

# 8. DELME-PATLATMA SEMPOZYUMU BİLDİRİLER KİTABI

PROCEEDINGS OF THE 8<sup>th</sup> 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, yayımlanamaz.*

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 AKÇİN	(BEÜ)	Dr. Celal KARPUZ	(ODTÜ)
Dr. Ufuk Gökhan AKKAYA	(İÜ)	Dr. Ayhan KESİMAL	(KTÜ)
Dr. Özgür AKKOYUN	(DÜ)	Dr. Ahmet Mahmut KILIÇ	(ÇÜ)
Dr. Raşit ALTINDAĞ	(SDÜ)	Dr. Mehmet Siddik 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.)

## Tüm Emek İş Sitesi Binalarının Patlayıcı Kullanılarak Yıkımı *Demolition of the Tüm Emek İş Buildings by Using Explosives*

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

U. Tutar  
*Egenitro Patlayıcı Madde Tic. Ltd. Şti, İzmir*

B. Demir, F. Toprak  
*T.C. Çevre ve Şehircilik Bakanlığı, İstanbul.*

**ÖZET** Ülkemizde kentsel dönüşüm kapsamında yıkılacak birçok eski veya hasar görmüş yapı olması, araştırmacıları bu konuya yönlendirmiştir. Yurt dışında yıllardır başarılı bir şekilde uygulanan patlayıcı ile kontrollü yapı yıkımı, avantajları hesaba katıldığında dikkate değer bir tekniktir.

Bu çalışmada, T.C. Çevre ve Şehircilik Bakanlığı, Kentsel Dönüşüm ve Altyapı Hizmetleri Genel Müdürlüğü tarafından kentsel dönüşüm çalışmaları kapsamında, İstanbul ili Kartal ilçesinde bulunan Tüm Emek İş Sitesi'ne ait 4 adet binanın 17 Ağustos 2013 tarihinde kontrollü patlatma tekniği ile yıkımına karar verilmiştir.

Binaların planı, konumu ve durumu, betonarme malzeme özellikleri ile komşu yapılar dikkate alınarak yıkılma şekilleri ve patlatma tasarımı belirlenmiştir. Model üzerinde patlatma tasarımı uygulanarak bina davranışı ve yıkılma şekli simüle edilmiştir. Ateşleme süresi boyunca kolonlara tesir eden yüklerin kolonların taşıma kapasitelerinin üzerine çıktığı görülmüştür. Bu simülasyondan yola çıkarak binaların planlanan şekilde yıkılacağı ve beklenen ölçüde parçalanmanın oluşacağı öngörülmüştür.

Yıkım tamamlandığında, sonucun planlama aşamasında öngörülen şekilde gerçekleştiği sonucuna ulaşılmıştır.

**ABSTRACT** New techniques are sought in the concept of urban transformation in our country because there are many of the old or damaged buildings that are needed to be demolished. Considering the advantages, controlled structure destruction by explosives is a remarkable technique that is applied successfully in abroad countries for years.

In this study, the controlled demolition of Tüm Emek İş Buildings by using explosives was done in August 17, 2013 within the scope of urban renewal works by T.C. Environment and Urban Ministry.

Considering the building plan, location, state, material parameters and environmental factors, demolition designs and firing sequences for each buildings were determined. The determined firing sequence was performed on the model. Based on this simulation, the buildings would be demolished as planned and the expected degree of fragmentation would be occurred.

When the demolition is completed, the results were consistent with the expectations.

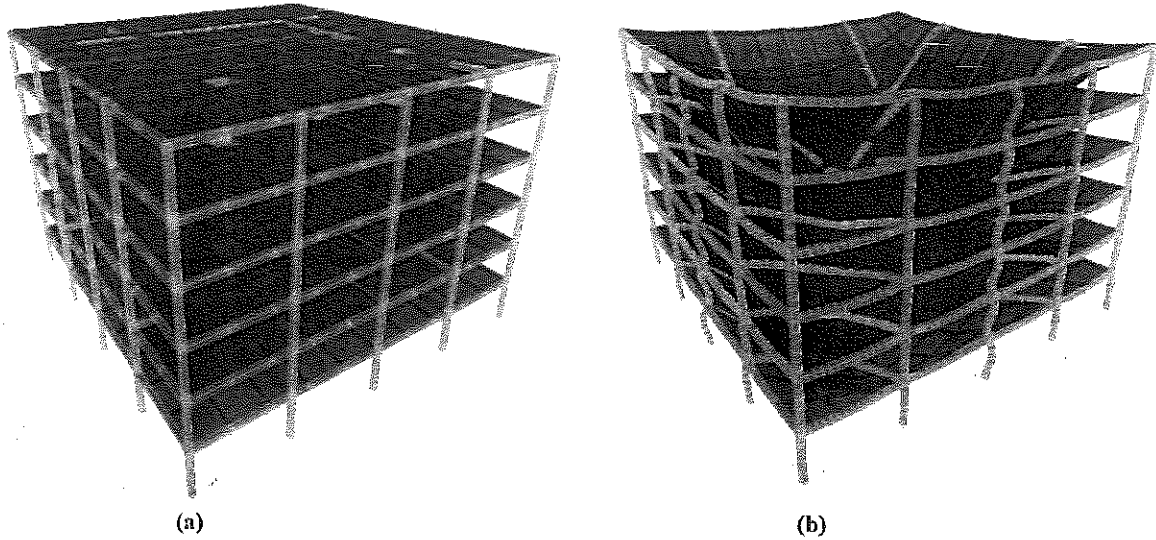
## 1 GİRİŞ

Ülkemizde, kentsel dönüşüm kapsamında yıkılması söz konusu olan milyonlarca bina bulunmaktadır. Bu binaların 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.

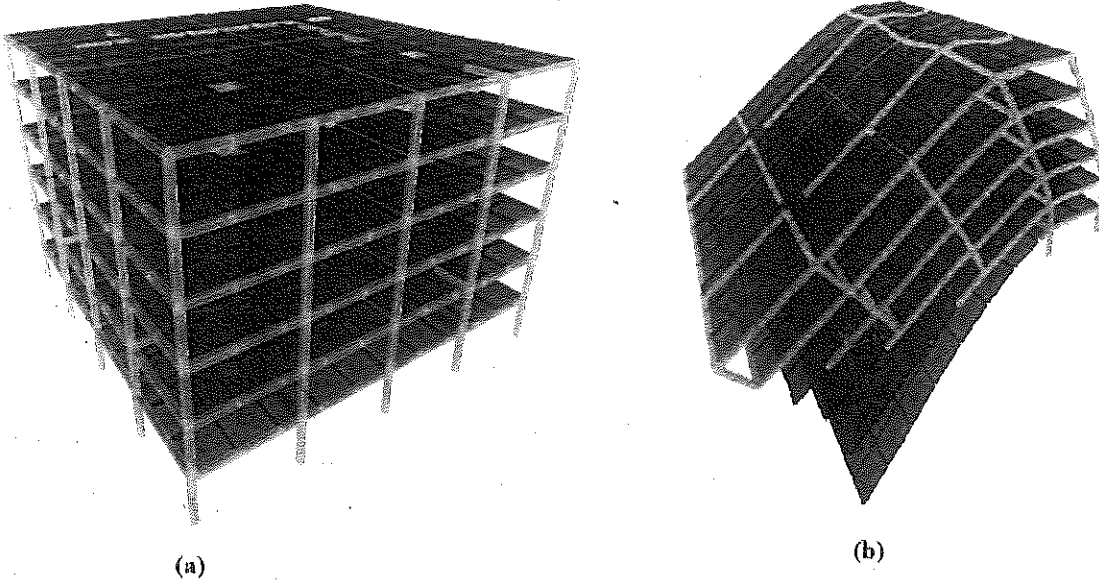
Patlatma ile yıkım metodu, alt katlarda mevcut olan taşıyıcı elemanların patlayıcı kullanılarak parçalanması ile geri kalan taşıyıcı elemanların artan basınç ve/veya moment yükü karşısında yenilmesi sonucu yapının yıkılmaya başlaması prensibine dayanır (Özyurt, 2013).

Binanın kontrollü patlatma ile yıkılmasında, genel bir tasarım önerisi sunulamaz. Çünkü çevresel faktörler (komşu yapılar) ile bina özellikleri (konumu, planı, malzeme özellikleri vs.) her bir bina için farklılık göstermektedir. Bina özellikleri ile çevresel faktörler dikkate alınarak, amaca uygun yıkım tasarımı önerilmelidir (Dowding, 1996; Özyurt, 2013).

Yapıların, patlatma ile kontrollü yıkımı için iki yöntem uygulanmaktadır. İlki; yapının ağırlık merkezinin değiştirilmesi sonucu yana devrilmesidir. İkincisi ise; yapının taşıyıcı elemanlarından bir kısmının taşıyıcı özelliğini yitirmesi ile diğer yapı elemanlarının artan yük karşısında deforme olması sonucu yapının bulunduğu sınırlar içerisinde çökmesidir. Bu iki metodun birlikte kullanıldığı uygulamalar da görülmektedir. Şekil 1 ve 2'de bu iki yöntemin model üzerinde uygulanması ile bina davranış modeli sırasıyla sunulmuştur (Özyurt, 2013).



Şekil 1. Betonarme binanın kendi içine doğru çökertilmesi (Özyurt, 2013)



Şekil 2. Betonarme Binanın Yana Devrilmesi (Özyurt, 2013)

Stevenston (1972), Olofsson (1980), Gustafsson (1981), Jimeno (1995), Dowding (1996), gibi araştırmacılar patlayıcı kullanılarak yapı yıkımına değinmişlerdir. Gustafsson (1981), yapı elemanlarının patlayıcı kullanılarak yıkılmasına dair patlatma tasarımı önerilerinde bulunmuştur. Hauser, Werner ve Thomas ise şarj miktarının belirlenmesi üzerine çalışmalar yapmıştır (Şimşir ve Köse, 1996; Koca, 2006; Özer ve Karadoğan, 2012).

Yapı 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).

Patlatma kaynaklı çevresel etkiler; parça savrulması, yer sarsıntısı, gürültü ve toz oluşumudur.

Parça savrulmasından oluşabilecek hasarın önüne geçmek adına patlayıcı yerleştirilen yapı elemanları jeotekstil malzeme ve tel örgü ile sarılmalıdır. Bununla birlikte, binanın yıkım esnasında enkaz alanı dışına parça savrulmasına imkan veren açık kısımları da jeotekstil malzeme ve tel örgüler ile çevrelenmelidir.

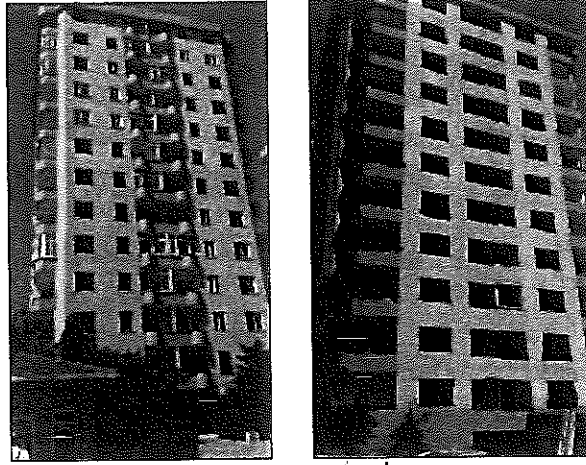
Gürültüden oluşabilecek rahatsızlıkların önüne geçmek için çevre sakinleri ve ilgili personel kişisel koruyucu kulaklık kullanabilir ve gürültü oluşumunu minimize etmek üzere patlayıcı yerleştirilen yapı elemanı cam yünü ile sarılabilir (Özyurt, 2013; Özyurt ve diğ., 2013).

Patlamanın gerçekleşmesi ve yapının yıkılıp yere çarpması sonucu oluşacak yer sarsıntısını azaltmak için darbe emici özellikte olan koruyucu malzemeler veya inşaat molozları yapının devrileceği alana serilebilir (Özyurt, 2013).

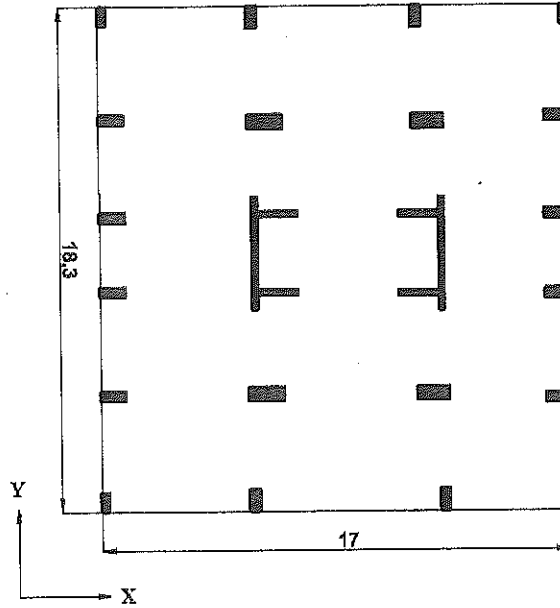
Yıkım süresince toz oluşumunun tamamen önüne geçmek oldukça güçtür. Bu hususta, yapı ıslatılabilir veya yıkım anında yapı, su püskürtme makineleri ile sulanabilir (Özyurt, 2013).

## 2 TÜRMEK İŞ SİTESİ

Türme İş Sitesi, İstanbul ili Kartal ilçesindedir. Sitede 7 adet bina mevcuttur. Binaların kat planı aynı olup 254 m<sup>2</sup>'dir. Yıkımı düşünülen 4 adet binanın üç tanesi 14 katlı, bir tanesi 12 katlıdır. Her katta 20 adet kolon, 6 adet betonarme duvar mevcuttur. Bina fotoğrafları Şekil 3'te, bina planı ise Şekil 4'te sunulmaktadır.

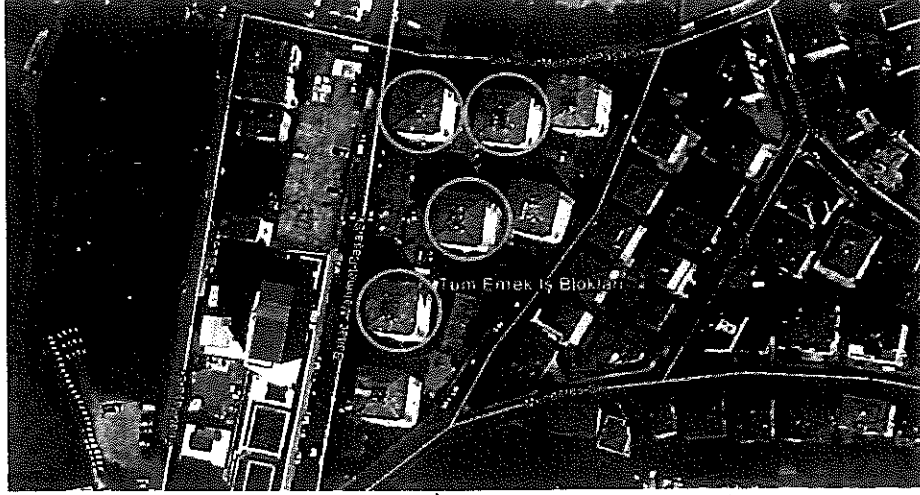


Şekil 3. Türme İş Sitesi



Şekil 4. Binaların Planı (m)

Tüm Emek İş Sitesi, yerleşim bölgesi içerisinde bulunması dolayısıyla çevresinde pek çok risk noktası mevcuttur (Şekil 5).



Şekil 5. Tüm Emek İş Sitesi ve Çevre Yapılar

Yıkım planı yapılırken göz önünde bulundurulması gereken ilk husus; binanın statik durumunun tespit edilmesidir.

Söz konusu binalarda bulunan betonun TS500 (2000) standardının çok altında kalan C10 sınıfı betona eşdeğer olduğu, donatı çeliğinin ise TS708 (2010) standardında ifade edilen en düşük dayanımlı çelik olan ise S220a çeliği olduğu bilgisi bina projesinden edinilmiştir.

Binalarda bulunan her bir kolonun taşıma kapasitesi hesaplanmıştır. Taşıma kapasitesi, kolona tesir eden çekme kuvvetinin minimum olduğu noktada basınca karşı gösterdiği direnç ile basınç yükünün minimum olduğu noktada çekme kuvvetine karşı gösterdiği direnç olarak ifade edilir. Taşıma kapasiteleri hesaplanırken "Simetrik Donatılı Kolonların Karşılıklı Etki Diyagramı" kullanılmıştır (Zorbozan ve Aydemir, 2013).

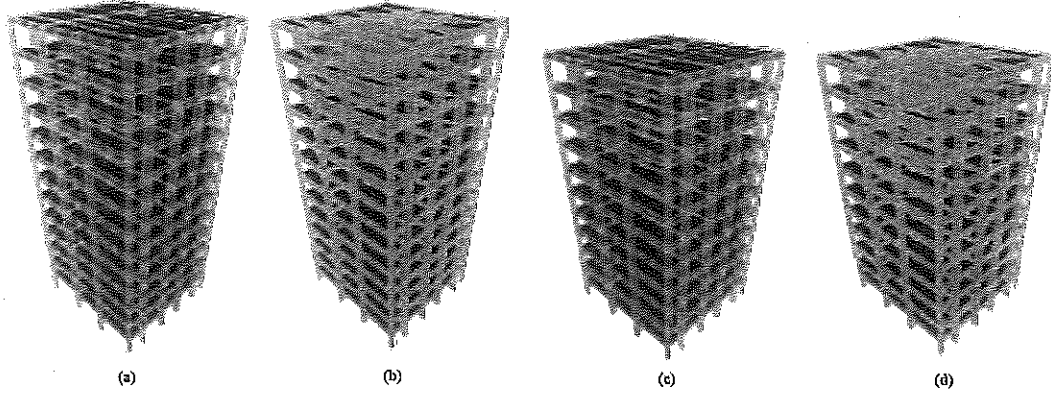
Binalar, sonlu elemanlar yöntemini baz alarak hesaplama yapan bir simülasyon yazılımında modellenmiştir. Modeller üzerinde yapılan statik analizde taşıyıcı sisteme tesir eden yükleri belirlenmiştir. Taşıyıcı sisteme tesir eden yükler kolonların taşıma kapasitesi ile karşılaştırılmış, bunun sonucunda binaların TS500 ve Deprem Yönetmeliği (1998)'ne göre çürük sınıfına girdiği anlaşılmıştır. Çizelge 1'de 3 numaralı binanın zemin katındaki kolonlardan bazılarının taşıma kapasiteleri ile başlangıç anında tesiri altında kaldığı yükler sunulmuştur.

Çizelge 1. 3 numaralı binanın zemin katında bulunan kolonların bir kısmının taşıma kapasitesi ve tesiri altında kaldığı yükler

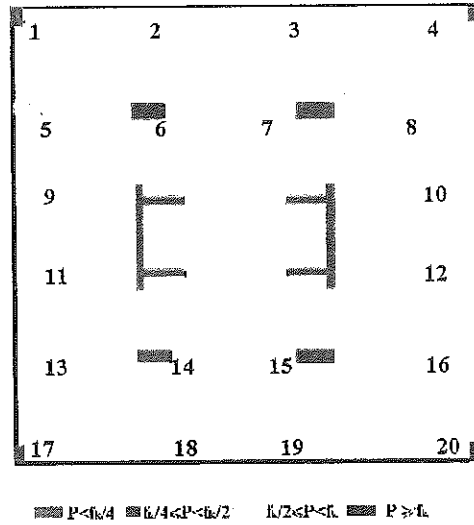
Kat	Kolon No	Max. Taşıma Kapasitesi (kN)			Başlangıç Anında Kolonlara Tesir Eden Yükler (kN)		
		P	Mx	My	P	Mx	My
Zemin	2	2304	276	124	1774	4	47
	7	4000	300	600	1539	37	5
	9	2520	132	340	2359	0	0
	13	2520	132	340	1986	73	0
	20	1680	176	76	1579	38	6



Binaların modeli ve ölü yükler altındaki davranışına ait görüntüleri Şekil Şekil 6'da, zemin katta bulunan kolonların risk durumu ise Şekil 7'de sunulmuştur.



Şekil 6. (a) 1, 2 ve 3 Numaralı Bina Modeli, (b) 1, 2 ve 3 Numaralı Binaların Ölü Yükler Altındaki Davranışını, (c) 4 Numaralı Bina Modeli, (d) 4 Numaralı Binanın Ölü Yükler Altındaki Davranışı



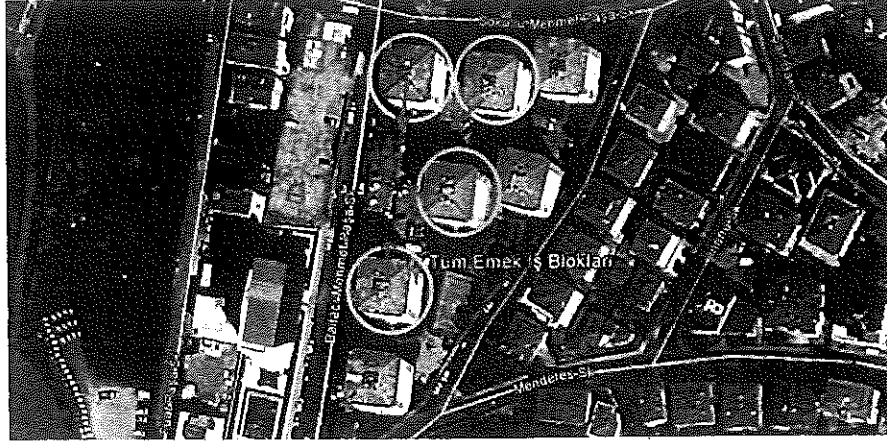
Şekil 7. Binaların zemin katında bulunan kolonların risk durumu

Bina döşemelerinin iç kısımlarında deplasmanlar görülmektedir. 2 numaralı binada, kat sayısının az olması sebebiyle binada oluşan ölü yüklerin daha düşük miktardadır, bu nedenle gözlenen eğilme miktarı diğer binalara nazaran daha düşüktür. olmasıdır.

Şekil 7'de görüldüğü üzere, binaların kenar kısımlarında kalan kolonların yenilme olasılığı diğer kolonlara göre daha fazladır. Bunun sebebi; merkez kolonların yüzey alanının çevre kolonların yüzey alanından büyük olması ve bina merkezinde oluşan ölü yükün büyük bir kısmının perdeler tarafından taşınmasıdır.

### 3 YIKIM TASARIMI

Binaların statik durumu, betonarme malzeme özellikleri, çevresel faktörler ve kat sayısı göz önünde bulundurulduğunda, literatürde “içine çökertme” olarak adlandırılan yıkım tekniğinin uygulanmasına karar verilmiştir. “İçine çökertme” yöntemi uygulanırken çevresel riskleri minimize etmek amacıyla çok düşük bir açıyla yıkım bir yöne yönlendirilmesine karar verilmiştir (Şekil 8).



Şekil 8. Binaların yıkım eğim yönleri

Binanın statik durumu göz önünde bulundurulduğunda, sadece kolon ve perdelerle patlayıcı yerleştirilmesine karar verilmiştir. Her bir elemanın taşıyıcı özelliğini yitirmesine neden olacak patlayıcı madde miktarını hesaplamak için Thomas'ın geliştirdiği hacme bağlı şarj miktarı hesabı (Eşitlik 1) kullanılmıştır. Tecrübe katsayısı (q), literatür araştırması sonucu elde edilmiştir.

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

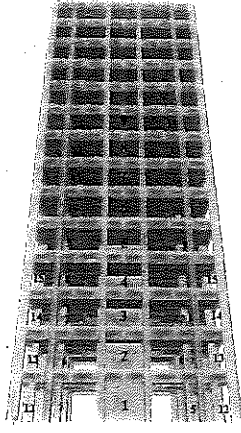
Burada;

- L: Şarj miktarı (kg),
- V: Taşıyıcı elemanın hacmi (m<sup>3</sup>),
- Q: Tecrübe katsayısı

Delikler, taşıyıcı elemanların uzun kenarına dik, kısa kenar uzunluğunun 2/3'si kadar delinmiştir. Delikler, delik boyuna bağlı olarak 50 gr, 75 gr veya 100 gr dinamit ve sıkılama malzemesi (toprak ve alçı) ile doldurulmuştur. Eşitlik 1 kullanılarak hesaplanmış şarj miktarı, bir delikteki dinamit miktarına bölünerek delik adedi belirlenmiştir.

Yapı elemanları, binaların “içine çökertme” tekniği ile yıkılması amacı ile ateşleme sırasına göre gruplandırılmıştır. Her bir ateşleme grubu içerisinde bulunan yapı elemanları, yıkımın çok düşük bir açıyla bir yöne yönlendirilmesi amacı ile sırasıyla patlatılacaktır. Bu sıra, her bir bina için yıkım eğim yönüne bağlı olarak değişmektedir.

Ateşleme grupları Şekil 9'da, tasarımlara ait detaylı bilgiler ise Çizelge 2'de sunulmuştur.



Ateşleme Grupları	Kat	Yapı Elemanı	Kat	Yapı Elemanı
1	B ve Z	Perdeler		
2	1	Perdeler		
3	2	Perdeler		
4	3	Perdeler		
5	4	Perdeler		
6	5	Perdeler	B ve Z	Merkez Kolonlar
7	6	Perdeler	1	Merkez Kolonlar
8	7	Perdeler	2	Merkez Kolonlar
9	8	Perdeler	3	Merkez Kolonlar
10	4	Merkez Kolonlar		
11	5	Merkez Kolonlar		
12	6	Merkez Kolonlar	Z	Çevre Kolonlar
13	7	Merkez Kolonlar	1	Çevre Kolonlar
14	8	Merkez Kolonlar	2	Çevre Kolonlar
15	9	Merkez Kolonlar	3	Çevre Kolonlar

Şekil 9. Yapı elemanlarının ateşleme sırası

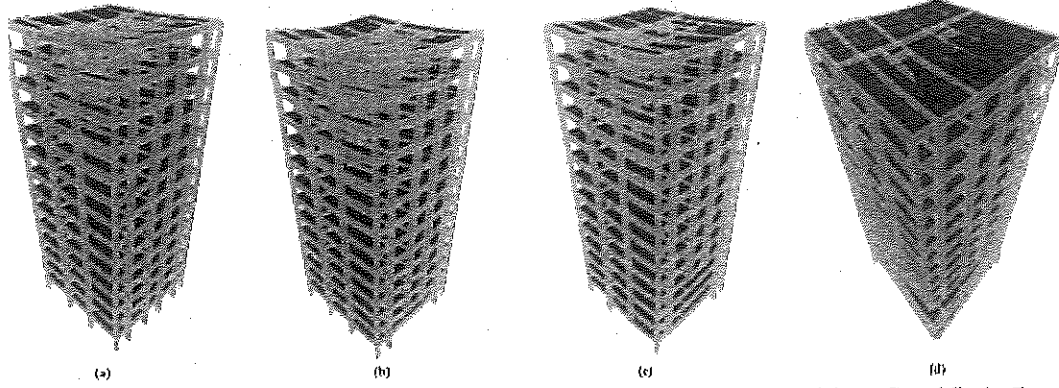
Çizelge 2. Her bir bina için tasarım parametreleri

Tasarım Parametreleri	Birim	Bina No.				Toplam
		1.Blok	2.Blok	3.Blok	4.Blok	
Kat sayısı (bodrum+zemin+katlar)	Adet	14	14	14	12	
Patlayıcı konulacak kat sayısı	Adet	9	9	9	9	
Bir kattaki kolon sayısı	Adet	20	20	20	20	
Toplam kolon sayısı	Adet	280	280	280	240	
Patlayıcı konulmayacak kolon sayısı	Adet	214	206	206	172	
Patlayıcı konulacak toplam kolon sayısı	Adet	66	74	74	68	
Delik düzeni	-	Şeşbeş	Şeşbeş	Şeşbeş	Şeşbeş	
Bir kolondaki delik sayısı	Adet	9-11	9-11	9-11	9-11	
Kolonlardaki toplam delik sayısı	Adet	626	707	707	645	
Bir kattaki betonarme duvar sayısı	Adet	6	6	6	6	
Patlayıcı konulacak toplam betonarme duvar sayısı	Adet	54	54	54	54	
Birinci betonarme duvardaki delik sayısı	Adet	31-45	31-45	31-45	31-45	
İkinci betonarme duvardaki delik sayısı	Adet	10-15	10-15	10-15	10-15	
Üçüncü betonarme duvardaki delik sayısı	Adet	9-16	9-16	9-16	9-16	
Dördüncü betonarme duvardaki delik sayısı	Adet	30-43	30-43	30-43	30-43	
Beşinci betonarme duvardaki delik sayısı	Adet	9-17	9-17	9-17	9-17	
Altıncı betonarme duvardaki delik sayısı	Adet	10-15	10-15	10-15	10-15	
Duvarlardaki toplam delik sayısı	Adet	1,091	1,091	1,091	1,091	
Toplam delik sayısı	Adet	1,717	1,798	1,798	1,736	
Bir delikteki patlayıcı miktarı	Kg	0.050-0.100	0.050-0.100	0.050-0.100	0.050-0.100	
Patlayıcı madde	-	Dinamit (Nobelex-TG)				
Ateşleme Sistemi	-	Elektriksiz Kapsüller (NONEL)				
Toplam patlayıcı miktarı	Kg	109.375	112.350	115.450	110.800	447.975
Toplam kapsül miktarı	Adet	1,717	1,798	1,798	1,736	7,049
Kablo	Metre	750	750	750	750	3,000

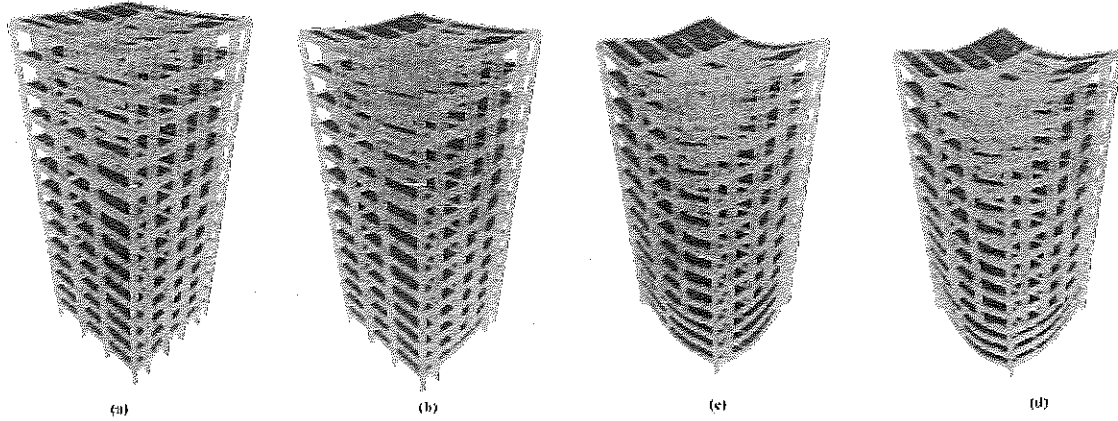
### 3.1 Yıkım Simulasyonu

Nihai tasarımlar, Şekil 6'da sunulan bina modelleri üzerinde test edilmiştir. Ateşleme süresince oluşacak yüklerin kolonların taşıma kapasitelerinin üzerine çıkacağı tespit edilmiştir (Çizelge

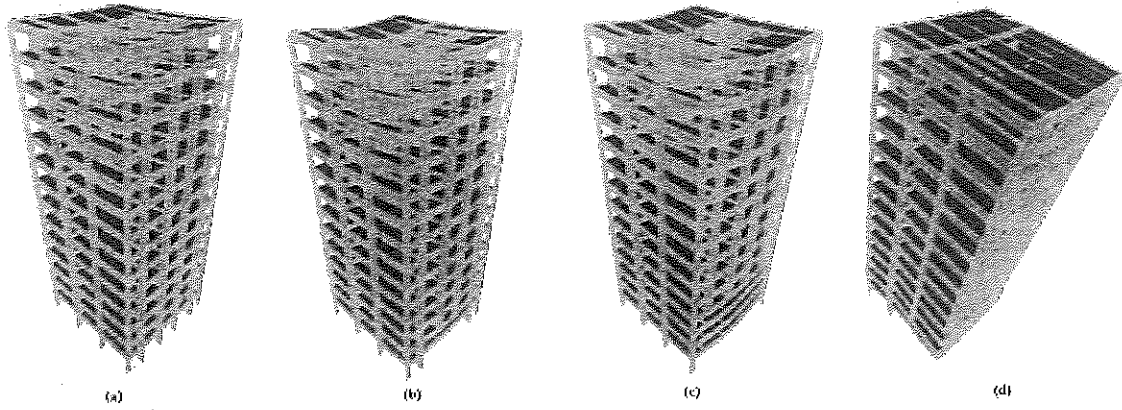
3). Beton en büyük gerilmeye ulaşıldığında değil, belirli bir deformasyona ulaşıncaya kadar kırılması (Türk, 2011) ve Farklı yükleme hızları altında betonun basınç dayanımı ve elastisite modülü değişmesi (Felekoğlu ve Türkel, 2004) göz önünde bulundurulduğunda, uygun gecikme aralığı ile tüm kolonların yenileceği öngörülmüştür. Nihai tasarım parametreleri kullanılarak oluşturulan yıkım simülasyonları Şekil 9, 10, 11 ve 12’de gösterilmiştir.



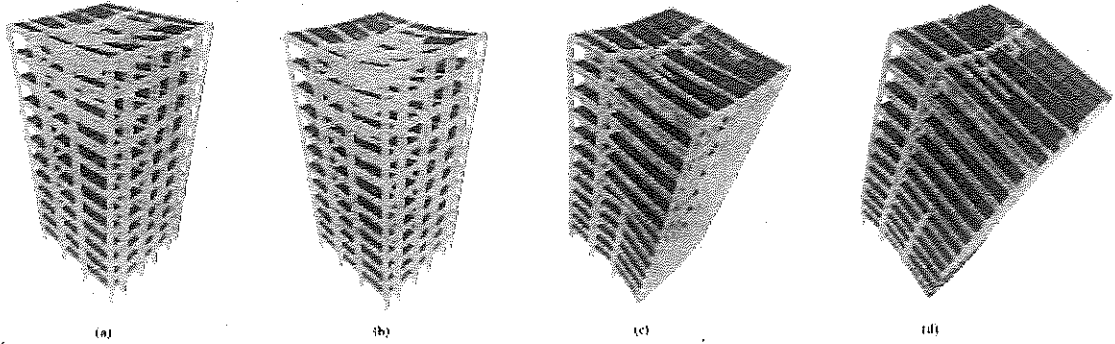
Şekil 9. 1 numaralı binanın yıkım simülasyonu (a) 1. Sn, (b) 2. Sn, (c) 3. Sn, (d) 4. Sn



Şekil 10. 2 numaralı binanın yıkım simülasyonu (a) 1. Sn, (b) 2. Sn, (c) 3. Sn, (d) 4. Sn



Şekil 11. 3 numaralı binanın yıkım simülasyonu (a) 1. Sn, (b) 2. Sn, (c) 3. Sn, (d) 4. Sn



Şekil 12. 4 numaralı binanın yıkım simülasyonu (a) 1. Sn, (b) 2. Sn, (c) 3. Sn, (d) 4. Sn

Çizelge 3. Ateşleme süresince 3 numaralı binadaki kolonlara etkileyen basınç ve moment yükleri

Kat	Kolon No	t = 1 sn			t = 2 sn			t = 3 sn			t = 4 sn		
		P	M2	M3	P	M2	M3	P	M2	M3	P	M2	M3
1	2	1929	8	53	3661	14	136	4544	230	248	Patlatıldı	Patlatıldı	Patlatıldı
	7	3169	1	67	Patlatıldı	Patlatıldı	Patlatıldı	Patlatıldı	Patlatıldı	Patlatıldı	Patlatıldı	Patlatıldı	
	9	2368	132	7	2722	210	6	1823	433	17	Patlatıldı	Patlatıldı	Patlatıldı
	13	1769	45	15	2233	89	17	691	234	34	Patlatıldı	Patlatıldı	Patlatıldı
	20	997	15	20	1295	23	20	0	0	0	Patlatıldı	Patlatıldı	Patlatıldı
4	2	1444	13	48	2436	14	213	3955	332	282	21253	295	866
	7	2422	7	95	Patlatıldı	Patlatıldı	Patlatıldı	Patlatıldı	Patlatıldı	Patlatıldı	Patlatıldı	Patlatıldı	Patlatıldı
	9	1744	122	16	2022	168	13	1290	106	35	125	954	120
	13	1372	49	32	1718	111	29	550	89	70	769	326	80
	20	818	22	33	1079	44	33	400	251	208	820	403	153
7	2	989	17	46	1419	29	127	3050	223	268	12941	32	709
	7	1651	8	75	Patlatıldı	Patlatıldı	Patlatıldı	Patlatıldı	Patlatıldı	Patlatıldı	Patlatıldı	Patlatıldı	Patlatıldı
	9	1174	129	21	1388	162	18	790	124	46	229	117	97
	13	962	51	41	1198	103	36	404	50	87	1033	310	130
	20	587	25	40	786	53	39	397	166	182	469	143	129
10	2	549	19	45	723	46	92	1857	150	232	6725	83	568
	7	923	8	64	51	48	150	122	64	414	3	324	285
	9	651	122	24	791	169	20	360	57	49	299	71	101
	13	545	53	46	680	108	40	220	51	90	676	324	170
	20	328	27	45	447	57	43	246	118	165	204	115	112
13	2	114	22	68	148	56	119	337	147	327	1245	107	696
	7	219	10	81	42	83	164	123	108	433	39	503	341
	9	150	214	28	183	294	24	88	93	55	56	189	115
	13	132	96	53	161	183	47	72	88	98	115	572	194
	20	48	33	62	72	69	60	5	111	204	21	121	136

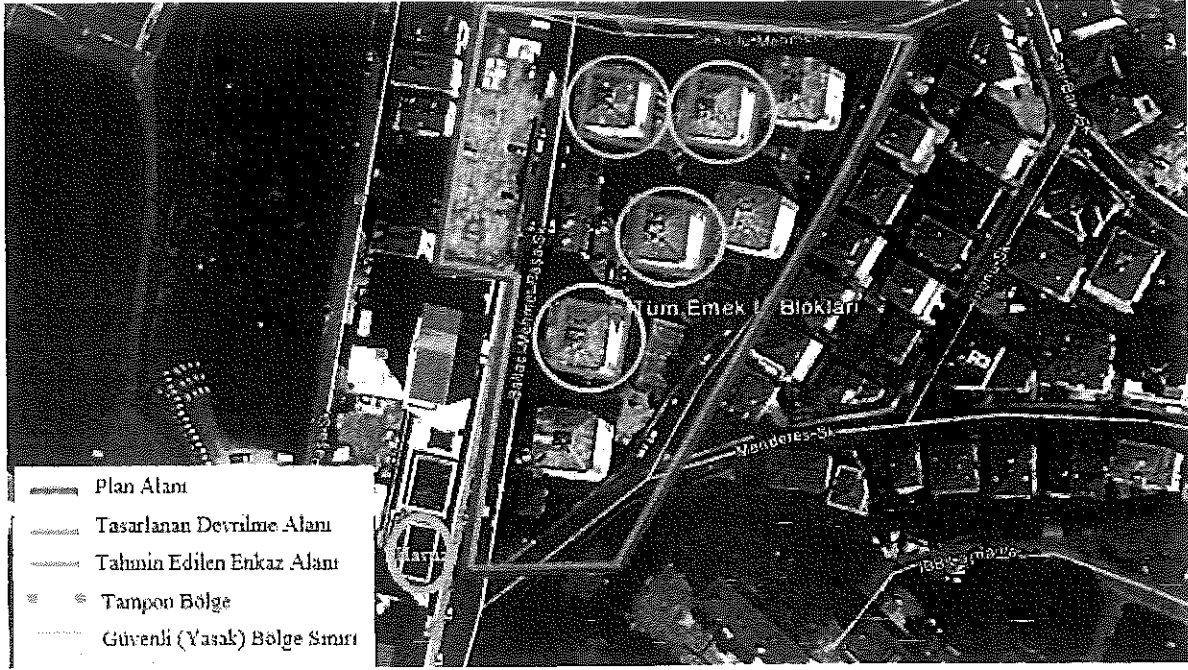
### 3.2 Güvenlik Önlemleri

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 (yasak) bölgenin kapsadığı

alanlar dört ana grupta toplanırlar. Bunlar; plan alanı, tasarlanan devrilme alanı, tahmin edilen enkaz alanı ve tampon bölgedir.

Güvenli bölge üzerinde, yapının durumu, patlayıcı çeşidi ve miktarı, çevre yapıların varlığı ve konumu direkt olarak etkilidir. Bunlara ilaveten çalışmayı izlemek için bölgede bulunan halkın güvenliği de göz önünde bulundurularak, oluşturulan güvenli bölgenin kısımları ve sınırı Şekil 13'te gösterilmiştir.



Şekil 13. Yıkımda oluşturulan güvenli bölge

Münferit güvenlik önlemlerinin alınmasından önce, güvenli bölge içerisinde kalan alanın elektrik ve doğalgaz bağlantısı kesilmiş ve yapılar sigortalatılmıştır. Ayrıca, güvenli bölgenin dışında kalan havuzun üzeri branda ile kapatılmıştır.

Yıkımı planlanan binalar yerleşim yerinde bulunduğundan ötürü, taş savrulması önemli bir risk haline gelmiştir. Bu nedenle, binaların dışı kısımlarında kalan ve patlayıcı yerleştirilen kolonlar ilk önce tel örgü, ardından branda ile sarılmıştır. Binaların iç kısımlarında kalan kolonların ise sadece tel örgü ile sarılması yeterli görülmüştür. Ayrıca, her bir binanın duvarları yıkılmış olan katların çevreleri tel örgü ve branda ile sarılmıştır.

#### 4 YIKIM SONUÇLARININ DEĞERLENDİRİLMESİ

Yıkım sahasında yapılan kontrollerde binaların tahmin edilen enkaz alanı içerisinde yıkıldığı görülmüştür (Şekil 14).



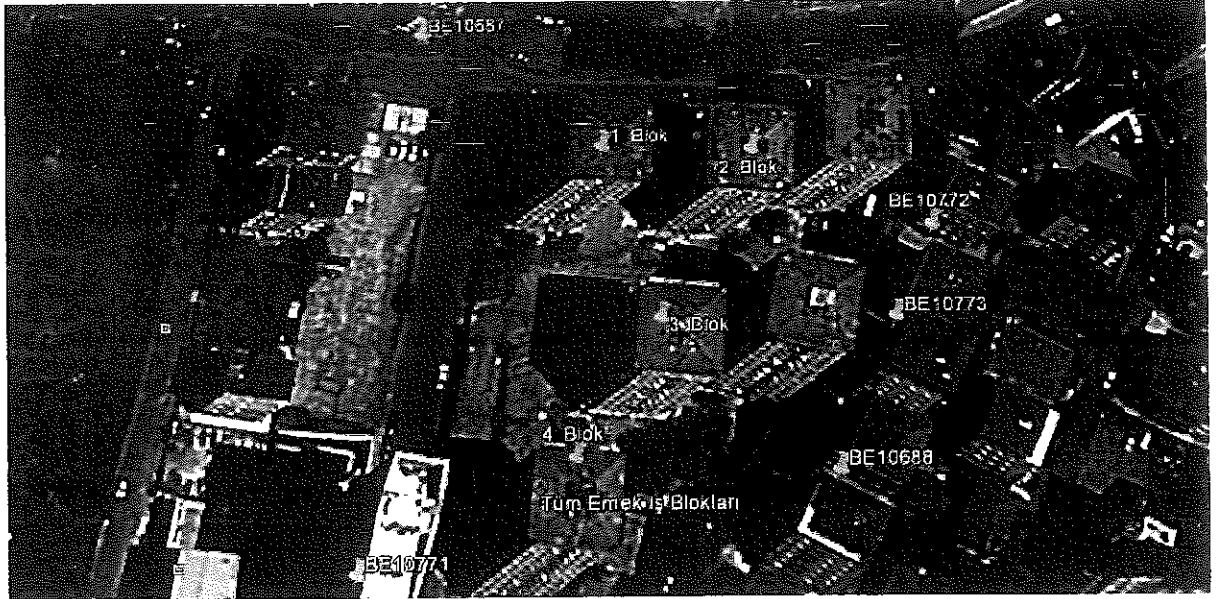
Şekil 14. Yıkım öncesinde ve yıkım anında binaların görüntüsü

Yıkım modelinde öngörüldüğü gibi yenildiği yıkım sonrası yerinde yapılan incelemelerle tespit edilmiştir. Parçalanma seviyesi, oluşan yığınım ikincil kırma işlemine tabi tutulmadan yüklenip taşınabileceği düzeydedir.

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

#### 4.1 Titreşim Kaydı

Yıkım kaynaklı titreşim ve hava şokunu ölçmek amacıyla 5 adet titreşim ölçer cihaz yasak bölge içerisinde bulunan risk noktalarına yerleştirilmiştir. Şekil 15'te ise binaların ve cihaz istasyon noktalarının uydu görüntüsü sunulmuştur.



Şekil 15. Binaların ve Cihaz İstasyon Noktalarının Uydu Görüntüsü

Çizelge 4'de titreşim ölçer cihazların kaydettiği maksimum parçacık hızı, frekans ve hava şoku değerleri sunulmuştur.

Çizelge 4. Titreşim Ölçer Cihaz Kayıtları

Cihaz no	Titreşim Kaydı			Yatay uzaklık
	Maksimum parçacık hızı (mm/sn)	Frekans (Hz)	Hava şoku (dB)	
İstantel BE10687	4,44	85,3	146,9	39,05
İstantel BE10688	4,06	100	147,5	102,07
İstantel BE10771	*	*	*	99,92
İstantel BE10772	*	*	*	95,80
İstantel BE10773	*	*	*	95,27
T.C. Çevre ve Şehircilik Bakanlığı Limitleri	19		136	
* Yeterli genlikte sismik dalga oluşmadığından kayıt alınmamıştır				

Cihaz kayıtlarından anlaşılacağı üzere, yıkımda; kaydedilen olaylarda ortaya çıkan maksimum parçacık hızlarına karşılık gelen frekans değerlerinin dağılımları incelendiğinde, Çevre ve Şehircilik Bakanlığı'nın önerdiği limitlerinin altında kaldığı görülmüştür.

## 5 SONUÇLAR

İstanbul ili, Kartal İlçesi, Tüm Emek İş Sitesi'nde bulunan 4 adet binanın genel planları incelenmiş, kolon, duvar ve giriş boyutları, çevredeki yapıların durumu ve mesafeleri göz önünde bulundurularak patlatma tasarımları yapılmış ve yıkım öncesinde, sırasında ve sonrasında söz konusu bölgede oluşabilecek çevresel etkilerin neler olduğu ve bu etkilerin azaltılabilmesi için yapılması gerekenler ortaya konmuştur. Bunların doğrultusunda yıkım planlandığı gibi başarılı bir şekilde ve herhangi bir çevresel hasara sebebiyet vermeden tamamlanmıştır.

Kolonlara yerleştirilen patlayıcı madde kolonların sahip olduğu taşıyıcı özelliği yitirmesine yol açarak, binanın yıkılmasını sağlamıştır.

Mevcut tasarımda, ateşleme süresince kolonlara etkiyen yüklerin kolonu deforme edecek boyutta olduğu, oluşturulan simülasyon modelinde tespit edilmiştir. Benzer sonucun (Özyurt ve diğ., 2013)'te de elde edilmesine karşın binada meydana gelen deformasyon öngörülen seviyede olmamış, bunun sebebi "gecikme aralığının, tepki ve yenilme süresini karşılayabilecek düzeyde olmadığı" olarak açıklanmıştır. Bu çalışma, (Özyurt ve diğ., 2013)'ü doğrulamıştır. Yıkım modelinde öngörüldüğü gibi kolonların yenildiği, bunun sonucunda yığının ikincil kırma işlemine tabi tutulmadan yüklenip taşınabileceği düzeyde parçalanma meydana geldiği gözlemlenmiştir.

Tüm Emek İş Sitesi'nde bulunan 4 adet binanın yıkımı, hazırlık ve planlama aşamasında öngörüldüğü gibi tamamlanmasına karşın; uygun gecikme aralığının hesaplanabilmesi için literatürde bir yaklaşım bulunmamakta olup proje ekibinin tecrübesi ile belirlenmektedir. Uygun gecikme aralığının belirlenebilmesi; betonarme malzemenin tepki ve yenilme süresinin uygun yöntemlerle belirlenmesine bağlıdır.

Ülkemizde kentsel dönüşüm kapsamında yıkılması planlanan binaların birçoğu yerleşim yeri içerisinde veya yakınında bulunmaktadır. Bu durum; ülkemizde patlatma ile kontrollü patlatma tekniğinin uygulanabilirliğine dair ön yargı oluşturmaktadır. Bu çalışma ile beraber ön yargıların önüne geçerek, kontrollü patlatma tekniğinin ülkemizde uygulanabilir olduğu kanıtlanmıştır.



## KAYNAKLAR

- Deprem Yönetmeliği, 1998, Afet Bölgelerinde Yapılacak Yapılar Hakkında Yönetmelik
- Dowding, H.C., 1996, Construction Vibration, pp. 265-283, Prentice Hall, Upper Saddle River, NJ, U.K.
- Extreme Explosions, 2010, Discovery Channel Belgesel Seti.
- Felekoğlu, B., Türkel, S., 2004, Yükleme Hızının Beton Basınç Dayanımına ve Elastisite Modülüne Etkisi, DEÜ Mühendislik Fakültesi Fen ve Mühendislik Dergisi, Cilt: 6 Sayı: 1 sh.65-75, Ocak 2004.
- 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, "Patlatmalı Yapı Yıkım 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 İle Yıkımı", 2013, 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, İstanbul , 3, 39-56.
- TS500, 2000, Betonarme Yapıların Tasarım ve Yapım Kuralları, Türk Standartları Enstitüsü, İstanbul
- TS708, 2010, Çelik – Betonarme İçin – Donatı Çeliği, Türk Standartları Enstitüsü, İstanbul
- TS13633, 2014, Yapıların Tam ve Kısmi Yıkımı İçin Uygulama Kuralları, Türk Standartları Enstitüsü, İstanbul
- Türk, K., 2011, Betonarme I Ders Notları, Harran Üniversitesi, Mühendislik Fakültesi, İnşaat Mühendisliği Bölümü
- Zorbozan ve Aydemir, 2013, Bileşik eğilme etkisindeki dikdörtgen kesitli betonarme kolonların karşılıklı etkileşim diyagramları (Ara donatısız S220)