında delinen deliklere yerleştirilirken, çelik yapılarda patlayıcı yapı elemanının yüzeyine yerleştirilir (Koca, 2006; Extreme Explosions, 2010).

Sıkılama için kâğıt, kum, balçık, toprak ve sıva kullanılabilir. Yüzeysel patlayıcıların sıkılanmasında kum torbaları veya kontrplak ve dayanıklı kumaşlar birlikte kullanılır. Yüzeysel patlatmalarda şarjın nesne ile sıkı temas etmesi, şarjın da üzerinde sıkılama olması patlama etkisini artırır (Oloffson, 1980; Özer ve Karadoğan, 2012).

Köprü yıkımlarında da diğer tüm yıkımlarda olduğu gibi gerekli güvenlik sağlanmalıdır. Patlatma kaynaklı çevresel etkilere minimize etmek adına gerekli önlemler alınmalıdır. Özellikle trafik, geçici bir süre durdurulmalı ve patlama sonu gerekli kontroller yapıldıktan sonra açılmalıdır (Jimeno ve diğ., 1995; Özer ve Karadoğan, 2012, Özyurt, 2013).

1.2 Çalışmanın Amacı

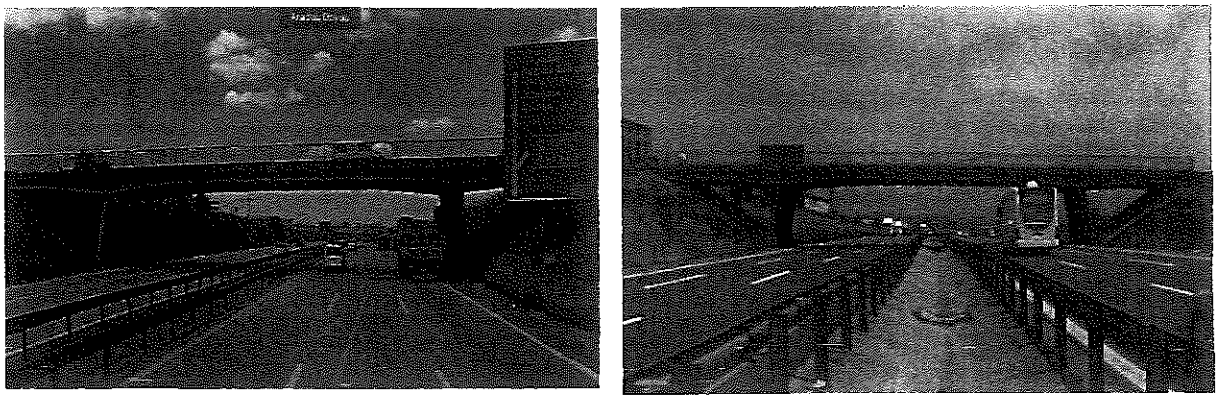
Bu çalışmanın amacı, O4 otoyolu üzerinde Gebze mevkiindeki km: 46+320 VE km: 47+520'de bulunan iki betonarme köprünün kontrollü patlatma ile yıkılmasıdır.

Bu amaç doğrultusunda, köprülerin projeleri incelenmiş, yerinde röleve yapılarak köprülerin projesine uygunluğu irdelenmiştir. Köprülerin üç boyutlu modeli, sonlu elemanlar prensibini baz alarak analiz yapan bir inşaat mühendisliği yazılımı kullanılarak oluşturulmuştur. Köprü özellikleri

(köprü geometrisi, betonarme malzeme özellikleri) ile çevresel faktörler göz önünde bulundurularak yıkım tasarımı yapılmıştır. Nihai tasarımlar, köprü modeli üzerinde test edilmiştir. Saha çalışmaları sonunda köprüler yıkıma hazır hale getirilmiştir. Güvenlik çalışmalarının tamamlanmasıyla yıkım gerçekleştirilmiştir. Yıkım tamamlandığında oluşan enkaz yığını incelenmiş, elde edilen bulgular değerlendirilmiştir.

2 KÖPRÜLER HAKKINDA GENEL BİLGİLER

Köprüler; İzmit İli, Gebze İlçesi sınırları içerisinde ve O4 Otoyolu üzerinde (km: 46+320 ve 47+520) bulunmaktadır (Şekil 1).

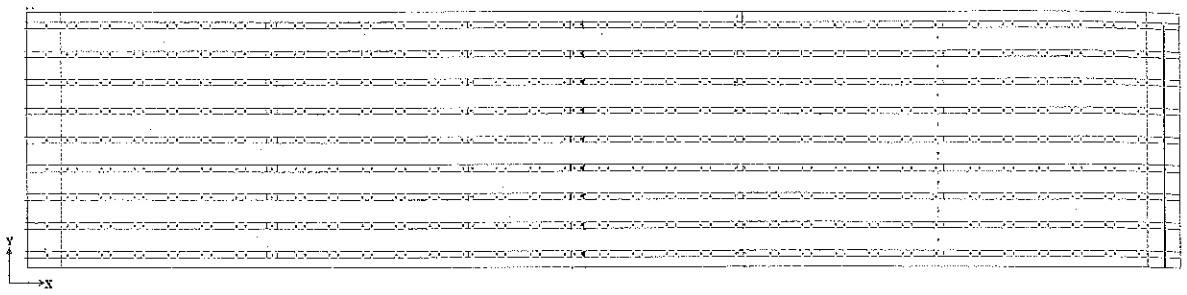


(a) (b)

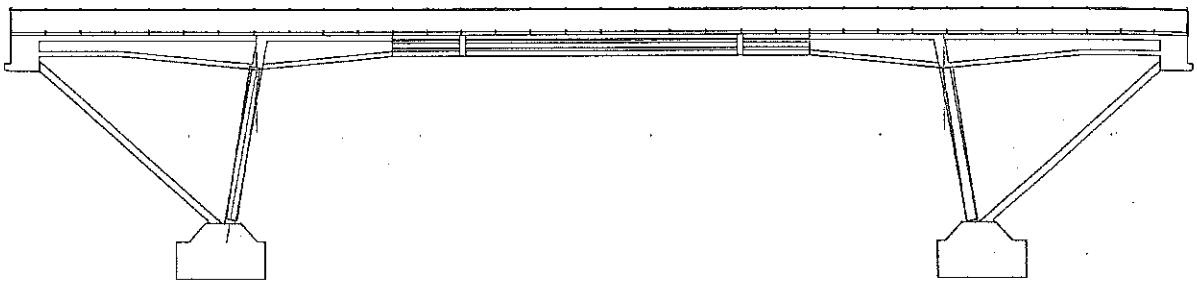
Şekil 1. (a) "Köprü 2" (KM 46+320), (b) "Köprü 1" (KM: 47+520).

Özel bir patlatma şirketinin köprülerle ilgili üniversite ekibine sunmuş olduğu bilgi ve belgeler detaylı olarak incelenmiştir. 2 adet köprünün her birinde; yaklaşık 0,8-1 m aralıklı 9 adet kiriş (25 cm x 80 cm x 10 m) ve 8 adet taşıyıcı ayak (45cm x 80 x 5,5 m) bulunduğu anlaşılmıştır (Şekil 2 ve 3). Köprülerde, beton içerisine sık aralıklarla yerleştirilmiş donatı çeliği ile betonarme malzemeyi çevreleyen çelik halatlar mevcuttur. Bu da, köprünün moment kuvvetine karşı gösterdiği direncin çok yüksek olmasına neden olmaktadır.

Köprülerin deprem performansı; taşıyıcı sistem geometrisi, yapı elemanlarının enkesit boyutları ile malzeme karakteristik özellikleri dikkate alınarak değerlendirilmiştir. Buna göre; köprülerin DBYBHY-2007'e göre can güvenliği performans seviyesinde olduğu anlaşılmıştır.

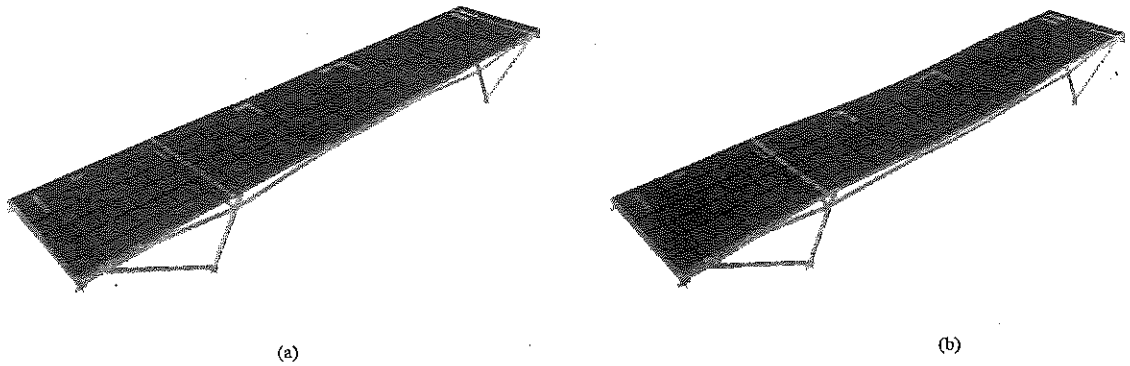


Şekil 2. Köprülerin Plan Görünümü



Şekil 3. Köprülerin Y Ekseninden Görünümü

Köprüler, sonlu elemanlar yöntemini baz alarak hesaplama yapan bir simülasyon yazılımında modellenmiş, ölü yük altındaki davranışları incelenmiştir (Şekil 4).



(a) (b)

Şekil 4. (a) Köprünün üç boyutlu modeli, (b) Köprünün ölü yükler altındaki davranışı.

Şekil 4'te görüldüğü üzere; köprünün iç kısımlarında deplasmanlar görülmektedir. Bunun nedeni köprünün mesnet noktalarının köprünün uç kısımlarda olmasıdır.

3 YIKIM TASARIMI

Köprülerin betonarme malzeme özellikleri, taşıyıcı sistem geometrisi, çevre yapıların konumu ve mesafeleri ile risk durumları göz önünde bulundurularak, yıkım şekline karar verilmiştir.

Literatürde (Jimeno ve diğ., 1996; Özer ve Karadoğan, 2012; Özyurt, 2013), köprü yıkımlarında tüm patlayıcıların aynı anda patlatılmasını tavsiye etmektedir. Ancak, köprülerin konumu ve köprü mesnetlerinin risk noktalarına olan mesafesi göz önünde bulundurulduğunda bu tekniğin uygulanması ile oluşacak titreşim ve gürültünün yerleşim birimlerine hasar meydana getireceği öngörülmüştür. Bu nedenle, gecikmeli patlatma uygulanmıştır.

Gecikmeli patlatma sonucu taşıyıcı elemanlar üzerinde oluşacak moment kuvveti, köprünün eşik değerinin çok altında olması otojen kırılmaya imkan vermemektedir.

Yıkım sonucu, ikincil kırma işlemine gerek görülmeyecek bir moloz yığını açığa çıkması için şarj miktarı yüksek tutulmalıdır. Ancak bu durum çevresel riskleri arttıracaktır. Bu nedenle; betonarme malzemenin deforme olması amaçlanmıştır.

Köprülerin yenilmesi için gereken patlayıcı madde miktarını hesaplamak için Thomas'ın geliştirdiği hacme bağlı şarj miktarı hesabı (Eşitlik 1) kullanılmıştır. Tecrübe katsayısı (q), literatürdeki benzer çalışmalar incelenerek tespit edilmiştir.

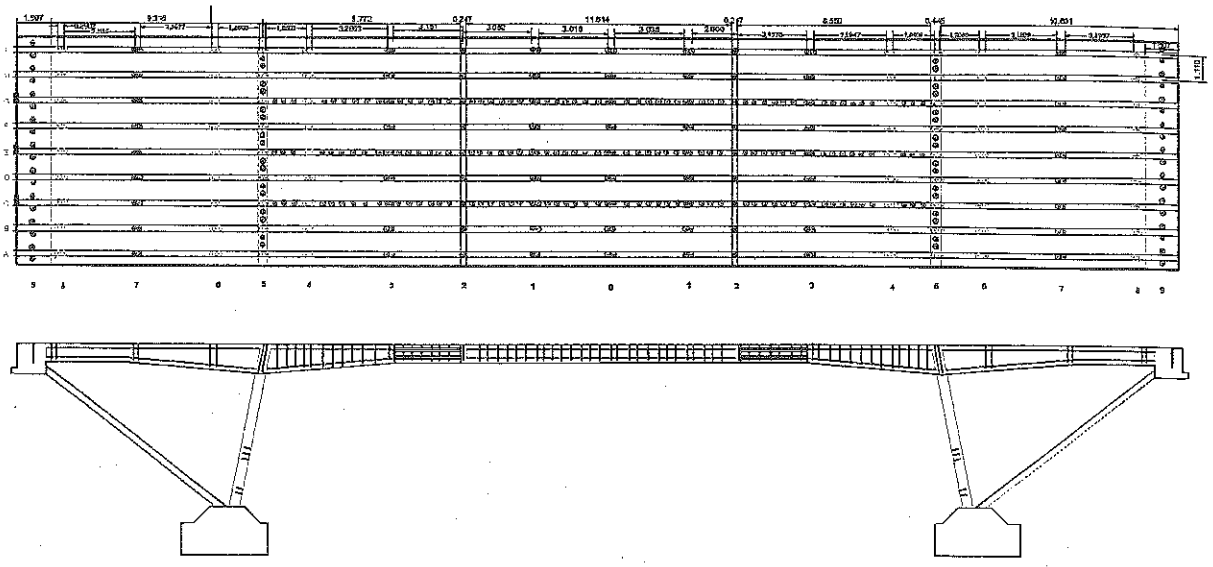
$$L = V*q \quad (1)$$

Burada;
L: Şarj miktarı (kg) ,
V: Taşıyıcı elemanın hacmi (m^3),
q: Tecrübe katsayısı

Köprülerin kontrollü patlatma ile yıkım tasarımına ait parametreler Çizelge 1'de, delik geometrisi Şekil 5'te verilmiştir.

Çizelge 1. Köprülerin kontrollü patlatma ile yıkım tasarımı parametreleri

Tasarım Parametreleri	Birim	Değer	Tasarım Parametreleri	Birim	Değer
Kolon (Köprü Ayağı) Sayısı	Adet	8	Kirişlerdeki Toplam Delik Sayısı	Adet	509
Patlayıcı Konulacak Kolon Sayısı	Adet	8	Köprüdeki Toplam Delik Sayısı	Adet	589
Bir Kolondaki Delik Sayısı	Adet	10	Toplam Patlayıcı Miktarı	Kg	125
Kolonlardaki Toplam Delik Sayısı	Adet	80	Toplam Kapsül Miktarı	Adet	2500
Köprü Kiriş Sayısı	Adet	9	İnfilaklı Fitil	Metre	500
Patlayıcı Konulacak Kiriş Sayısı	Adet	9	Kirişlerdeki Toplam Delik Sayısı	Adet	509



Şekil 5. Köprülerdeki Patlatma Geometrisi Plan ve Kesit Görünümü

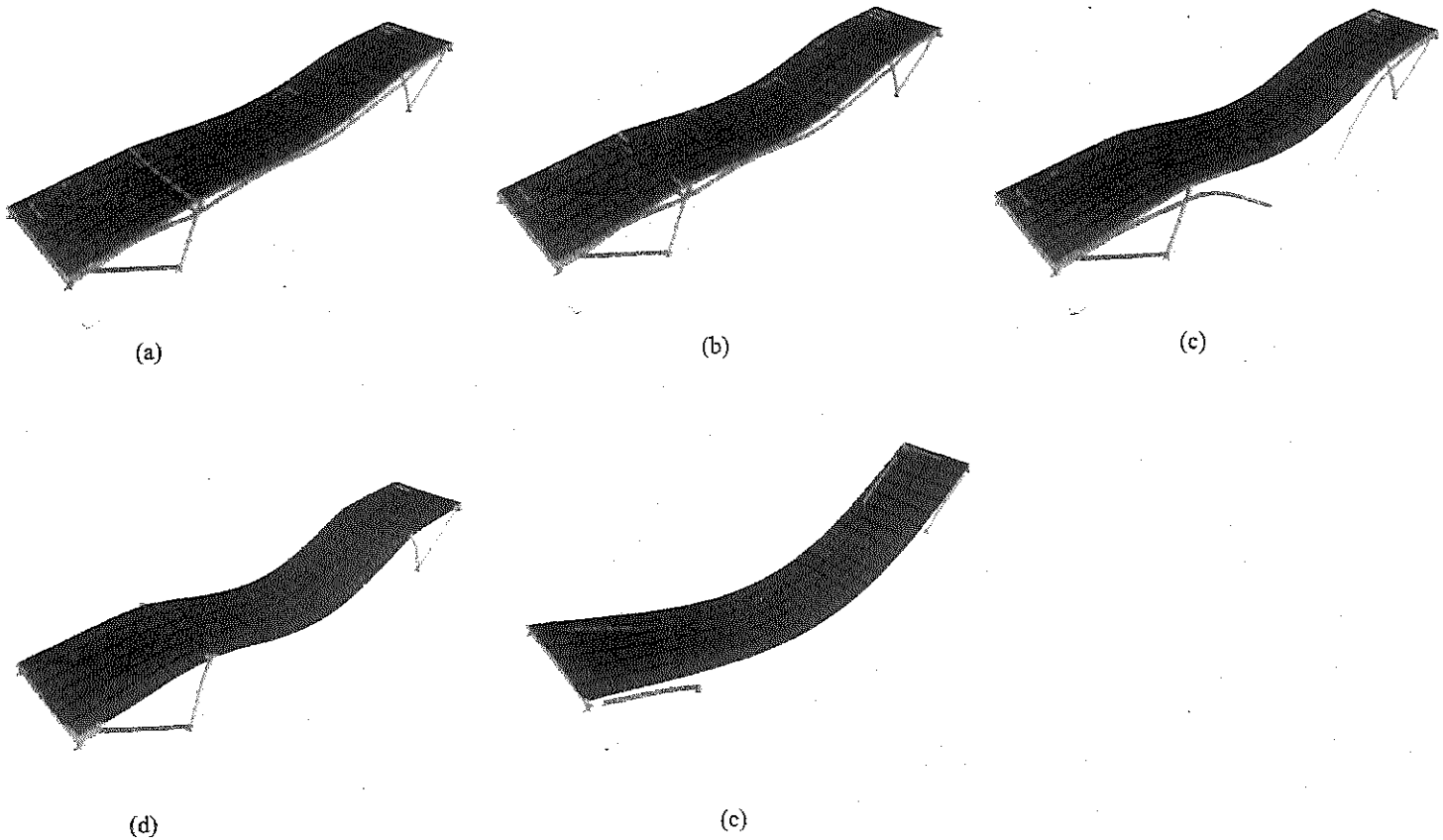
Nihai tasarımlar, simülasyon yazılımı kullanılarak oluşturulan üç boyutlu model üzerinde test edilmiştir (Şekil 6).

4 GÜVENLİK ÖNLEMLERİ

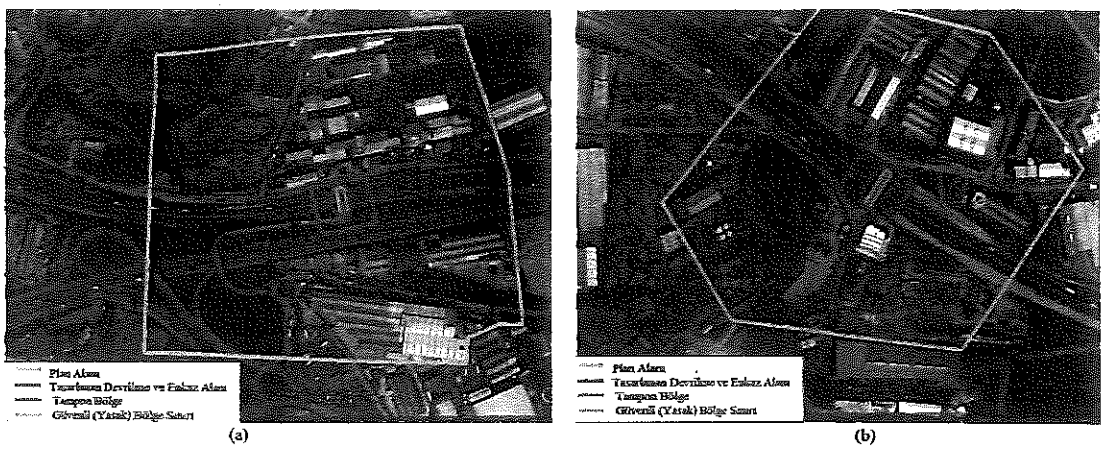
Yıkım esnasında oluşması muhtemel çevresel etkilerin önlenmesi veya en aza indirilmesi yönünde yapılacak çalışmaların başında patlatma öncesi ve sonrasında patlatma alanını da içine alan "Güvenli (yasak) bölge'nin" oluşturulması işlemi gelmektedir.

Güvenli bölgenin oluşturulmasının temel amacı patlatma sırasında yıkım olayını izlemesi muhtemel seyirci kitlesinin ve civarda ikamet eden insanların ve yapıların güvenliğini sağlamak ve patlatma kaynaklı muhtemel etkilerden izole etmektir.

Güvenli bölge üzerinde, yapının durumu, patlayıcı çeşidi ve miktarı, çevre yapıların varlığı ve konumu direk olarak etkilidir. Bunlara ilaveten çalışmayı izlemek için bölgede bulunan halkın güvenliği de göz önünde bulundurularak, oluşturulan güvenli bölgenin kısımları ve sınırı Şekil 7'de gösterilmiştir.



Şekil 6. Yıkım Simulasyonu, (a) t =0,4. sn (b) t =0,8. sn (c) t =1,2. sn (d) t =1,6 sn (e) t =2. Sn



Şekil 7. (a) "Köprü 2"nin Çevresinde Oluşturulması Gereken Güvenli Bölgenin Kısımları ve Sınırı, (b) "Köprü 1"in Tipi Köprü Çevresinde Oluşturulması Gereken Güvenli Bölgenin Kısımları ve Sınırı.

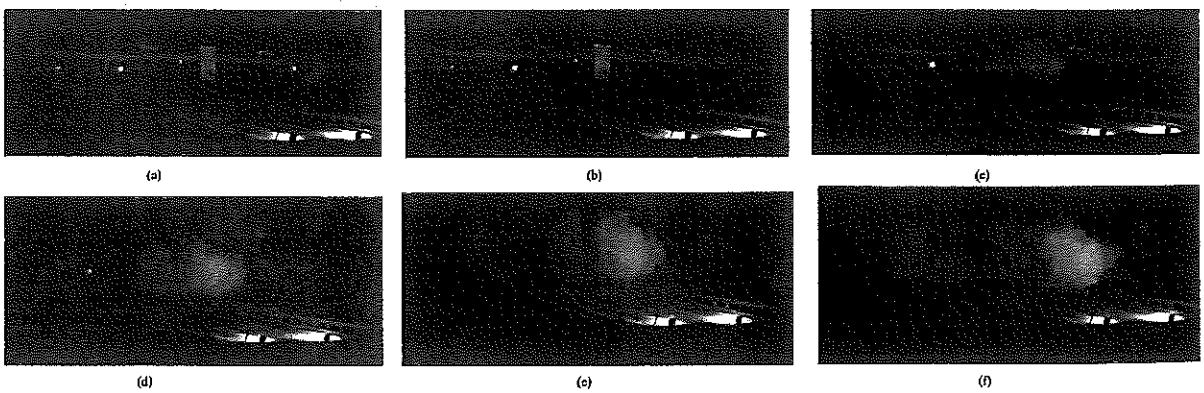
Kontrollü yapı yıkımlarında meydana gelebilecek çevresel etkilerden bir diğeri de taş savrulmasıdır. Yıkımı planlanan köprülerin çevresinde yerleşim birimleri bulunduğundan ötürü, patlayıcı yerleştirilecek kolon ve kiriş gibi yapı elemanlarının üzerinde koruma malzemelerinin kullanılması sağlanmıştır.

Yıkımdan birkaç saat önce otoban trafiğe kapatılmış, güvenli bölge içerisine yaya ve taşıt sokulmamıştır.

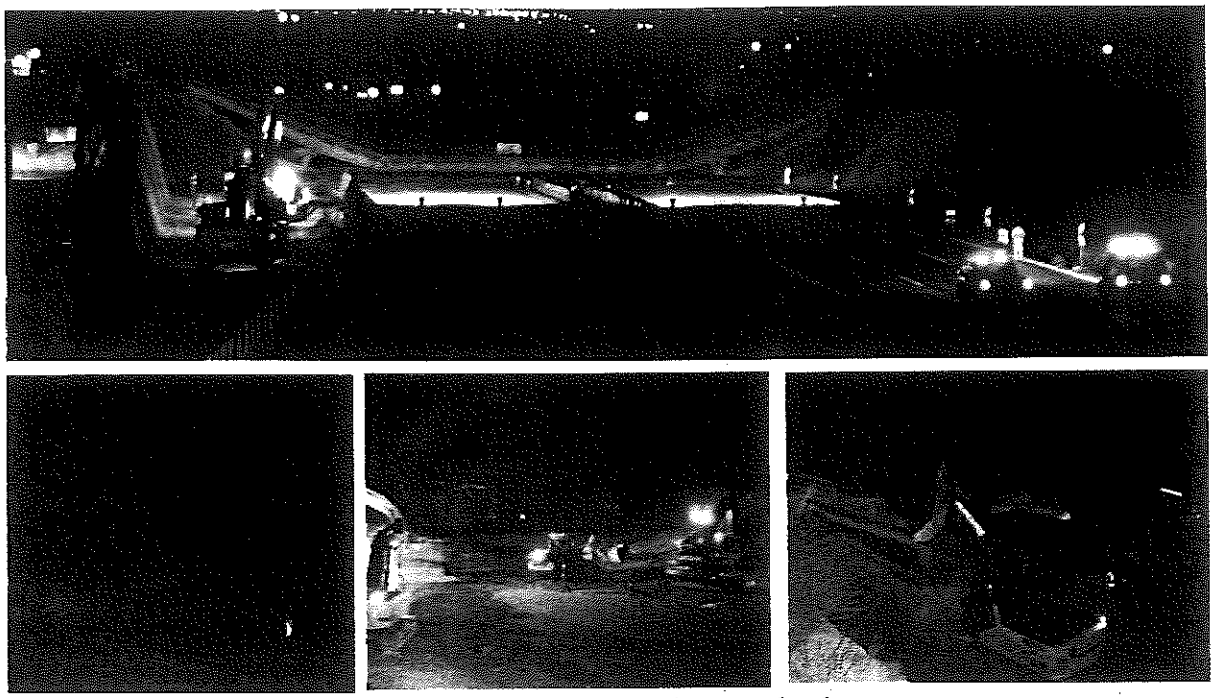
5 YIKIM SONUÇLARININ DEĞERLENDİRİLMESİ

Köprüler, Şekil 6'da sunulan yıkım simülasyonunda görüldüğü gibi yıkılmıştır (Şekil 8). Yıkım tamamlandığında yerinde yapılan incelemelerde; köprü mesnetlerinin zeminden ayrıldığı, istenilen enkaz alanı içerisinde yıkıldığı görülmüştür.

Beton malzemesinin deforme olup parçalandığı tespit edilmiş, ancak beton donatından sıyrılamadığı için enkaz nihai halinde bir bütün olarak kalmıştır (Şekil 9). Bu durum öngörüldüğünden, kırıcı makineler hazır bekletilmiş, yıkım sonucu oluşan enkazı yükleme ve taşımaya hazır hale getirmiştir. Enkaz, istenilen süre zarfından kaldırılmış, otoban trafiğe açılmıştır.



Şekil 8. Yıkım öncesinde ve yıkım anında binaların görüntüsü



Şekil 9. Yıkım sonucu oluşan enkazlar

Yıkım sonunda, ilgili yerleşim biriminde gözle görülür düzeyde maddi ve manevi herhangi bir hasar meydana gelmemiştir.

6 SONUÇLAR

Bu çalışma da, O4 otoyolu üzerinde Gebze mevkiindeki km: 46+320 ve km: 47+520'de bulunan iki betonarme köprü kontrollü patlatma ile yıkılmıştır.

Proje aşamasında; köprünün yapısal özellikleri ve çevresel faktörler göz önünde bulundurulmuş, ve ikincil kırma işlemini gerektirmeyen bir enkaz yığınının ortaya çıkartılamayacağı öngörülmüştür. Bunun sebepleri aşağıda belirtilmiştir;

Literatürde; köprü yıkımları için tüm patlayıcıların aynı anda patlatılması tavsiye edilmektedir. Ancak, köprülerin etrafında yerleşim birimlerinin bulunması ve köprü mesnetlerinin bu yerleşim birimlerine yakın olması gecikmeli patlatmayı kaçınılmaz kılmıştır.

Köprülerin çekme dayanımı, donatı yapısı ve çelik halatlardan ötürü oldukça yüksektir. Bu nedenle, ateşleme süresince artan moment kuvvetine karşı köprünün yenilmesi güçtür. Bu durum, otojen kırılma ihtimalini ortadan kaldırmıştır.

Otojen kırılma ihtimalinin ortadan kalkması ile beraber köprülerin patlayıcı maddenin etkisi ile parçalaması gerektiği anlaşılmıştır. Ancak, Köprüdeki donatı ve çelik halatların yenilmesi için kullanılması gereken patlayıcı madde miktarı, çevresel riskleri arttırmaktadır.

Yukarıda belirtilen bilgiler ışığında, köprünün deforme olması ve kırıcı makineler ile rahat bir şekilde molozlarına ayrılması amaçlanmıştır. Uygun patlatma tasarımları yapılarak köprülerin üzerinde uygulanmıştır.

Şekil 6'da sunulan yıkım simulasyonunda öngörüldüğü gibi köprü mesnetleri zeminden ayrılmış ve köprü enkaz alanı içinde yıkılmıştır. Beton malzemesinin deforme olup parçalandığı

tespit edilmiş, ancak beton donatından sıyrılamadığı için enkazın nihai halinde bir bütün olarak kaldığı gözlemlenmiştir. Bu durum öngörüldüğünden, kırıcı makineler hazır bekletilmiş ve yıkım sonucu oluşan enkaz, yükleme ve taşımaya hazır hale getirmiştir. Enkaz yığını istenilen süre zarfında kaldırılmış, otoban tekrar trafiğe açılmıştır.

Yıkım sonunda, ilgili yerleşim biriminde gözle görülür düzeyde maddi ve manevi herhangi bir hasar meydana gelmemiştir.

Bu çalışma, Türkiye'de uygulama bakımından pek çok ilki barındırmakla birlikte akademik olarak analiz yapılan ilk köprü yıkım tasarımı olma özelliği taşımaktadır.

KAYNAKLAR

Deprem Yönetmeliği, 1998, Afet Bölgelerinde Yapılacak Yapılar Hakkında Yönetmelik

Dowding, H.C., 1996, Construction Vibration, pp. 265-283, Prentice Hail, Upper Saddle River, NJ, U.K.

Extreme Explosions, 2010, Discovery Channel Belgesel Seti.

Gustaffson, R., 1981, Blasting Technique, Dynamit Noben Wien, Vienna, 327 s.

Jimeno, C.L., Jimeno, E.L., Curceda R.J.A, 1995, "Drilling and Blasting of Rocks", A.A. Balkemo, Rotherdam, pp. 312-322.

Koca, O., 2006, "Patlayıcı Maddelerle Kontrollü Yapı Yıkımı", Yüksek Lisans Tezi, İstanbul Teknik Üniversitesi, İnşaat Mühendisliği Bölümü

Oloffson, S.O., 1980, Applied Explosives Technology for Construction and Mining, pp. 268-277.

Özer, Ü.; Karadoğan, A., 2012, "Patlatmali Yapi Yikim Tekniği, Binalarda Patlayıcı Kullanılarak Yıkım Tekniği", İleri Yıkım Teknikleri Eğitimi, TMMOB.

Özyurt, M.C., 2013, "Patlayıcı Madde Kullanılarak Yapıların Kontrollü Yıkılması ve Verimliliğinin İncelenmesi", Yüksek Lisans Tezi, İstanbul Üniversitesi, Maden Mühendisliği Bölümü.

Özyurt M.C., Özer Ü., Karadoğan A., "Edirne Kapıkule Gümrük Lojman Binalarının Kontrollü Patlatma Ile Yıkımı", VII. Delme-Patlatma Sempozyumu, ESKİŞEHİR, TÜRKİYE, 07-08 Kasım 2013, ss.21-33

Stevenston, A., 1972, Blasting Practice, Nobel's Explosives Company Limited, Scotland, 284 p.

Şimşir, F. Ve Köse, H., 1996, Yapı Yıkımında Patlatma Uygulamaları, T.M.M.O.B. Madencilik Dergisi, Ankara , 3, 39-56.

TS13633, 2014, Yapıların Tam ve Kısmi Yıkımı İçin Uygulama Kuralları, Türk Standartları Enstitüsü, Ankara.