



**İSTANBUL ÜNİVERSİTESİ
FEN BİLİMLERİ ENSTİTÜSÜ**

YÜKSEK LİSANS TEZİ

**PATLAYICI MADDE KULLANILARAK
YAPILARIN KONTROLLÜ YIKILMASI VE
VERİMLİLİĞİNİN İNCELENMESİ**

Meriç Can ÖZYURT

Maden Mühendisliği Anabilim Dalı

Danışman

Doç. Dr. Ümit ÖZER

II. Danışman

Yrd. Doç. Dr. Abdulkadir KARADOĞAN

TEMMUZ, 2013

İSTANBUL



**İSTANBUL ÜNİVERSİTESİ
FEN BİLİMLERİ ENSTİTÜSÜ**

YÜKSEK LİSANS TEZİ

PATLAYICI MADDE KULLANILARAK YAPILARIN KONTROLLÜ YIKILMASI VE VERİMLİLİĞİNİN İNCELENMESİ

Meriç Can ÖZYURT

Maden Mühendisliği Anabilim Dalı

Danışman

Doç. Dr. Ümit ÖZER

II. Danışman

Yrd. Doç. Dr. Abdulkadir KARADOĞAN

TEMMUZ, 2013

İSTANBUL

Bu çalışma 23/07/2013 tarihinde aşağıdaki jüri tarafından Maden Mühendisliği Anabilim Dalı Yüksek Lisans programında Yüksek Lisans Tezi olarak kabul edilmiştir.

Tez Jürisi



Doç. Dr. Ümit ÖZER (Danışman)
İstanbul Üniversitesi
Mühendislik Fakültesi
Maden Mühendisliği Bölümü



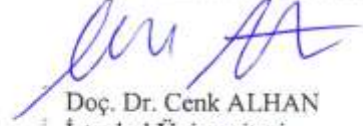
Prof. Dr. Safak Gökhan ÖZKAN
İstanbul Üniversitesi
Mühendislik Fakültesi
Maden Mühendisliği Bölümü



Prof. Dr. Alaettin KILIÇ
İstanbul Üniversitesi
Mühendislik Fakültesi
Maden Mühendisliği Bölümü



Doç. Dr. Nura TOKGÖZ
İstanbul Üniversitesi
Mühendislik Fakültesi
Maden Mühendisliği Bölümü



Doç. Dr. Cenk ALHAN
İstanbul Üniversitesi
Mühendislik Fakültesi
İnşaat Mühendisliği Bölümü

ÖNSÖZ

Lisans ve lisansüstü öğrenimim ve tez çalışmam sırasında göstermiş olduğu destek ve yardımlardan dolayı, danışmanlarım ve çok değerli hocalarım **Doç. Dr. Ümit ÖZER** ve **Yrd. Doç. Dr. Abdulkadir KARADOĞAN**'a, **Araş. Gör. Ülkü KALAYCI**'ya, yapı statiği ve betonarme malzeme konusunda paylaştığı bilgi ve tecrübelerinden dolayı **İnşaat Mühendisi Halil UYSAL**'a, bilgi ve uygulama imkanı sağladığı için Edirne İl Özel İdaresi'nden **Maden Mühendisi Yasin YILMAZ**'a desteklerinden ötürü teşekkür ederim.

Hayatımın her safhasında maddi ve manevi desteklerini esirgemeyen aileme çok teşekkür ederim.

Temmuz, 2013

Meriç Can ÖZYURT
2601110161

İÇİNDEKİLER

Sayfa No

ÖNSÖZ.....	i
İÇİNDEKİLER	ii
ŞEKİL LİSTESİ.....	viii
TABLO LİSTESİ	xi
SEMBOL LİSTESİ	xiii
ÖZET.....	xv
SUMMARY	xvi
1. GİRİŞ.....	1
2. GENEL KISIMLAR	2
2.1. GENEL BİLGİLER	2
2.1.1. Delme-Patlatmanın Önemi	2
2.1.2. Delme-Patlatmanın Kullanıldığı Alanlar	2
2.2. PATLAYICI MADDELER VE ATEŞLEME SİSTEMLERİ	3
2.2.1. Patlayıcı Maddelerin Özellikleri.....	3
2.2.1.1. Patlayıcı Maddelerin Fiziksel Özellikleri	3
2.2.1.2. Patlayıcı Maddelerin Detonasyon Özellikleri.....	4
2.2.2. Patlayıcı Madde Çeşitleri.....	5
2.2.2.1. Barut.....	5
2.2.2.2. Ateşli Patlayıcılar.....	5

2.2.2.3. Yüksek Hassasiyetli Patlayıcılar	5
2.2.2.4. Patlayabilir Karışımlar	8
2.2.2.5. Piroteknik Malzeme.....	9
2.2.3. Ateşleme Sistemleri	9
2.2.3.1. Elektrikli Ateşleme Sistemleri.....	10
2.2.3.2. Elektriksiz Ateşleme Sistemleri	10
2.2.3.3. Elektronik Ateşleme Sistemleri.....	11
2.3. PATLATMA OLAYI.....	11
2.3.1. Patlatma Evreleri	11
2.3.1.1. Detonasyon.....	11
2.3.1.2. Şok Ve Basınç Dalgalarının Yayılması	12
2.3.1.3. Gaz Basıncının Yayılması	12
2.3.1.4. Kütle Taşınması.....	12
2.3.2. Patlayıcıların Yapı Elemanlarını Kırma Mekanizması.....	12
2.3.3. Yapı Elemanlarında Patlatma Sonucu Oluşan Kırılma Bölgeleri.....	13
2.4. PATLATMADAN KAYNAKLANAN ÇEVRESEL ETKİLER	13
2.4.1. Yapı Parçalarının Savrulması	14
2.4.1.1. Savrulan Yapı Parçalarının Kontrolüne Yönelik Çalışmalar	14
2.4.2. Hava Şoku ve Gürültü	15
2.4.2.1. Hava Şoku ve Gürültü Kontrolüne Yönelik Çalışmalar	15
2.4.3. Titreşim ve Yer Sarsıntısı	16
2.4.3.1. Titreşim Kontrolüne Yönelik Çalışmalar	17
2.4.4. Toz Oluşumu	18
2.4.4.1. Toz Oluşumuna Yönelik Çalışmalar.....	18
2.5. YAPI STATİĞİ.....	19
2.5.1. Yükler	19

2.5.2. Yapı Elemanları Üzerinde Oluşan Tesirler.....	20
2.5.3. Yapı Elemanlarının Oluşturduğu Yükler.....	21
2.6. BETONARME MALZEME ÖZELLİKLERİ	21
2.6.1. Betonun Mekanik Özellikleri	21
2.6.2. Donatının Mekanik Özellikleri	23
2.6.3. Kolon Taşıma Kapasiteleri	23
2.7. PATLAYICI KULLANILARAK KONTROLLÜ YAPI YIKIMI.....	25
2.7.1. Patlayıcı ile Yapı Yıkım Teknikleri.....	25
2.7.1.1. Yapıların Parçalanma Sonucu Yıkılması	26
2.7.1.2. Yapıların Ağırlık Merkezinin Değişmesi Sonucu Yıkılması	27
2.7.2. Yapıların Kontrollü Patlatmalarla Yıkılması.....	31
2.7.2.1. Binaların Kontrollü Patlatmalarla Yıkılması.....	31
2.7.2.2. Kulelerin Kontrollü Patlatmalarla Yıkılması.....	35
2.7.2.3. Köprülerin Kontrollü Patlatmalarla Yıkılması	40
2.7.3. Yapı Elemanlarının Kontrollü Patlatmalarla Yıkılması	42
2.7.3.1. Temellerin Kontrollü Patlatmalarla Yıkılması.....	42
2.7.3.2. Duvarların Kontrollü Patlatmalarla Yıkılması.....	43
2.7.3.3. Kolon ve Kirişlerin Kontrollü Patlatmalarla Yıkılması	43
2.7.3.4. Döşemelerin Kontrollü Patlatmalarla Yıkılması	44
2.7.4. Malzeme ve Ekipman Seçimi	45
2.7.4.1. Patlayıcı Madde Seçimi.....	45
2.7.4.2. Ateşleme Sistemi Seçimi ve Gecikme Aralıklarının Belirlenmesi....	47
2.7.4.3. Sıkılama Malzemesinin Seçimi	47
2.7.5. Patlayıcı Konumunun Belirlenmesi.....	48
2.7.6. Deliklerin Delinmesi.....	49
2.7.6.1. Delik Konumunun Belirlenmesi	49

2.7.6.2. Delik Boyunun Belirlenmesi.....	50
2.7.6.3. Delik Çapının Belirlenmesi	52
2.7.6.4. Delikler Arası Mesafenin ve Delik Sıra Sayısının Belirlenmesi.....	52
2.7.7. Şarj Miktarının Belirlenmesi	55
2.7.7.1. Şarj Miktarı Hesaplama Yaklaşımları.....	55
2.7.7.2. Özgül Patlayıcı Miktarı ve Patlayıcı Durum Katsayısı.....	59
3. MALZEME VE YÖNTEM	62
3.1. ÇALIŞMA SAHASI	62
3.1.1. Edirne Kapıkule Gümrük Lojmanları	62
3.1.1.1. Edirne Kapıkule Gümrük Lojmanları Hakkında Genel Bilgiler	62
3.1.1.2. Edirne Kapıkule Gümrük Lojman Binalarının Planı	64
3.1.2. Piroteknik Malzeme ile Yapı Yıkımı Test Binası.....	64
3.1.2.1. Test Binası Hakkında Genel Bilgiler.....	64
3.1.2.2. Binanın Planı.....	65
3.1.2.3. Kullanılacak Piroteknik Malzeme	65
3.2. LABORATUVAR ÇALIŞMALARI	66
3.2.1. Tek Eksenli Basınç Dayanımı Deneyi	66
3.2.2. Birim Hacim Ağırlık Deneyi	66
3.2.3. Ultrasonik Ses Geçirgenliği Deneyi	66
3.3. BİLGİSAYAR PROGRAMLARI	67
3.3.1. AutoCAD	67
3.3.2. SAP2000.....	67
3.3.3. Kinovea.....	67
4. BULGULAR	68
4.1. EDİRNE KAPIKULE GÜMRÜK LOJMAN BİNALARININ YIKIMI.....	68

4.1.1. Bina Planının Çıkarılması.....	68
4.1.2. Betonarme Malzeme Özelliklerinin Belirlenmesi	72
4.1.2.1. Laboratuvar Çalışmalarının Sonuçları.....	72
4.1.2.2. Kolonların Dayanımı	72
4.1.3. Binanın Statik Dengesi	75
4.1.4. Yıkım Tasarımının Belirlenmesi	77
4.1.4.1 Patlayıcı Madde Miktarı ve Sıkılama Boyunun Belirlenmesi	77
4.1.4.2. Ateşleme Sırasının Belirlenmesi.....	80
4.1.4.3. Kullanılan Malzemeler ve Alınan Güvenlik Önlemleri	85
4.1.5. Binanın Ateşleme Anındaki Tahmini Davranışı.....	86
4.1.5.1. Binanın Önerilen Tasarımı Uygulandığı Takdirde Tahmini Davranışı	86
4.1.5.2. Binanın Önerilen Tasarımı Uygulandığı Takdirde Tahmini Davranışı	92
4.1.6. Yıkım Sonunda Yapılan Çalışmalar	94
4.1.6.1. Binanın Yıkım Sonrası Durumunun Gözlemlenmesi	94
4.1.6.2. Binanın Yıkımı İle İlgili Analizler	95
4.1.6.3. Titreşim Kaydı	96
4.1.7. Lojman Binalarının Makine İle Yıkımı	99
4.1.8. Maliyet Analizi	100
4.1.8.1. Makine Kullanılarak İki Binanın Yıkım Maliyeti	100
4.1.8.2. Patlayıcı Kullanılarak İki Binanın Yıkım Maliyeti.....	100
4.2. PİROTEKNİK MALZEMENİN BETONARME BİNALARIN KONTROLLÜ YIKIMINDA KULLANILABİLİRLİĞİNİN TEST EDİLMESİ	101
4.2.1. Bina Planının Çıkarılması.....	101
4.2.2. Betonarme Malzeme Özelliklerinin Belirlenmesi	102

4.2.2.1. Laboratuvar Çalışmalarının Sonuçları.....	102
4.2.2.2. Kolonların Dayanımı	103
4.2.3. Binanın Statik Dengesi	106
4.2.4. Yıkım Tasarımının Belirlenmesi	107
4.2.4.1. Patlayıcı Madde Miktarı ve Sıkılama Boyunun Belirlenmesi	107
4.2.4.2. Ateşleme Sırasının Belirlenmesi.....	109
4.2.4.3. Kullanılan Malzemeler ve Alınan Güvenlik Önlemleri	110
4.2.5. Binanın Tahmini Davranışı	111
4.2.6. Yıkım Sonrası Yapılan Analizler.....	111
4.2.6.1. Binanın Yıkım Sonrası Durumunun Gözlemlenmesi	111
4.2.6.2. Titreşim Kaydı	112
4.2.7. Piroteknik Malzeme İle Jelatinit Dinamitin Karşılaştırılması	114
4.2.7.1. Hasar Yaratma Bakımından Karşılaştırması.....	114
4.2.7.2. Çevresel Etkiler Bakımından Karşılaştırma	115
4.2.7.3. Maliyet Bakımından Karşılaştırma	115
5. TARTIŞMA VE SONUÇ	116
KAYNAKLAR	118
EKLER.....	121
ÖZGEÇMİŞ.....	129

ŞEKİL LİSTESİ

Sayfa No

Şekil 2.1: Delme-Patlatmanın Kullanıldığı Alanlar.....	3
Şekil 2.2: Patlayıcı Maddelerin Özellikleri	3
Şekil 2.3: Patlayıcı Madde Çeşitleri	5
Şekil 2.4: Ateşleme Sistemleri.....	10
Şekil 2.5: Yapı Elemanı İçinde Patlatma Olayı.....	13
Şekil 2.6: Patlatma Deliği Çevresindeki Kırılma Bölgeleri.....	13
Şekil 2.7: Patlatmadan Kaynaklanan Çevresel Etkiler	14
Şekil 2.8: Parça Savrulmasına Yönelik Alınan Güvenlik Önlemleri.....	15
Şekil 2.9: Cam Yününün Gürültüyü Azaltmak Amacıyla Kolona Sarılması	16
Şekil 2.10: Yapıya Etkiyen Yükler.....	19
Şekil 2.11: Genel Eğilme Elemanının Tesir Altında Kaldığı Yükler	20
Şekil 2.12: Yüklerin Tesir Ettiği Kolonlardaki Bölgeler.....	23
Şekil 2.13: Simetrik Donatılı Kolonların Karşılıklı Etki Diyagramı	24
Şekil 2.14: Yan Yatırma Tekniğinde Uygulanabilecek Kama Şekilleri.....	28
Şekil 2.15: A Tipi Kama Geometrisi	28
Şekil 2.16: B Tipi Kama Geometrisi	29
Şekil 2.17: C Tipi Kama Geometrisi	30
Şekil 2.18: D Tipi Kama Geometrisi	30
Şekil 2.19: Binaların Kontrollü Patlatmalarla İç Çökertilmesi İçin Yıkılması Gerekli Taşıyıcı Elemanlar ve Ateşleme Sırası	31
Şekil 2.20: Binaların Olduğu Yere Çökertilmesinin SAP2000’de Modellenmiş Görüntüsü	32
Şekil 2.21: Binaların Kontrollü Patlatmalarla Yana Yatırılması İçin Yıkılması Gerekli Taşıyıcı Elemanlar ve Ateşleme Sırası	32
Şekil 2.22: Binaların Yan Yatırılmasının SAP2000’de Modellenmiş Görüntüsü	32
Şekil 2.23: Betonarme Binanın Olduğu Yere Çökertilerek Yıkılması	34
Şekil 2.24: Kulelerin Yana Yatırılması İçin Uygulanan Kama Şekilleri.....	36
Şekil 2.25: Kulelerin Boyunun Kısaltılarak Yan Yatırılması İçin Örnek Tasarım Modeli	36
Şekil 2.26: Bir Kulelerin Boyunun Kısaltılarak Yana Yatırılması	37
Şekil 2.27: Kulelerin Yan Yatırma Metodu ile Yana Yatırılmasında Uygulanabilecek Kama Boyutlandırması.....	37
Şekil 2.28: Betonarme Kulelerde Yaygın Olarak Kullanılan Patlatma Paterni.....	38
Şekil 2.29: Tuğla Kulelerin Yana Yatırılmasında Yaygın Olarak Kullanılan Patlatma Paterni.....	38
Şekil 2.30: Tuğla Bacanın Yan Yatırma Metodu İle Kontrollü Yıkımı	39
Şekil 2.31: Tuğla Kulelerin İç Çökertilmesinde Kullanılan Patlatma Tasarımı	39
Şekil 2.32: Taş Köprülerdeki Patlatma Bölgeleri ve Delik Yönleri	41
Şekil 2.33: Çelik Köprülerin Kontrollü Patlatmalarla Yıkılması	41
Şekil 2.34: Betonarme Köprüde Patlatma Bölgeleri.....	42
Şekil 2.35: Kolonlar İçin Patlatma Tasarımı	44
Şekil 2.36: Kirişlerde Uygulanabilecek Patlatma Tasarımı.....	44
Şekil 2.37: Döşemelerde Uygulanan Patlatma Tasarımı	45
Şekil 2.38: Yapı Elemanlarında Patlayıcı Konumları.....	49
Şekil 2.39: Yapı Elemanında Delinen Delikler	50
Şekil 3.1: Edirne Kapıkule Gümrük Lojmanları Uydu Görüntüsü	62
Şekil 3.2: Edirne Kapıkule Gümrük Lojman Binası.....	63

Şekil 3.3: Edirne Kapıkule Gümrük Lojman Binası.....	63
Şekil 3.4: Test Binasının Uydu Görüntüsü.....	64
Şekil 3.5: Akfil AutoStem Kartuşları	66
Şekil 4.1: Edirne Kapıkule Gümrük Lojman Binasının AutoCAD Programında Modellenmiş Görüntüsü	68
Şekil 4.2: Edirne Kapıkule Gümrük Lojman Binasının AutoCAD Programında Modellenmiş Görüntüsü	68
Şekil 4.3: Edirne Kapıkule Gümrük Lojman Binasının Kat Planı (Metre)	69
Şekil 4.4: Kolonlar Arası Dikey Mesafe (Metre)	69
Şekil 4.5: Kolonlar Arası Yatay Mesafe (Metre).....	69
Şekil 4.6: Kolonların Eni (Metre).....	70
Şekil 4.7: Kolonların Boyu (Metre).....	70
Şekil 4.8: Kolon Numaraları.....	71
Şekil 4.9: SAP2000’de Modellenmiş Binanın Hiçbir Tesir Altında Kalmadanki Halinin Görüntüsü	76
Şekil 4.10: SAP2000’de Modellenmiş Binanın Yük Tesirleri Altında Kaldığı Halinin Görüntüsü	76
Şekil 4.11: Zemin Katta Bulunan Kolonların Risk Durumları	77
Şekil 4.12: 1.Deneme’de Atım Öncesi ve Sonrası Kolon Görüntüsü.....	78
Şekil 4.13: 2.Deneme’de Atım Öncesi ve Sonrası Kolon Görüntüsü.....	78
Şekil 4.14: 3.Deneme’de Atım Öncesi ve Sonrası Kolon Görüntüsü.....	79
Şekil 4.15: Önerilen Ateşleme Tasarım.....	81
Şekil 4.16: Önerilen Tasarım İçin Ateşleme Süreleri (ms).....	82
Şekil 4.17: Yıkımda Uygulanan Ateşleme Tasarımı	84
Şekil 4.18: Kolonlar İçin Uygulanan Ateşleme Süresi (ms).....	85
Şekil 4.19: Önerilen Tasarım İçin Yıkımın Modellenmesi (65-780 ms).....	87
Şekil 4.20: Önerilen Tasarım İçin Yıkımın Modellenmesi (845-1560 ms).....	88
Şekil 4.21: Önerilen Tasarım İçin Yıkımın Modellenmesi (1625-2340 ms).....	89
Şekil 4.22: Önerilen Tasarım İçin Yıkımın Modellenmesi (2405-3120 ms).....	90
Şekil 4.23: Önerilen Tasarım İçin Yıkımın Modellenmesi (3185-3900 ms).....	91
Şekil 4.24: Uygulanan Tasarım İçin Yıkımın Modellenmesi (65-650 ms)	93
Şekil 4.25: Yıkılmış Binanın Görüntüsü	94
Şekil 4.26: Yıkılmış Binanın Görüntüsü	94
Şekil 4.27: Yıkılmış Binanın Görüntüsü	95
Şekil 4.28: Ateşlemenin Başlangıç Anı ile Yıkımın Tamamlandığı An.....	95
Şekil 4.29: Binanın Maksimum Yüksekliği ile Yıkım Sonrasındaki Maksimum Yüksekliği	96
Şekil 4.30: Eğilme Açısı.....	96
Şekil 4.31: Titreşim Ölçer Cihazların İstasyon Noktaları	97
Şekil 4.32: Alman-DIN Normu’na Göre Hız-Frekans Grafiği	98
Şekil 4.33: Türk Normu’na Göre PPV-Frekans Grafiği	98
Şekil 4.34: Yıkımda Kullanılan KATO Ekskavatör	99
Şekil 4.35: Binanın Çökmesi Esnasında Bir Fotoğraf	99
Şekil 4.36: Test Binasının AutoCAD Programında Modellenmiş Görüntüsü.....	101
Şekil 4.37: Test Binasını Kuş Bakışı Planı (Santimetre).....	101
Şekil 4.38: SAP2000’de Çizilmiş Olan Test Binasının Hiçbir Tesir Altında Kalmadanki Halinin Görüntüsü	106
Şekil 4.39: Test Binanın Kendi Ağırlığı Altındaki Davranışı Gösteren SAP2000 Programından Alınmış Görüntü	107
Şekil 4.40: Kartuşun Delikten Fırlama Anı	108
Şekil 4.41: 11 Numaralı Kolonun Ateşleme Öncesi ve Ateşleme Sonrası Durumu.....	108
Şekil 4.42: 3 Numaralı Kolonun Ateşleme Sonrası Durumu	109
Şekil 4.43: 3 Numaralı Kolonun Ateşlenmesi Sonucu Parça Savrulması	109
Şekil 4.44: Yıkım İçin Uygulanan Ateşleme Sırası.....	110
Şekil 4.45: Kolonlarda Alınan Güvenlik Önlemleri	111

Şekil 4.46: Test Binasın Yıkım Anının Gecikme Sürelerine Göre SAP2000 Programında Modellenmesi	111
Şekil 4.47: Test Binasının Yıkım Sonrası Durumu	112
Şekil 4.48: Test Binası ile Titreşim Ölçer Cihaz Noktası.....	113
Şekil 4.49: Alman-DIN Normu'na Göre Hız-Frekans Grafiği.....	114

TABLO LİSTESİ

Sayfa No

Tablo 2.1: Yıkım Tekniklerinin Karşılaştırılması.....	2
Tablo 2.2: Dinamitlerin Özellikleri.....	7
Tablo 2.3: TS500’de Tanımlı Beton Sınıfları	22
Tablo 2.4: TS708 Standardına Göre Donatı Çeşitleri	23
Tablo 2.5: Yapı Yıkımında Kullanılan Dinamitler ve Özellikleri.....	46
Tablo 2.6: Çelik Yapıların Yıkımında Kullanılan Plastik Patlayıcılar ve Özellikleri.....	46
Tablo 2.7: Kolon/Kiriş Genişliklerine Göre Gustaffson’un Önerdiği Delik Uzunlukları.....	51
Tablo 2.8: Döşeme Malzemesi ve Kalınlığına Bağlı Olarak Gustaffson’un Önerdiği Delik Uzunlukları	51
Tablo 2.9: Çatı Kalınlığına Bağlı Olarak Gustaffson’un Önerdiği Delik Uzunlukları	51
Tablo 2.10: Gustaffson’un Önerdiği Malzeme Kalitesine Bağlı Temel Patlatma Tasarımı	52
Tablo 2.11: Malzeme Kalitesine Göre Önerilen Delikler Arası Mesafe.....	53
Tablo 2.12: Malzeme Kalitesi ve Kalınlığa Bağlı Olarak Gustaffson’un Önerdiği Duvar Patlatma Tasarımı	53
Tablo 2.13: Kolon ve Kiriş Genişliklerine Bağlı Olarak Önerilen Delikler Arası Mesafe ve Delik Sıra Sayısı	54
Tablo 2.14: Duvar Malzemesi ve Kalınlığına Bağlı Olarak Gustaffson’un Önerdiği Delikler Arası ile Delik Sıraları Arası Mesafe.....	54
Tablo 2.15: Çatı Kalınlıklarına Bağlı Olarak Gustaffson’un Önerdiği Delikler Arası Mesafe ile Delik Sıraları Arası Mesafe	55
Tablo 2.16: Delik Sıkılama Katsayıları.....	60
Tablo 2.17: Ahrweiler Sivil Savunma Okulu için “c” ve “q” Katsayıları.....	60
Tablo 2.18: Siegen’deki Eski Madenci Okulundaki “c” ve “q” Katsayıları	60
Tablo 2.19: Özgül Patlayıcı Katsayıları.....	61
Tablo 4.1: Kolonların Geometrik Özellikleri.....	71
Tablo 4.2: Edirne Kapkule Gümrük Lojman Binalarının Kolonunu Temsil Eden Numuneler ..	72
Tablo 4.3: Betonun Birim Hacim Ağırlığı (gr/cm^3).....	72
Tablo 4.4: Betonun Kırılma Yüğü (kN).....	72
Tablo 4.5: Ultrasonik Ses Geçirgenliği Deneyi Sonuçları	72
Tablo 4.6: Beton Dayanımı (MPa).....	73
Tablo 4.7: Kolonların Kaldırabileceği Maksimum Eksenel Yüğü (kN)	73
Tablo 4.8: Betonun Elastisite Modülü (MPa)	73
Tablo 4.9: Abak Eğri Seçimi.....	74
Tablo 4.10: Kolonların Tesiri Altında Kaldığı Eksenel Yüklere Göre Dayanabilecekleri Moment Yüğüleri	75
Tablo 4.11: Özgül Patlayıcı Miktarı (kg/m^3)	79
Tablo 4.12: Kolonlarda Kullanılması Gereken Patlayıcı Miktarı (kg).....	79
Tablo 4.13: Titreşim Ölçer Cihazların ve Atım Noktası Koordinatları	97
Tablo 4.14: Titreşim Ölçer Cihazların Aldığı Kayıtlar	98
Tablo 4.15: Binanın Makine ile Yıkım Maliyeti.....	100
Tablo 4.16: Binanın Patlayıcı ile Yıkım Maliyeti.....	100
Tablo 4.17: Kolon Boyutları (Metre).....	102

Tablo 4.18: Edirne Kapkule Gümrük Lojman Binalarının Kolonunu Temsil Eden Numuneler	102
Tablo 4.19: Betonun Yoğunluğu (gr/mm^3)	102
Tablo 4.20: Betonun Kırılma Yüğü (kN).....	103
Tablo 4.21: Ultrasonik Ses Geçirgenliğı Deneyi Sonuçları	103
Tablo 4.22: Beton Dayanımı (MPa).....	103
Tablo 4.23: Kolonların Kaldırabileceğı Maksimum Eksenel Yüğü (kN)	104
Tablo 4.24: Betonun Elastisite Modülü (MPa)	104
Tablo 4.25: Kolon Donatı Özellikleri ve Eğri Seçimi.....	105
Tablo 4.26: Abak Seçimi	105
Tablo 4.27: Kolonların Tesiri Altında Kaldığı Eksenel Yüklere Göre Dayanabilecekleri Moment Yükları	106
Tablo 4.28: Titreşim Ölçer Cihazı ve Atım Noktası Koordinatları.....	113
Tablo 4.29: Titreşim Ölçer Cihazının Kaydettiğı Kayıtlar	113
Tablo 4.30: Jelatinit Dinamit ve Akfıl AutoStem Kartuşlarının Yaratığı Hasar.....	114

SEMBOL LİSTESİ

σ_c : Tek eksenli basınç dayanımı
 P : Kırılmadan hemen önceki basma yükü
 A : İlk kesit alanı
 f_c : beton basınç dayanımı
 f_{ck} : beton karakteristik basınç dayanımı
 f_{ctk} : beton karakteristik çekme dayanımı
 E_c : beton elastisite modülü
 G_c : beton kayma modülü
 μ_c : poisson oranı
 α_c : sıcaklık birim şekil değiştirme (genleşme) katsayısı
 F_{ckj} : j günlük betonun karakteristik basınç dayanımı
 E_{cj} : j günlük betonun elastisite modülü
 G_{cj} : j günlük betonun kayma modülü
 f_c : maksimum gerilme (dayanım)
 f_{cu} : kırılma gerilmesi
 ϵ_{co} : maksimum gerilmeye karşılık gelen birim kısalma
 ϵ_{cu} : kırılma anındaki birim kısalma
 E_c : betonun elastisite modülü
 σ : gerilme
 η : emniyet katsayısı
 E_1 : delikler arası mesafe
 L : Şarj miktarı (kg)
 V : Patlatılacak nesnenin hacmi (m^3)
 q : Özgül patlayıcı miktarı veya tecrübe katsayısı
 M : Patlatılacak nesnenin kütlesi (t)
 w : Delik etki mesafesi (m)
 c : Özgül şarj miktarı
 d : Sıkılama katsayısı
 a_B : Delikler arası mesafe
 a_R : Delik sıraları arası mesafe
 b_W : Duvar kalınlığı
 $R_{kapsül}$: Bir kapsülün direnci,
 $R_{bağlantı}$: Bağlantı devresi direnci,
 N : Kapsül Sayısı
 R : Delik yarıçapı
 a : Genişlemiş delik yarıçapı
 σ_r : Basıncın yarıçap yönündeki bileşeni
 σ_c : Basıncın teğet bileşeni
 ω_t : Eğri değeri
 ρ : Donatı alanının kesit alanına oranı
 m : Momente bağlı abaktan okunan değer
 M_d : Taşıma momenti (MPa)
 B : Etkime yönüne göre genişlik (m)

h : Etkime yönü uzunluğu (m)
f_{cd} : Betonun basınç dayanımı (MPa)
n : Eksenel yüke bağlı abaktan okunan değer
N : Taşıma Basıncı (MPa)
b : Etkime yönüne göre genişlik (m)
Q : Patlayıcı miktarı (gr)
Aug : Kesit Alanı (cm²)
ωt : Eğri değeri
ρ : Donatı alanının kesit alanına oranı
f_{yd} : Donatı çeliğinin dayanımı (MPa)
m : Momente bağlı abaktan okunan değer
M : Taşıma momenti (MPa)
b : Etkime yönüne göre genişlik (m)
n : Eksenel yüke bağlı abaktan okunan değer
N_d : Taşıma Basıncı (MPa)
V : Hacim
r : Yarı çap
h : Numune boyu
z_s : Donatılar arası mesafe

ÖZET

PATLAYICI MADDE KULLANILARAK YAPILARIN KONTROLLÜ YIKILMASI VE VERİMLİLİĞİNİN İNCELENMESİ

Patlayıcı ile kontrollü yapı yıkımı, hızlı uygulama, düşük maliyet, daha emniyetli olmasından ötürü diğer yıkım tekniklerine göre gün geçtikçe daha ilgi çekici hale gelmektedir.

Ülkemizde kentsel dönüşüm kapsamında yıkılacak birçok eski veya hasar görmüş yapı olması, yeni yıkım tekniklerinin arayışına girilmesine sebep olmuştur. Yurt dışında yıllardır başarılı bir şekilde uygulanan patlayıcı ile kontrollü yapı yıkımı, avantajları hesaba katıldığında dikkate değer bir tekniktir.

Bu çalışma kapsamında, patlayıcı kullanılarak yapı yıkımı ve verimliliği incelenmiştir. Delme-patlatma hakkında genel bilgiler verilmiş olup patlayıcı kullanılarak yapı yıkımı hakkında detaylı literatür çalışması yapılmıştır. Patlayıcı kullanılarak yapı yıkımının diğer metodlar kullanılarak yapı yıkımına nazaran avantaj ve dezavantajları irdelenmiştir.

Tez kapsamında Edirne Kapıkule Gümrük Lojmanları'nın patlayıcı kullanılarak ve makine ile yıkımı gerçekleştirilmiştir. Patlayıcı kullanılarak yıkım tasarımı yapılırken binanın yapı statığı, planı ve konumu dikkate alınmıştır. İmkanların kısıtlı olmasından ötürü en uygun tasarım için çalışmalar yapılmıştır.

Binadan alınan numuneler laboratuvar ortamında incelenmiş, bilgisayar ortamında analizler yapılmış, deneme atımları gerçekleştirilmiştir. Bu sonuçlar ışığında uygun yıkım tasarımı belirlenmiştir.

Bu iki yıkım metodu maliyet, uygulama kolaylığı ve sonuç açısından karşılaştırılmıştır. Bu karşılaştırma sonucu gümrük binalarının patlayıcı kullanılarak yıkım verimliliği hakkında yorumlar yapılmıştır.

Ülkemizde henüz patlayıcı ile kontrollü yapı yıkımına ait bir yönetmelik bulunmadığından ötürü bu tekniği yerleşim yerinde kullanmak için gerekli izinleri almak çok zordur. Bu yüzden patlayıcı özellik gösterip tam olarak patlayıcı madde sınıfına girmeyen piroteknik malzeme gündeme gelmiştir. Piroteknik malzemenin yapı yıkımında kullanılabilirliğinin test edilmesi için deneme yıkım gerçekleştirilmiş ve sonuçlar gözlemlenmiştir.

SUMMARY

CONTROLLED DEMOLITION OF STRUCTURES BY USING EXPLOSIVES AND EXAMINATION OF ITS EFFICIENCY

Controlled building demolition with explosives is becoming more attractive day by day cause of it's rapid implementation, low cost and safety.

New techniques are seeked in the concept of urban transformation in our country cause 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 destruction with explosives and efficiency of destruction are investigated. General information about drilling and blasting are given and a detailed literature about the destruction of the building is worked. The advantages and disadvantages of explosive demolition instead of other methods are discussed.

Edirne Kapıkule customs lodgings are destructed by explosives and machines in the scope of this thesis. When designing the explosive demolition of the building, the static structure, the plan and the location of the building is taken into consideration. Due to limited conditions, studies have been conducted to design the most suitable facilities.

The samples taken from the building are examined in the lab, analyzed in computers analysis, the trial pulses are realized. From these results appropriate demolition designs are determined.

These two demolition methods are compared in terms of costs and ease of implementation. In the result of this comparison, the efficiency of demolition using explosives is discussed.

In our country, there is not yet a regulation of explosives for a controlled demolition so it is very difficult to get the necessary permissions to use this technique. So there is need occurred, pyrotechnic material, that is not in the in the class of explosive materials. In order pyrotechnic material to be observed in building demolition experiments are done.

1. GİRİŞ

Patlatma, kazılabilirliği zor olan kayaların ve makine yardımı ile yıkılamayacak yapıların patlayıcı maddenin ani gaz basıncı ve bu basınçla oluşan yüksek enerji ve şok dalgaları ile parçalanıp gevşetilmesi ile gerçekleşir (Alpsar, 2012).

Günümüzde yapıların tamamen veya kısmi yıkımı için değişik metotlar kullanılmaktadır. Yıkım endüstrisi için geliştirilen çok değişik metotlar olmasına rağmen yıkım işi için optimum şartları sağlayan metodun seçilme zorunluluğu vardır. Yapılacak olan bir yıkım işi için kullanılacak en uygun metodun seçilmesinde, maliyet, zaman, yapının boyutu, şekli, çevresi ve betonarme malzeme kalitesi, yıkım sonrası açığa çıkan molozun tekrar kullanılabilirliği dikkate alınır (Elliot ve Woolf, 2001).

Ülkemizde kentsel dönüşüm kapsamında kullanım ömrünü tamamlamış veya diğer sebeplerden ötürü yıkımı planlanan milyonlarca yapı bulunmaktadır. Bu yapıların geleneksel yöntemlerle yıkımı yüksek maliyeti, çok zaman alacak olması ve çevreye vereceği rahatsızlık gibi sebeplerden ötürü mümkün değildir. Bundan dolayı, yeni yıkım tekniklerinin arayışına girilmiştir.

Patlayıcı madde kullanılarak yapı yıkımı yurt dışında uzun yıllardan beri kullanılan bir metod olmasına karşın ülkemizde, düşük işçilik maliyeti, iş güvenliği ve işçi sağlığına gereken önem verilmemesinden ötürü kullanılmamıştır. Ancak yıkımı planlanan milyonlarca yapının varlığı patlayıcı madde ile yapı yıkımını gündeme getirmiştir.

2. GENEL KISIMLAR

2.1. GENEL BİLGİLER

2.1.1. Delme-Patlatmanın Önemi

Patlatma ile yapı yıkımı; hızlı uygulanabilirlik, düşük maliyet, çevreye verilen rahatsızlığın kısa bir zamanla sınırlandırılması, iş kazalarını minimuma indirmesi ve çevresel etkilerin kontrol altına alınabilirliği gibi avantajlara sahiptir. Ancak yapının planı, malzeme özellikleri ve statik dengesi iyi belirlenmelidir. Bu avantajların yanında, yıkım için uzman bir ekibin gereksinimi, yıkım için alınması gereken izinlerin zor alınması ve oluşabilecek çevresel hasarlar patlayıcı ile yapı yıkımının dezavantajlarını oluşturmaktadır.

Patlayıcıyla yıkım çalışmaları ile yıkım endüstrisinde yaygın olarak kullanılan geleneksel yıkım teknikleri karşılaştırıldığında patlayıcıyla yıkım tekniğinin gerek kullanım gerekse maliyet açısından üstünlükleri çok daha iyi anlaşılmaktadır. Yıkım tekniklerinin karşılaştırılması Tablo 2.1’de yapılmıştır.

Tablo 2.1: Yıkım Tekniklerinin Karşılaştırılması (Jimeno ve diğ., 1995; Dowding, 1996)

Yıkım Tekniği	Proje Süresi	Maliyet	Çevre Üzerindeki Olumsuz Etkileri	Risk
Çelik Küre İle	Uzun	Yüksek	Fazla	Düşük
Çelik Topaç İle	Çok Uzun	Orta	Çok Az	Yüksek
Kırıcı İle	Kısa	Çok Yüksek	Az	Çok Düşük
Patlayıcı İle	Çok Kısa	Düşük	Fazla	Yüksek

2.1.2. Delme-Patlatmanın Kullanıldığı Alanlar

Delme-patlatmanın kullanıldığı alanlar Şekil 2.1’de gösterilmiştir. Delme patlatma; madencilik, inşaat, petrol, enerji, tarım ve ormancılık gibi sektörlerde sıkça kullanılmasıyla beraber askeri faaliyetlerde de uygulanmaktadır (Kahriman, 1999).



Şekil 2.1: Delme-Patlatmanın Kullanıldığı Alanlar

2.2. PATLAYICI MADDELER VE ATEŞLEME SİSTEMLERİ

Patlayıcı madde, şok veya hararet tesiri altında aniden yanarak veya patlayarak ayrışan ve gaz haline dönerek yüksek basınç oluşturan kimyasal bileşim veya karışımlardır (Saltoğlu, 1970).

Patlayıcıların ana özelliği, ateşlendiklerinde yüksek sıcaklıkta büyük hacimde gaza dönüşmeleridir. Bu ani dönüşüm sırasında açığa çıkan gazlar kayaç içerisinde yüksek bir basınç oluşturarak kayacı veya yapı elemanını parçalamaktadır (Nitromak, 2001).

2.2.1. Patlayıcı Maddelerin Özellikleri

Patlayıcı maddelerin özellikleri; fiziksel özellikleri ve detonasyon özellikleri olmak üzere iki grupta incelenenir. Şekil 2.2’de patlayıcı maddelerin özellikleri gösterilmiştir.



Şekil 2.2: Patlayıcı Maddelerin Özellikleri (Alpsar, 2012)

2.2.1.1. Patlayıcı Maddelerin Fiziksel Özellikleri

Yoğunluk: Birim hacme düşen patlayıcı ağırlığı olarak da tanımlayabiliriz. Yoğunluktaki değişkenlikler patlatma deliğindeki şarj miktarlarını etkiler. Ticari patlayıcıların özgül şarj yoğunlukları $0.7-1.7 \text{ gr/cm}^3$ arasında değişmektedir. Birkaç istisna dışında daha yoğun patlayıcı maddeler, daha yüksek patlama hızına ve patlama basıncına sahiptirler (Alpsar, 2012; Koca, 2006).

Duyarlılık: Duyarlılık, ateşleme kolaylığının ölçümü olarak tanımlayabiliriz. Bu husus, patlayıcı maddenin emniyetli bir şekilde hazırlanabilmesini sağlaması yönünden önemlidir (Özer ve Karadoğan, 2012).

Suya Direnç: Patlayıcı maddelerin fiziksel özelliklerinden bir diğeri de suya karşı olan direncidir. Patlatma deliğinin içerisindeki su durumuna göre patlayıcı madde seçileceği için patlayıcı maddelerin özelliklerinin bilinmesi gerekir (Alpsar, 2012).

Kimyasal Stabilité: Patlayıcı maddelerin depolama sürecinde kimyasal yapısının kaybolmamasıdır (Alpsar, 2012).

Oksijen Dengesi: Oksijen dengeli patlayıcıların detonasyonunda açığa çıkan reaksiyon ürünleri zararsızdır. (Alpsar, 2012).

Duman Özellikleri: İdeal bir detonasyonda atomik bileşiği meydana getiren karbon, hidrojen, nitrojen ve oksijenin, oksijen dengeli olması sonucunda sadece karbondioksit, su buharı ve nitrojen gibi gaz reaksiyon ürünleri oluşur (Alpsar, 2012).

Emniyet Özellikleri: Patlayıcı maddelerin emniyetinin tespiti yapılırken bazı testler uygulanır. Protektif darbe ve darbe testi yapılarak darbelere karşı olan direnç seviyesi tespit edilir (Alpsar, 2012).

2.2.1.2. Patlayıcı Maddelerin Detonasyon Özellikleri

Patlama Hızı: Patlama hızı, detonasyon dalgasının patlatma deliği ya da başka bir sıkışık ortamdaki patlayıcı kolonunda ilerleme hızı olup, m/sn ile ifade edilir. Patlayıcı maddelerin patlama hızı artıkça kırma ve parçalama özelliği artar. (Özer ve Karadoğan, 2012).

Patlama Basıncı: Patlama basıncı, patlayıcı maddenin kayaç içerisinde istenen parçalanmayı yapabilme yeteneğinin bir göstergesidir. *Kilobar* olarak ölçülür. Eğer patlayıcı madde yemleme olarak kullanılacaksa yüksek patlama basıncı önemli kriterdir (Alpsar, 2012).

Enerji/Güç: Detonasyonda diğer bir özellikte enerjidir. Patlatma işlemi sırasında açığa çıkan enerjinin (E_{pat}) bir kısmı patlatılan malzemeye baskı uygulayarak kırılmasına (E_{kir}), bir kısmı malzemenin hareketiyle kinetik enerji olarak (E_{kin}), bir kısmı sismik enerjiye (E_{sis}) ve son olarak bir kısmında ısı, ışık ve gürültü (E_{atm}) olarak atmosfere katılmaktadır (Kalaycı, 2011).

2.2.2. Patlayıcı Madde Çeşitleri

Günümüzde kullanılan beş çeşit patlayıcı madde vardır. Bunlar, barut, ateşli patlayıcılar, yüksek hassiyetli patlayıcılar, patlayabilir karışımlar ve patlayıcı özellik taşıdığı halde tam olarak patlayıcı madde olarak ifade edilmeyen piroteknik malzemelerdir. Şekil 2.3’de patlayıcı madde çeşitleri gösterilmiştir.



Şekil 2.3: Patlayıcı Madde Çeşitleri

2.2.2.1. Barut

Bileşim olarak en basit olan patlayıcı madde olup yanıcı ağaç kömürü tozu (%10-18), kükürt tozu (%10-28) ile güherçilden (%63-77) oluşur. Güherçile malzemesi olarak genellikle potasyum-nitrat kullanılır. Gaz özellikleri iyi değildir ve suya direnci hiç yoktur (Kömürcügil, 1969; Saltoğlu, 1970).

2.2.2.2. Ateşli Patlayıcılar

Bunlar çok hassas ve patlaması çok kolay patlayıcılardır. Kapsül imalatında kullanılırlar. Bunların patlamasıyla meydana gelen çok şiddetli darbe veya şok daha az hassas olan esas patlayıcı maddeyi patlatır (Şeran ve Akay, 1999).

2.2.2.3. Yüksek Hassasiyetli Patlayıcılar

Bütün dinamitler bu gruba girmektedir. Patlamaları bir kapsülün verdiği ani ve çok şiddetli patlama sonucu çok miktarda ve yüksek basınç altında gaz çıkarırlar. Dört çeşit yüksek hassasiyetli patlayıcı madde vardır. Bunlar; Nitrogliserin esaslı patlayıcı maddeler, Amonyumnitrat esaslı patlayıcı maddeler, Trinitrotoluen ve plastik tipi patlayıcılardır (Nitromak, 2001).

Nitrogliserin Bazlı Patlayıcı Maddeler: Nitrogliserin bazlı patlayıcı maddelerin bileşiminde nitrogliserinle beraber sodyum-nitrat ve ağaç hamuru gibi yanabilen ve emici maddeler vardır. Bu tip patlayıcılarda nitrogliserin miktarı ağırlıkça %10-92 arasındadır (Nitromak, 2001).

Nitrogliserin esaslı dinamitlerde, depolama şartları çok önemlidir. Uygun şartlarda yapılmayan depolamalarda veya süresinden uzun bekletilmiş ürünlerde, nitrogliserin kusması görülebilmektedir. Serbest kalan nitrogliserin ise en ufak bir darbeye karşı duyarlıdır. Böylece tehlikeli bir durum oluşabilir(Şeran ve Akay, 1999).

Nitrogliserin bazlı patlayıcılar içerdikleri değişik oranlardaki kimyasallar nedeniyle beş sınıfa ayrılmışlardır. Bunlar;

- Anti-grizuin Dinamiti
- Sismik Dinamit
- Elbar-1 Dinamit
- Jelatinit Dinamit
- Gom Tipi Dinamit

Anti-Grizutin dinamiti kısa sürede ve düşük sıcaklıkta alev alabildiği için grizu tehlikesi olan kömür yeraltı kömür ocaklarında kullanılırlar. Sismik dinamit sismik araştırmalarda petrol ve doğal gaz aramalarında kullanılır. Elbar – 1 dinamiti ise yeraltı tünellerinde veya çevresel etkilerin sorun olduğu yerüstü ocaklarında kullanılır. Jelatinit dinamit ise nitrogliserin içerisinde nitroselülozun eritilmesi ile elde edilir, su geçirmediğinden dolayı yüksek dayanımlı masif kayaların olduğu ocaklarda tercih edilir. Gom tipi dinamitler en kuvvetli nitrogliserin esaslı patlayıcılardır. Nitrogliserin oranı en fazla olan dinamittir. (Nitromak, 2001; Saltoğlu, 1970; Delme Patlatma Portalı, 2012).

Trinitrotoluen (T.N.T.): Trinitrotoluen (TNT), formülü $C_7H_5N_3O_6$ olan kimyasal bileşiktir. Toluen ard arda üç kere nitrolanması sonucunda elde edilir. Güçlü bir patlayıcı madde olmasına karşın zehirli içeriğinden ötürü canlı sağlığı için çok zararlıdır.

Amonyum-nitrat Bazlı Patlayıcı Maddeler: Bunların temel maddesi amonyum-nitrattır. Nakil ve kullanışlarındaki emniyet bunların başlıca üstünlükleridir.

Nitrogliserin içermediklerinden başağrısı yapmazlar ve donmazlar. Çok ekonomik olmalarına karşın şiddeti azdır. Ekonomik ve güvenli olmaları sebebiyle yaygın olarak kullanılırlar (Saltoğlu, 1970; Koca, 2006).

Teknik olarak herhangi bir yakıt türü malzeme ile karıştırılmayan amonyum-nitrat, patlayıcı madde sınıfına dahil edilmemektedir. Ama herhangi bir yakıt türü malzeme ile bulaştığı anda patlayıcı madde olmaktadır. Buna göre depolanması ve taşınması gerekmektedir. Amonyum-nitrat esaslı patlayıcılar ucuz ve emin olduklarından dolayı inşaatlarda ve yüzey maden ocaklarında kullanılır (Topal, 2004; Dikici, 2012).

Tablo 2.1’de çeşitli dinamit sınıfları, çeşitleri ve özellikleri verilmiştir.

Tablo 2.2: Dinamitlerin Özellikleri (Koca, 2006)

Tipi	Dinamitin Adı	Patlama Gücü	Gaz Özelliği	Suya mukavemet	Patlama hızı (m/s)
GOM Tipi Dinamitler	Gom-I	100	Kötü	Çok iyi	7900
	Gom-II	90	Orta	Çok iyi	7600
	Gom-IIA	80	Orta	Çok iyi	7200
	Kara Gom-IIA	80	Orta	Çok iyi	7025
Jelatin Dinamitler	Jelatin	75	İyi	İyi	7025
	Kara jelatin	75	İyi	İyi	6975
	Jelatin-A	70	İyi	İyi	9375
	Jelatin-B	70	İyi	İyi	6300
	Kara Amon	60	İyi	İyi	6200
	Jelatinit	70	İyi	İyi	6225
	Kara jelatinit	70	İyi	İyi	6175
	Gamzit	75	İyi	İyi	6175
Yarı Jelatin Toz Dinamitler	Kara Gamzit	75	İyi	İyi	6175
	Grizutin klorür-	45	Çok iyi	Yoktur	5260
	Grizitin roş	65	Çok iyi	Yoktur	6150
	Grizitin Roş-1	65	Çok iyi	Yoktur	5800
	Grizitin kuş	60	Çok iyi	Yoktur	4425
Toz Dinamitler	Grizitin kuş-1	60	Çok iyi	Yoktur	4300
	Elmonit-I	60	İyi	Yoktur	4900
	Elmonit-II	55	İyi	Yoktur	4950
	Elbar	55	İyi	Yoktur	4200

Plastik Tipi Patlayıcılar: Diğer patlayıcılara göre kolaylıkla şekil verilebilmesi ve daha geniş bir ısı aralığında kullanılabilmesi ile avantajlı olan bir patlayıcı türüdür. Şekillendirilebilmesi ve istenen büyüklükte parçalara bölünebilmesi sayesinde özellikle tahrip işlemleri için idealdir.

Bu tip patlayıcılar, diğer patlayıcılarla karşılaştırıldığında patlama şokuna duyarlı ve yüksek basınç altında yeterli patlatma hızı oranını verebilmektedir. Yüksek patlama hızı ve su geçirmemesi avantajıdır. Ancak sualtında sadece 24 saat bozunmadan kalabilmektedir (Akatay, 2000; Koca, 2006).

Askeri alanlarda, yapı yıkımlarında, sualtı patlatmalarında, kaya kazılarında kullanılırlar. En sık kullanılan plastik tipi patlayıcıların içeriğinde RDX ve PETN olmaktadır (Özer ve Karadoğan, 2012).

2.2.2.4. Patlayabilir Karışımlar

Tek başına patlayıcı özellik taşımayan iki malzemenin bir araya getirelerek patlayıcı özellik özellik kazanması sonucu oluşurlar. Bu malzemelerin biri yakıt, diğeri ise oksitleyicidir.

Patlayabilir karışımlar, kuru patlayabilir karışımlar ve sulu patlayabilir karışımlar olmak üzere iki ana başlık altında incelenbilir. Kuru patlayabilir karışımlar su ile temas ettiğinde bozulurken, sulu patlayabilir karışımlar sudan etkilenmezler.

Kuru Patlayabilir Karışımlar: En yaygın olarak kullanılan kuru patlayabilir karışım ülkemizde de özellikle taş ocaklarında çok sık görülen ANFO'dur. ANFO, %94,5 civarında amonyum-nitrat ile %5,5 oranında mazot'un karıştırılması sonucu oluşmuştur (Kahrıman, 1999).

Sulu Patlayabilir Karışımlar: Kuru patlayabilir karışımlara nazaran suya karşı dayanıklıdır. Başlıca sulu patlayabilir karışımlar, watergel ve emülsiyonlardır.

Watergel (Slurry); sulu deliklerde yapılan araştırmalar sonucu çözeltilerin içine bazı bitkisel zamların katılması ile suda erimeye dirençli hale getirilmiş karışımlardır (Topal, 2004).

Emülsiyonlar; deliklere tam olarak doldurulabildikleri için patlatma anında şok dalgası kaya ile tam temas içinde olduğundan çok verimli patlatmalara sebebiyet verir (Delme Patlatma Portalı, 2012).

2.2.2.5. Piroteknik Malzeme

Piroteknik, işlenmesi için başka makine veya alete ihtiyaç duyan, kimyasal bir reaksiyona girdiğinde ısı, ışık, gaz, sis veya ses verme özelliği olan madde bilimidir. Patlayıcı madde ise patlamaya sebebiyet veren malzeme olarak ifade edilir. Bu yüzden tam olarak patlayıcı madde olarak sınıflandırılması yanlıştır (Goebel, 2002).

Piroteknik bilimi, havai fişek üretiminin yanında kibrit, oksijen kandili, patlayıcı sürgü ve bağları ve otomobil hava yastıklarının üretimlerini de kapsamaktadır. Genellikle ışık saçma amacıyla üretilmektedirler

Piroteknik malzemeler detonasyon yerine yanma yoluyla patlamaya sebebiyet vermektedir. Piroteknik malzemelerin davranışı içeriğine göre değişmektedir. Başarılı bir şekilde hapsedilmiş içerik ve içeriğin homojenliği, yanmayı hızlandırmaktadır (Brauer, 1974).

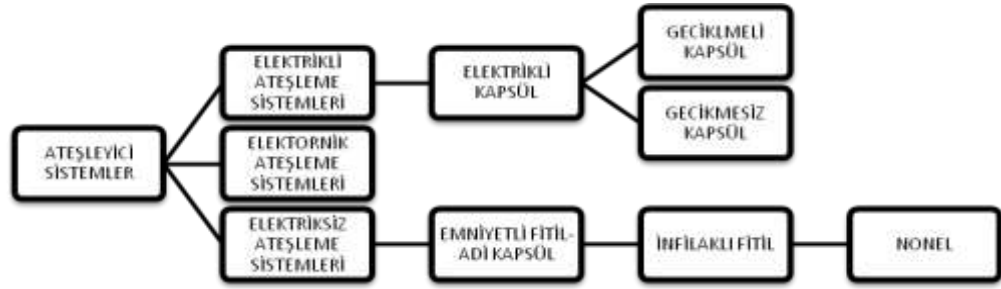
Piroteknik malzemeler; alev, darbe, elektrik şoku, yüksek ısı veya lazer ışını tarafından ateşlenebilir. Bu açıdan bakılırsa; patlayıcı maddeler ile olan bir diğer farkının daha ortaya çıktığı görülmektedir. Güçlü patlayıcı maddeler dış etkilere duyarsız olmak için tasarlanmakta olup alev ve kıvılcım gibi ufak etkilerle ateşlenmezler, ancak detonatörden gelen şokla ateşlenebilirler (Goebel, 2002).

Piroteknik malzemelerin; miktarına oranla yüksek etkisi, çok emniyetli ve ufak olmaları, basit kullanıma sahip olması, düşük maliyeti, kısa sürede daha fazla enerjiye sebebiyet vermesi başlıca avantajlarıdır (Brauer, 1974).

2.2.3. Ateşleme Sistemleri

Ateşleme sistemleri, patlatma operasyonlarının başlangıç kısmını oluşturmakla birlikte en önemli kademelerden biridir. Amacına uygun şekilde belirlenmeyen ateşleme sisteminin seçimi, bir atım grubunu tek başına olumsuz yönde etkilemeye yeterlidir (Nitromak, 2001).

Üç çeşit ateşleme sistemi vardır; Elektrikli ateşleme sistemleri, elektriksiz ateşleme sistemleri ve elektronik ateşleme sistemleri. Şekil 2.4'te kullanılan ateşleme sistemlerinin çeşitleri gösterilmiştir.



Şekil 2.4: Ateşleme Sistemleri

2.2.3.1. Elektrikli Ateşleme Sistemleri

Elektrikli kapsüller, elektrikli ateşleme sisteminin yegane parçasıdır. Elektrikli kapsüller, prensipte içine iki iletken kablo ile bağlı bir elektrikli kibritbaşı yerleştirilmiş özel tahrip kapsülünden oluşur. İletken iki kablonun ucu akım kaynağına bağlıdır. Verilen akım, kablodan ve kibritbaşının direnç telinden geçer. Akım direnç telini kızdırır ve üzerindeki eczayı yakar. Bu yanma kapsül içerisindeki primer ve ana patlayıcıya kadar devam ederek patlatma gerçekleşir (Nitromak, 2001).

Elektrikli kapsüllerde yapılan ateşlemeler diğer sistemlere nazaran daha risklidir. Bu yüzden kötü hava şartlarında ve sinyal alıp verebilen cihazların yakınında kullanılmamalıdır.

Gecikmesiz Elektrikli Kapsüller: Bu tip kapsüller gecikmenin önemsiz olduğu patlatma operasyonlarında tercih edilmektedir (Nitromak, 2001).

Gecikmeli Kapsüller: Gecikmeli elektrik kapsüller, deliklerin aynı anda ateşlenmesini fakat aynı anda patlamamasını sağlayan kapsüllerdir. Gecikmeli kapsüllerin kullanıldığı patlatmalarda, patlatılan patlayıcı bir önceki gecikme anındaki patlamanın etkisiyle daha fazla deformasyona sebebiyet verir.

2.2.3.2. Elektriksiz Ateşleme Sistemleri

Emniyetli Fıtil-Adi Kapsül (8 No'lu Kapsül): Adi kapsülün fıtil ile bağlanması sonucunda oluşturulan bir sistemdir. Kullanılan fıtilin standart yanma hızı yaklaşık olarak 115 m/dk'dır. Fıtil ile birlikte kullanılan Adi kapsül, yüksek hassasiyetli patlayıcı

madde doldurularak preslenmiş metalik bir tüptür. Ateşlemeye karşı çok hassas olan bu kapsüller emniyetli fitil ile patlatılır (Nitromak, 2001).

İnfilaklı Fitol: İnfilaklı fitil, esas olarak ortada PETN çekirdek, etrafında kopmaya karşı dayanıklılık vermek üzere yerleştirilen tekstil bir katman ve dışta bir naylon kaplamadan oluşmaktadır. İnfilaklı fitiller, her türlü kapsül ile ateşlenebilir. (Nitromak, 2001).

Elektriksiz Kapsüller (NONEL): NONEL, düşük enerji tipli iletişim hattı olan ve tüpün iç kısmı reaktif bir toz ile kaplanmış elektriksiz bir ateşleme sistemidir. Plastik tüp, sinyal hattından geçen bir şok dalgası ile reaksiyon olur. Bu şok dalgası geciktirici elemanı ateşleyecek kadar güçlü, fakat tüpü tahrip edecek veya patlayıcı maddeleri ateşleyecek kadar güçlü değildir. Bir NONEL tüpünün şok dalgası hızı yaklaşık 2100 m/sn'dir (Nitromak, 2001).

2.2.3.3. Elektronik Ateşleme Sistemleri

Kapsül içerisine bilgisayarda olduğu gibi bir çip yerleştirilmiş olup, istenilen hassasiyette gecikme verilebilir. Bu sistemde kapsüle istenen gecikme zamanı kullanıcı tarafından verilebilir. Kullanımı oldukça kolaydır. Elektronik kapsül sistemi; elektronik kapsül, bağlantı elemanları ile kontrol ve ateşleme ekipmanlarından oluşur (Nitromak, 2001).

Elektronik kapsül kullanılarak istenilen gecikme süresi herhangi bir sapma olmadan verilebilir. Kolay kullanımı ve aşırı emniyetli olmasına karşın yüksek maliyeti ve kullanımı için kalifiyeli elemana gereksinim duymasından ötürü ülkemizde nadir olarak kullanılmaktadır.

2.3. PATLATMA OLAYI

2.3.1. Patlatma Evreleri

2.3.1.1. Detonasyon

Detonasyon, patlatma olayının başlangıcıdır ve patlayıcı maddenin yanma hızı olarak ifade edilir. Bu aşamada patlayıcı maddenin bileşenleri çok hızlı bir şekilde yüksek

basınç ve sıcaklıkta gaza dönüşerek delik duvarını parçalayarak delik çapını bir miktar genişletebilir. (Kahriman, 1999; Kalaycı, 2011).

2.3.1.2. Şok Ve Basınç Dalgalarının Yayılması

Normal sıcaklık ve basınç altındaki patlayıcı maddenin çok kısa bir sürede büyük bir basınç veya sıcaklık ile uyarılması sonucu oluşan şok dalgası (patlama dalgası) patlayıcı madde boyunca kendi kendisini destekleyerek ilerler (Koca, 2006).

Patlayıcı madde ateşlendikten sonra delik cidarındaki basınç anlık tepe değerine ulaşacak ve doğrusal olmayan şekilde bozulacaktır. Bunun sonucunda delik içinde açığa gaz genleşecek ve delik etrafında parçalanma ve çatlamalara sebep olacaktır (Kalaycı, 2011).

2.3.1.3. Gaz Basıncının Yayılması

Meydana gelen yüksek sıcaklık ve basınçtaki gazlar, yapı elemanı içerisinde bulunan veya oluşan süreksizlikler içerisine girerek radyal çatlakların ilerlemesine ve deliğin bozulmasına sebep olur (Ünal, 2005).

2.3.1.4. Kütle Taşınması

Parçalanma işlemindeki son aşamadır. Parçalanmış malzeme etki hızına bağlı olarak ötelenir. Buradaki en önemli faktörler şarj miktarı, delik boyu, malzeme kalitesidir.

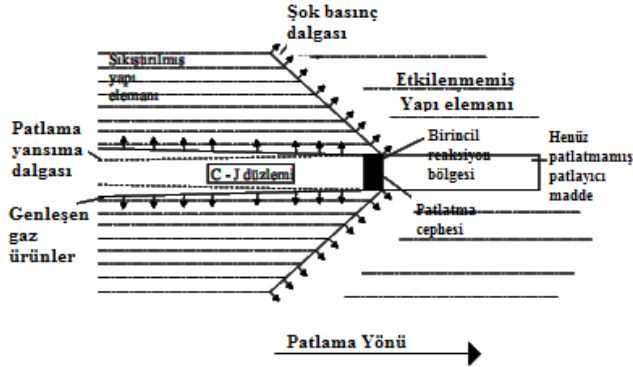
2.3.2. Patlayıcıların Yapı Elemanlarını Kırma Mekanizması

Yıkım patlatmalarında patlatılacak nesne çoğunlukla betonarmedir. Patlatılacak betonarme elemanın malzeme özellikleri ile dış etkilere dolayı kısmen hasar görmüş olması patlama olayını çok farklı sonuçlara götürebilmektedir (Sosyal, 1998).

Kırılma, oluşan şok enerjisi ile kırılma ve oluşan gazların yarattığı delik içi basınç etkisiyle kırılma olmak üzere iki şekilde gerçekleşir (Aldaş ve Özkazanç, 2000).

Yüksek patlama hızına sahip patlayıcılar, patlama olayının başlaması ile çok kısa süreli fakat yüksek genlikli basınç oluşur ve bu da çok büyük bir kırma etkisi yaratır. Bu, çok sert ve sağlam yapı elemanları için arzu edilen bir husustur. Düşük patlama hızlı patlayıcılar ise düşük genlikli fakat daha uzun süreli basınç dalgası oluştururlar. Bunun sonucu oluşan gaz hacmi büyüktür ve öteleme özelliği parçalama özelliğinden fazladır.

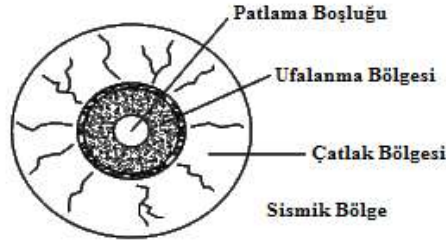
Yapı elemanları için genellikle yüksek patlayıcı hızlarına sahip kuvvetli patlayıcılar kullanılır (Özer ve Karadoğan, 2012).



Şekil 2.5: Yapı Elemanı İçinde Patlatma Olayı (Koca, 2006)

2.3.3. Yapı Elemanlarında Patlatma Sonucu Oluşan Kırılma Bölgeleri

Patlayıcı maddenin kuvveti ve yapı elemanının özelliklerine bağlı olarak, yapı elemanı içinde silindirik bir hacimde patlayan patlayıcıyı dikkate aldığımızda; patlama deliği, uflanma bölgesi, çatlak bölgesi ve sismik bölge olmak üzere 4 bölge dikkat çeker. Bu bölgeler Şekil 2.6'da gösterilmiştir (Erkoç, 1990).

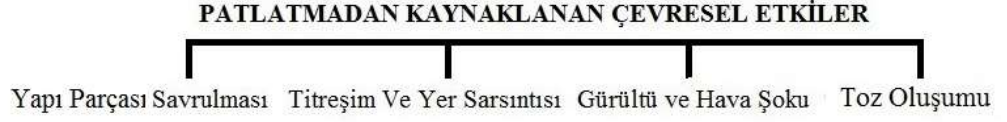


Şekil 2.6: Patlatma Deliği Çevresindeki Kırılma Bölgeleri (Erkoç, 1990)

Patlatma deliği, patlatmanın gerçekleştiği bölgedir. Uflanma bölgesi, patlama deliğini saran ve patlamanın etkisiyle neredeyse pulverize olmuş parçalardan oluşur. Çatlak bölgesi ise, patlamada ortaya çıkan enerjinin yapı elemanı dayanım sınırını aşması ile çatlamaya sebebiyet verdiği uflanma bölgesini saran bölgedir. Son olarak sismik bölge ise yapı elemanının etrafında bulunan serbest yüze gelen gerilmelerin yapı elemanına az da olsa hasar verdiği bölge tanımlanır (Erkoç, 1990).

2.4. PATLATMADAN KAYNAKLANAN ÇEVRESEL ETKİLER

Patlatmanın gerçekleşme anında ve sonrasında dört adet çevresel etki ortaya çıkmaktadır. Bu çevresel etkiler Şekil 2.7'de gösterilmiştir.



Şekil 2.7: Patlatmadan Kaynaklanan Çevresel Etkiler

2.4.1. Yapı Parçalarının Savrulması

Patlatma işlemi sırasında patlayıcı madde yapı elemanı içinde yeterince hapsedilemezse reaksiyon sonucu oluşan yüksek basınçlı gazlar atmosfere erken deşarj olur. Bu yüksek hızlı gaz boşalımının etkisiyle bazı yapı parçaları yapı elemanından ayrılır ve çok uzak mesafelere savrulabilir. Savrulan bu parçalar insan yaralanmalarına ve yapılarda ciddi hasarlara neden olabilir (Bilgin, 1999).

Patlatma sırasında izin verilen yapı parçalarının savrulma mesafesini belirlemek için OSMRE'ninde önerdiği ABD'de uygulanmakta olan federal yönetmelik düzenlemeleri esas alınabilir. Buna göre; havada hareket etmekte olan veya zemin üzerinde yuvarlanan yapı parçacıklarının savrulma mesafesi, patlatma yapılan alana en yakın yerleşim noktası ile patlatma yapılan alan arasındaki mesafenin yarısından fazla olmamalıdır. Ayrıca görevli personel tarafından kontrol edilmekte olan güvenli alanın dışına yapı parçalarının savrulması istenmemektedir (OSMRE, 2004).

2.4.1.1. Savrulan Yapı Parçalarının Kontrolüne Yönelik Çalışmalar

Patlatma tasarımı yapılmadan önce, deneme atımları gerçekleştirilerek yapı parçalarının savrulması incelenebilir. Hiçbir güvenlik önlemi alınmadan gerçekleştirilen patlatma anı yüksek hızlı kamera ile kaydedilir. Bu kaydedilen görüntü analiz edilerek yapı parçasının savrulması hakkında bilgi sahibi olunur ve buna uygun patlatma tasarımı yapılabilir.

Savrulan yapı parçalarının kontrolüne yönelik bir diğer çalışma ise patlayılacak yapı elemanının veya yapının etrafını örtü malzemeleri ile kaplamaktır. Bu örtü malzemeleri güvenli bölge mesafesini düşürmektedir. Bu örtü elemanları branda, tel örgü veya konveyör bandı olabilir. Bu önlemler Şekil 2.8'de gösterilmiştir.



Şekil 2.8: Parça Savrulmasına Yönelik Alınan Güvenlik Önlemleri

Patlatma anında yıkımın nereden izleneceğini belirlemek için güvenli mesafe belirlenmelidir. Güvenli mesafe, deneme atımları savrulan yapı elemanı parçalarının fırladığı maksimum mesafe olarak belirlenebilir. Yıkım anında savrulan yapı parçalarından korunmak için güvenli mesafeden daha uzak bir noktadan yıkım izlenmelidir.

2.4.2. Hava Şoku ve Gürültü

Yapı patlatmaları çalışması sırasında ortaya çıkan bir diğer istenmeyen etki gürültü ve hava şoku oluşumudur. Gürültü etkisi genellikle deliklerin delinmesi ve ön hazırlık işlemleri sırasında açığa çıkmakta ve genellikle çalışanları etkileyen bir sorun olmaktadır (Özer ve Karadoğan, 2012; Koca, 2006).

Yapı patlatmalarında ortaya çıkan bir diğer unsur ise hava şoku problemidir. Hava şoku, patlama sonucu ortaya çıkan basınç dalgaları olarak tanımlanabilir. Hava şoku özellikle büyük yıkım projelerinde çevre yapı ve araçların camlarının kırılmasına neden olmakta ve yüklenici firmaların çalışmalarını aksatmaktadır. Hava şoku genellikle patlayıcıların patlaması sırasında ve özellikle geniş yapıların patlatılmasında düşen yapının yarattığı hava deplasmanı ile ortaya çıkmaktadır (Özer ve Karadoğan, 2012; Koca, 2006).

2.4.2.1. Hava Şoku ve Gürültü Kontrolüne Yönelik Çalışmalar

Gürültü sorunu çalışanların uygun kulaklık gibi güvenlik ve koruma ekipmanlarını çalışma sırasında kullanmasıyla ortadan kaldırılabilir (Özer ve Karadoğan, 2012; Koca, 2006).

Genellikle patlatmalı yıkım çalışmaları sırasında hava şokunun önlenmesi için patlatılacak yapı elemanın üzerine dolanan tel korumanın üzerine mikro deliklere sahip çok sağlam geotekstil malzemeler sarılmakta ve böylece şokun yayılması en aza indirilmektedir. Hava şokunun önlenmesi bakımından önemli olan bir diğer unsur ise patlatma günü hava şartlarının durumudur. Patlatma sonucu oluşan şok dalgalarının direk olarak atmosfere yayılması oluşan şokun çevre üzerindeki etkilerini azaltmaktadır. Bu yüzden hava şokunun tehlikeli olabileceği yıkım çalışmalarında kapalı havalarda patlatma yapılması tavsiye edilmemektedir (Özer ve Karadoğan, 2012; Koca, 2006).

Gürültü kontrolüne yönelik yapılan çalışmalarda; cam yününün faydalı olduğu görülmüştür. Patlayıcı yerleştirilen yapı elemanlarının etrafı cam yünüyle sarıldığı takdirde oluşan gürültüde önemli miktarda düşüş gerçekleşecektir. Cam yününün yapı yıkımındaki kullanımı Şekil 2.9'da gösterilmiştir.



Şekil 2.9: Cam Yününün Gürültüyü Azaltmak Amacıyla Kolona Sarılması

Gürültüden etkilenmeyi minimuma indirme amacıyla kullanılan bir başka çözümde, çalışanlara ve çalışma sahasının yakınında bulunan kişilere gürültü önleyici kulaklıklar verilmesinde uygundur.

2.4.3. Titreşim ve Yer Sarsıntısı

Bilindiği gibi yer sarsıntısı, kaya patlatma sürecinin kaçınılmaz bir sonucudur. Patlatma sonucu oluşan dalga hareketi, atım kaynağından itibaren konsatrik olarak, özellikle de yer yüzüne doğru yayılır. Kaynaktan uzaklaştıkça taşıdığı enerjiyi büyük bir hızla boşaltmak suretiyle sismik dalga haline dönüşür ve sönümlenir. Titreşimler, yakın bölgelerde, mesken, sanayi tesisleri ve diğer yapılarla birlikte kaya yapılarına hasarlar verebilir. Patlatma sonucu bir kaynaktan yayılan sismik dalga, herhangi bir noktada bulunan bir yapıya ulaştığında, yapının oturduğu kayaçta veya zeminde elastik bir

deformasyon yaratmaktadır. Deformasyon yeeteri kadar şiddetli ise, yapılarda bazı hasarlar meydana gelecektir (Kahriman, 1999; Onur ve diğ., 2001).

Burada önemli olan yapının inşaa özellikleridir. Her yaptı etkilendiğı deformasyona ayrı tepki vermektedir. Yapının tek katlı veya çok katlı olmasından, kullanılan malzeme türüne ve mühendisliğindeki kabullere kadar bir çok parametresi değişik tepkilerin oluşmasında rol oynayacaktır (Onur ve diğ., 2001).

Günümüzde çok değişik hasar kriterleri geliştirilmiş olmasına rağmen, titreşim hasarlarını; inşaatların doğal yerleşmesinden, uygun olmayan konstrüksiyon ve alt yapı yaşlanmasından kaynaklanan hasarlardan tamamıyla ayırmak çok güçtür (Kahriman, 1999).

Yapı patlatmalarında genellikle gecikmeli ateşleme sistemleri kullanıldığından ötürü patlayıcının detone olması ile oluşan titreşim, patlatmadan kaynaklanan titreşimin çok ufak bir bölümünü kapsamaktadır. Asıl titreşim oluşturan unsur, yapının taşıyıcı elemanlarının ortadan kalkması ile birlikte hızla zemine çarpmasıdır.

2.4.3.1. Titreşim Kontrolüne Yönelik Çalışmalar

Patlatma anında oluşan titreşimler, yakın çevrelerde farklı konumlara yerleştirilmiş titreşim-ölçer cihazlar vasıtasıyla ölçülebilmektedir. Bu cihazların aldığı kayıtlar incelendiğinde oluşan titreşim hakkında yorum yapmak mümkündür.

Genel olarak patlatmadan kaynaklanan yer sarsıntısını azaltmak için;

- Uygun gecikme aralıklı ateşleme sistemleri kullanılır.
- Her gecikme aralığında atılacak patlayıcı madde miktarına kısıt getirilerek, sarsıntı düzeyi denetlenir.
- Patlatma noktası ile yapılar arasındaki zemin etüd edilerek, amplifikasyon (genlik artması) ve polarizasyon (yönlendirme) ile sürpriz yapabilecek jeolojik bulguların olup olmadığı araştırılır,
- Arazi katsayıları tespit edilerek, uygun ölçekli mesafeler tayin edilir.

- Çevredeki yapılar incelenir ve bu yapılara hasar vermemek için ilk dört maddedeki bulgular kullanılarak uygun patlatma tasarımı yapılır (Kahrıman, 1999).

2.4.4. Toz Oluşumu

Yıkım tamamlandığında büyük dalgalanan bir toz bulutu, başarılı bir yıkım projesinin en iyi görülebilen özelliklerinden biridir. Ancak özellikle büyük yapı patlatmalarında toz oluşumunun kontrolü, üzerinde titizlikle çalışılması gereken bir problem haline gelmektedir. Patlatmalı yıkım çalışmaları sırasında alınan toz ölçümlerinde oluşan toz bulutunun yüksek konsantrasyonlarda akciğerleri etkileyebilen, hatta zarar verebilen çok küçük partiküller içerdiği tespit edilmiştir (Özer ve Karadoğan, 2012; Koca, 2006).

Toz oluşumunda, özellikle ülkemizde inşaatlarda, mükemmel bir yalıtım malzemesi olduğu için sıkça kullanılan asbest maddesine ayrıca değinmek gerekmektedir. Asbest maddesi ve insan sağlığına zararları işçi sağlığı ve iş güvenliği dünyasını uzun süredir meşgul eden bir konudur. Asbestin kanserojen bir madde olduğu ve çeşitli meslek hastalıklarına yol açtığı bilinmektedir. Yapıların tadilatı veya yıkımı esnasında asbeste maruz kalma riski oldukça fazladır (Baradan, 2011).

2.4.4.1. Toz Oluşumuna Yönelik Çalışmalar

Patlatmalı yıkım çalışmaları sırasında ortaya çıkan tozun etkilerini azaltmak için patlatma öncesi ve sonrası bir takım çalışmalar yürütülmektedir. Patlatma öncesi yapılan çalışmalarda patlatma bölgesine yakın yapılardaki havalandırma birimleri ve pencereler uygun örtülerle dış ortamdan izole edilmek için kapatılmaktadır. Toz oluşumunun önlenmesi için patlatma sonrası yapılan çalışmalarda ise iki farklı önlem alınmaktadır. Bunlardan birincisi patlatma öncesi uygun noktalara yerleştirilen su tankerlerinden fiskiye ile yıkım alanı sulanmakta, böylelikle toz bastırılmaktadır. Uygulanan ikinci yöntemde ise patlatılacak yapının belirli noktalarına 1 m³ lük su tankları yerleştirilmekte ve patlatmadan hemen sonra bunlarda patlatılmakta ve oluşan sis bulutu ile toz nemlendirilerek belirli bir alan içerisinde kalması sağlanmaktadır (Özer ve Karadoğan, 2012; Koca, 2006).

2.5. YAPI STATİĞİ

Yapı statığı, yapı elemanlarına etkiyen yükler altında binanın davranışını inceleyen bilim dalıdır. Amacı ise, yapı sistemini belirli bir güvenlik, yeterli duraylılıkta koşullarını sağlayarak en ekonomik şekilde boyutlandırmaktır.

Patlatma dizaynı yapılırken, yapılacak patlatma olayının yapının statik dengesi üzerindeki etkisi dikkate alınmalıdır. Bu dikkate alınmadığı takdirde yıkım işlemi olabileceğinden çok daha tehlikeli, maliyetli ve çevreye zararlı bir hal alma ihtimali vardır (Dowding, 1996).

Yıkım tasarımı yaparken yapı statığına hakim olmak;

- Ortadan kaldırılması gereken yapı elemanı miktarının belirlenmesi;
- Taşıyıcı elemanların elemanların belirlenmesi,
- Optimum ateşleme dizaynının belirlenmesini sağlar (Dowding, 1996).

2.5.1. Yükler

Yapı sistemlerinde iç kuvvetler ve deformasyonlar meydana getiren sebeplerin tümüne yük denir. Yapıya etkiyen yük çeşitleri Şekil 2.10'da gösterilmiştir (Ekiz, 2010).



Şekil 2.10: Yapıya Etkiyen Yükler (Ekiz, 2010)

Bu çalışma kapsamında sadece sabit yük ile hareketli yük dikkate alınarak analizler yapılmıştır. Bunun sebebi ise; sisteme etkiyen diğer yüklerin yapının statığını değiştirmeyecek kadar ufak olmasıdır.

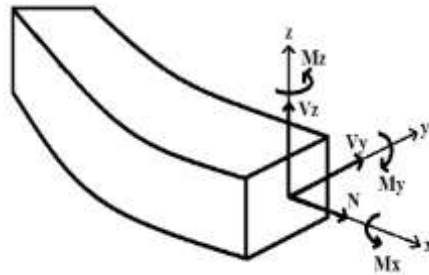
Sabit Yük (Zati Ağırlık): Bu sistemin kendi ağırlığıdır ve sistem boyutlandırıldıktan sonra tam olarak hesaplanabilir. Sabit yüklerin çok az bir kısmı kullanılan yük için, çok büyük bir kısmı da sistemin kendisi içindir (Ekiz, 2010).

Hareketli Yük: Sistem tarafından taşınan faydalı yüküdür. İnsanların değişik tip kullanma amacı ve aktiviteleri nedeni ile bu yük ihtimal teorileri kullanılarak tahmin edilmelidir. (Ekiz, 2010).

2.5.2. Yapı Elemanları Üzerinde Oluşan Tesirler

Bütün binalar iki kuvvete dayanacak şekilde tasarlanırlar. Bu kuvvetler; malzemeyi aşağı yönde etkileyen basınç yani eksenel kuvvet ve iki nokta arasındaki çekmeyi etkileyen gerilim yani moment kuvvetidir (Extreme Explosions, 2010).

Bir kuvvet, yalnız doğrudan doğruya cisimdeki uygulanma noktasına değil, cismin diğer noktalarına da tesir eder. Cismin dış kuvvetlerin uygulandığı kısımdaki molekülleri yalnız bu uygulanan kuvvetlerin değil, aynı zamanda diğer moleküller tarafından uygulanan iç kuvvetlerinde tesiri altında bulunurlar. Genel olarak üç boyutlu sistemlerde Şekil 2.11’de görüldüğü gibi bir çubuk kesitinde 6 kesit tesiri vardır. Bunların üçü basınç, üçü momenttir (Ekiz, 2010).



Şekil 2.11: Genel Eğilme Elemanının Tesir Altında Kaldığı Yükler (Ekiz, 2010)

Dış kuvvetlerin etkisi altında dengede olan uzay sistem, eksenine dik herhangi bir kesitten kesilip hayali olarak iki kısma ayrılır. I. ve II. Kısımların tatbik ettiği iç kuvvetler kesitin ağırlık merkezine etkileyen bir R kuvveti ile bir M momentine indirgenebilir. I. kısım, kendisine etkileyen dış kuvvetler ile R , M iç kuvvetleri altında dengededir. II. kısım da kendisine etkileyen dış kuvvetler ile R , M iç kuvvetleri altında dengededir. (Çakıroğlu ve Çetmeli, 1983).

2.5.3. Yapı Elemanlarının Oluşturduğu Yükler

Her yapı elemanının oluşturduğu yük, kullanılan malzeme çeşidi, malzeme kalitesi ve yapı boyutlarına bağlı olarak değişiklik göstermektedir. Her yapıda, yapı elemanları değişken boyutlara ve özelliklere sahip olmaktadır. Bu yapı elemanlarının oluşturduğu yükleri teker teker hesaplamak, çok vakit kaybına neden olacağından her türlü malzeme için yapılan hesaplardan elde edilen minimum ve maksimum değerlerin ortalaması alınabilir.

Döşeme Yükleri: Döşeme yüklerinin hesaplanmasında kullanılmış olan birim ağırlıklar TS498 yük şartnamesine göre; ahşap parkenin yükü $1,14 \text{ kN/m}^2$, karo seramik kaplı döşemenin yükü $1,47 \text{ kN/m}^2$ kabul edilebilir (Ekiz, 2008).

Duvar Yükleri: TS4563 ve TS ISO 9194 standartlarından yararlanarak iç duvarların ortalama yükü 5 kN/m^2 , dış duvarların ortalama yükü ise $2,5 \text{ kN/m}^2$ kabul edilebilir (Ekiz, 2008).

2.6. BETONARME MALZEME ÖZELLİKLERİ

Beton, çimento, agrega ve suyun karıştırılması sonucu elde edilir. Bu karışımın %10'u çimento, %70'si agrega ve geri kalan %20'lik kısmı sudur. Belli amaca yönelik olarak, örneğin kıvam ayarı için, katkı maddesi de eklenebilir. Ancak, katkı maddesi çimento ağırlığının genelde %0.5- 2 si kadardır ve %5 ini aşmamalıdır (Türk, 2011).

2.6.1. Betonun Mekanik Özellikleri

Beton, tesir altında kaldığı yükleri taşıyabilmek için direnç göstermektedir. Doğal olarak beton, bu yükler altında deforme olup şekil değiştirecektir (Erdoğan, 2007).

Beton en büyük gerilmeye ulaşıldığında kırılmaz, belli bir deformasyona ulaşıncaya kadar kırılır. Gevrek malzemelerin sünek malzemeye göre basınç dayanımı daha fazladır (Türk, 2011).

Betonun Basınç Dayanımı (f_{ck}): Betonun dayanabileceği maksimum eksenel basıncı ifade eder. Standart boyuttaki numuneler üzerinde yapılan tek eksenli basınç deneyi sonucu elde edilir. Eşitlik 2.1 kullanılarak dayanım bulunur (TS500, 2000).

$$f_{ck} = N/A \quad (2.1)$$

Burada;

f_{ck} : Betonun Basınç Dayanımı (Mpa)

N: Kırılma yükü (kN)

A: Kesit Alanı (mm²)

Betonun Elastisite Modülü (E_c): Betonun birim şekil değiştirmesi için gereken birim kuvvettir. Elastisite modülü Eşitlik 2.2 kullanılarak hesaplanır (TS500, 2000).

$$E_c = 14000 + 3250 \cdot \sqrt[3]{f_{ck}} \quad (2.2)$$

Burada;

E_c : Elastisite Modülü (MPa)

f_{ck} : Betonun Basınç Dayanımı (MPa)

Poisson Oranı (μ_c): Eksenel kuvvet etkisiyle oluşan yanal deformasyonun dikey deformasyona oranıdır. Beton malzemesi için TS500 standartlarında poisson oranı 0,2 sabiti olarak kabul edilir (TS500, 2000).

Beton sınıfını bilmek malzeme kalitesini anlama açısından önemli bir parametredir. Mevcut bir betonun sınıfını belirlemek için o betonun basınç dayanımının hesaplanması gerekir. Betonun basınç dayanımını o betonun sınıfını ifade eder. Tablo 2.3'te TS500'de tanımlı beton sınıfları belirtilmiştir.

Tablo 2.3: TS500'de Tanımlı Beton Sınıfları (TS500, 2000)

BETON SINIFI	f_{ck} N/mm ²	f_{ctk} N/mm ²	E_c N/mm ²	$G_c \approx 0,4 E_c$ N/mm ²	μ_c	α_c 1/C°
C16	16	1,4	27000	10800	0,20	10 ⁻⁵
C18	18	1,5	27789	11116	0,20	10 ⁻⁵
C20	20	1,6	28534	11414	0,20	10 ⁻⁵
C25	25	1,8	30250	12100	0,20	10 ⁻⁵
C30	30	1,9	31800	12720	0,20	10 ⁻⁵
C35	35	2,1	33227	13291	0,20	10 ⁻⁵
C40	40	2,2	34555	13822	0,20	10 ⁻⁵
C45	45	2,3	35802	14321	0,20	10 ⁻⁵
C50	50	2,5	36981	14792	0,20	10 ⁻⁵

2.6.2. Donatının Mekanik Özellikleri

Beton donatısı olarak kullanılacak çelikler TS708'e uygun olmalıdır. Çeşitli donatı sınıflarının TS708'de verilen mekanik özelliklerinden bazıları, Tablo 2.4'te gösterilmiştir.

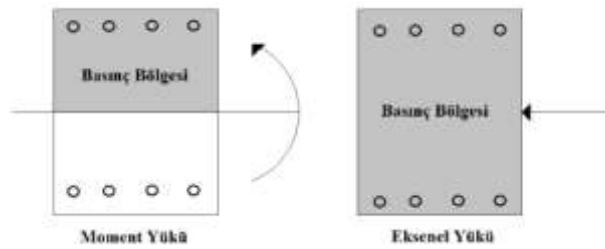
Tablo 2.4: TS708 Standardına Göre Donatı Çeşitleri (TS708)

Mekanik Özellikler	Donatı Çubukları			Hasır Donatı		
	Doğal Sertlikte			Soğukta İşlem Görmüş		
	S220a	S420a	S500a	S420b	S500bs	S500bk
Minimum Akma Dayanımı (Mpa)	220	420	500	420	500	500
Minimum Kopma Dayanımı (Mpa)	340	500	550	550	550	550
Minimum Kopma Uzaması $\epsilon_{su} (\%) \varphi \leq 32$	18	12	12	10	8	5
Minimum Kopma Uzaması $\epsilon_{su} (\%) 32 < \varphi \leq 50$	18	10	10	10	8	5

2.6.3. Kolon Taşıma Kapasiteleri

Kolonların bina ölü yükünden oluşan basınç (N) ve moment (M) etkilerine karşı dayanımı taşıma kapasitesi olarak nitelendirilebilir.

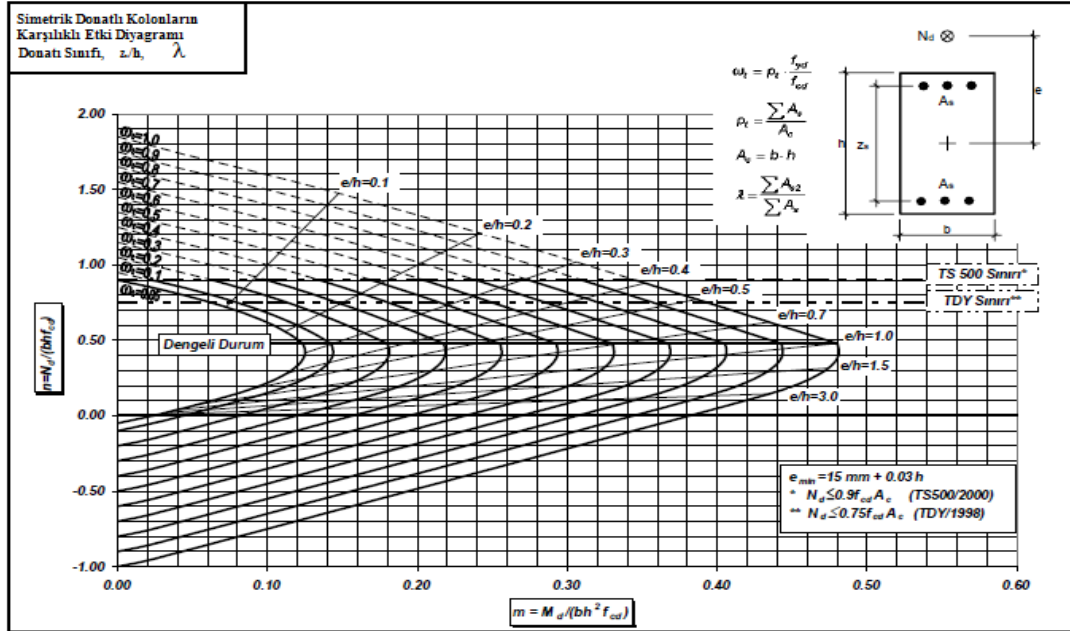
Betonarme malzemelerde beton basınca (eksenel yüke) karşı dayanım gösterirken, donatı moment yüküne karşı direnç gösterir. Eksenel yük (N) ve momentin (M) birlikte etki etme durumuna birleşik etkiye durumu denir. Moment tesiri kolonun bir bölümüne basınç, kalan bölüme çekme olarak yansıyacaktır. Şekil 2.12'de yüklerin tesir ettiği kolonlardaki bölgeler gösterilmiştir.



Şekil 2.12: Yüklerin Tesir Ettiği Kolonlardaki Bölgeler (Ekiz, 2010)

Momentin etkisi arttıkça betonun basınca (eksenel yüke) karşı dayanımı azalacaktır. Bu noktada kolon kesitinin dayanma şartında sadece eksenel yük ve momentten oluşan basınç etkisi belirleyici değil, M'den oluşan çekmeyi karşılayacak yeterli donatı miktarı da etkilidir. Bu betonun basınca karşı dayanımı ile demirin çekmeye karşı dayanımı arasındaki ilişki sonucu kolonun N-M'in farklı değerlerinde karşılıklı etki durumu

diyagramları ortaya çıkar. Moment ve basıncı karşılıklı etki diyagramları kullanılarak çözülür. Şekil 2.13'te örnek simetrik donatılı kolonların karşılıklı etki diyagramı verilmiştir.



Şekil 2.13: Simetrik Donatılı Kolonların Karşılıklı Etki Diyagramı

Diyagramı kullanırken yapılması gerekenler sırasıyla aşağıda belirtilmiştir;

- Donatı sınıfı, z_s/h değerlerine ve yapı elemanında donatı bulunma şekline göre Ek-1, Ek-2 ve Ek-3'te gösterilenler arasından uygun abak seçilir. Burada; z_s donatılar arası mesafeyi, h ise kolon uzunluğunu ifade eder.
- Eşitlik 2.3'te gösterildiği gibi donatı alanının kesit alanına oranı ile çeliğin dayanımının çarpımının betonun dayanımına bölümüyle uygun ω_t eğrisi belirlenir.

$$\omega_t = \rho \cdot f_{yd} / f_{cd} \quad (2.3)$$

Burada;

ω_t : Eğri değeri

ρ : Donatı alanının kesit alanına oranı

f_{yd} : Donatı çeliğinin dayanımı (MPa)

f_{cd} : Betonun basınç dayanımı (MPa)

- Eğri seçildikten sonra, momentin sıfır olduğu noktada maksimum eksenel kuvvet, minimum eksenel kuvvette oluşan maksimum moment değeri n ve m üzerinden okunur ve Eşitlik 2.4 ve 2.5 kullanılarak eksenel kuvvet ve momente dönüştürülür.

$$m = M_d / (b \cdot h^2 \cdot f_{cd}) \quad (2.4)$$

Burada;

m : Momente bağlı abaktan okunan değer

M_d : Taşıma momenti (MPa)

b : Etkime yönüne göre genişlik (m)

h : Etkime yönü uzunluğu (m)

f_{cd} : Betonun basınç dayanımı (MPa)

$$n = N_d / (b \cdot h^2 \cdot f_{cd}) \quad (2.5)$$

Burada;

n : Eksenel yüke bağlı abaktan okunan değer

N_d : Taşıma Basıncı (MPa)

b : Etkime yönüne göre genişlik (m)

h : Etkime yönü uzunluğu (m)

f_{cd} : Betonun basınç dayanımı (MPa)

2.7. PATLAYICI KULLANILARAK KONTROLLÜ YAPI YIKIMI

2.7.1. Patlayıcı ile Yapı Yıkım Teknikleri

Yapıların patlayıcı ile yıkımı için genel bir tavsiye vermek zordur. Bu konuda çalışmış kişilerin edindiği tecrübelerle dayanarak her yapı için optimum patlatma tasarımı ve ateşleme dizaynı farklılık göstermektedir. Bu farklılıklar yapı malzemelerinin özellikleri, yapının ve çevresesindeki doğal veya yapay yapıların konumu ve yıkım amacından kaynaklanmaktadır (Olofsson, 1980).

Patlatma ile yıkım metodu, alt katlarda mevcut olan taşıyıcı elemanların patlayıcı kullanılarak parçalanması ve bunun sonrasında, geri kalan taşıyıcı elemanların tesir

altında kaldıkları eksenel ve/veya moment yükü altında dayanamayıp deformasyona uğramasıyla yapının çökmeye başlaması prensibine dayanır.

Patlatma dizaynı yapılırken dikkat edilmesi gereken diğer iki unsur; şarj miktarı ve ateşleme sırasıdır. Yanlış belirlenmiş şarj miktarı ve ateşleme sırası, yıkımın istenilen şekilde gerçekleştirilemeyeceği gibi maliyeti arttırabilir veya tehlikeli sonuçlar doğurabilir. Kullanılacak patlayıcı miktarını minimuma indirmek için, kapı ve pencere boşlukları gibi açıklıklardan faydalanmak gerekir (Olofsson, 1980; Dowding, 1996).

Yapıların temel olarak iki şekilde yıkımları gerçekleştirilir. Ancak bu yıkım şekillerinin aynı yıkım tasarımında yapının farklı bölgelerinde birlikte kullanıldığı da görülmektedir. Bu yıkım şekilleri, parçalanma sonucu yıkım ve ağırlık merkezinin değiştirilmesi sonucu yıkımdır.

Yıkım şekli; yapının konumu, yapının geometrisi, yapının çevresindeki doğal veya yapay yapıların varlığı, amaçlanan maliyet ve yıkım sonuçlarına göre farklılık gösterir. Örneğin; birbirlerine yakın konumlanmış binaların varolduğu bir yerleşim yerinde içe çökertme metodu veya yıkım sonrası moloz ile demiri ayırıştırma amaçlanıyorsa yan yatırma metodu tercih edilebilir gözükmemektedir.

2.7.1.1. Yapıların Parçalanma Sonucu Yıkılması

Yapıların parçalanma etkisiyle yıkılması, bazı taşıyıcı elemanların ortadan kalkması sonucu diğer yapı elemanlarının artan yük altında deforme olup parçalanması ve bunun sonucunda yapının yıkımının gerçekleşmesidir. Bu teknik, yapının olduğu yere çökertilmesi olarak da ifade edilir.

Bu yöntemde temel amaç; yapının bulunduğu konum sınırları içerisinde yıkımının gerçekleştirilmesidir. Özellikle yakın çevresinde doğal ve yapay yapıların varlığı olan bölgelerde tercih edilmesi gereken bir metoddur. Ayıca patlayıcı ile yapı yıkım tekniğinin en masraflı ve karmaşık uygulamasıdır. Bina, köprü gibi yapıların yıkımında sık sık kullanılmakla beraber bazı kule ve baca yıkımlarında da kullanıldığına rastlanmıştır.

Bu yöntemde; ateşleme yapının en iç bölgesindeki yapı elemanlarından başlayıp kenar kısımlarında bulunan yapı elemanlarına doğru ilerlemesi esasına dayanır. Binanın iç bölgesinde eksenel yüke maruz kalan yapı elemanlarının yıkımı gerçekleştirildiğinde iç bölgelerdeki yapı elemanları kendini taşıyamaz hale gelecektir ve başlangıçta kenar bölgelerde bulunan yapı elemanlarına etkiyen eksenel kuvvet zamanla yerini moment kuvvetine bırakıp, binayı içe doğru çekecektir.

2.7.1.2. Yapıların Ağırlık Merkezinin Değişmesi Sonucu Yıkılması

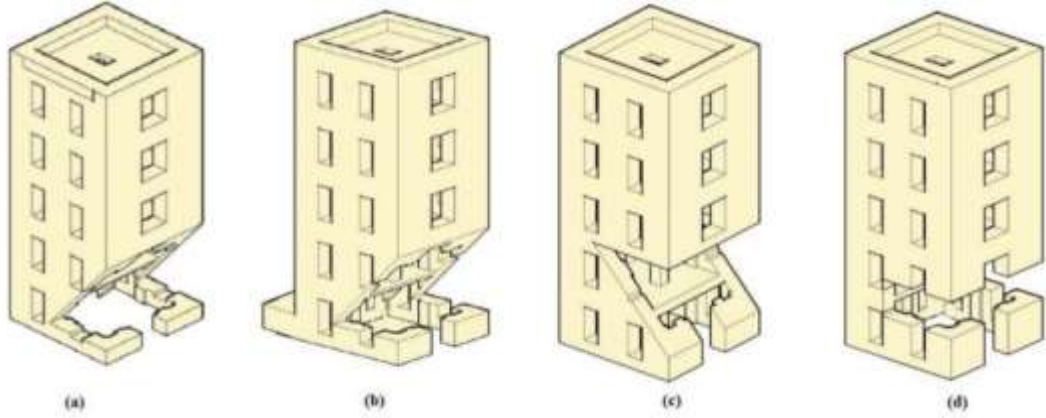
Yapının bir kenar kısmında bulunan taşıyıcı elemanların ortadan kaldırılması sonucu değişen ağırlık merkezinin etkisiyle yapı devrilir. Bu yöntem, yapıların yana yatırılması olarak da ifade edilir.

Yapıların yana yatırılması, patlayıcı ile yapı yıkım tekniğinin en ekonomik ve en basit uygulamasıdır. Bu yöntemin uygulanabilmesi için gerekli en önemli koşul, çevre şartlarıdır. Binanın yan yatırılması için gerekli boş alan ve zemin eğiminin güvenlik sınırları içerisinde olması gerekmektedir.

Bu yöntemin uygulanmasında temel mantık; ateşlemenin yatım yönünde bulunan taşıyıcı elemanlardan başlayıp gecikmeli bir şekilde binanın iç kısımlarında bulunan taşıyıcı elemanlara doğru ilerlemesidir. Binanın bir tarafındaki yapı elemanlarının hasar görmesi sonucu, geri kalan kolonlara etkiyen eksenel kuvvet yerini moment kuvvetine bırakacak ve bina hasar gördüğü yöne doğru eğilmeye başlayacaktır.

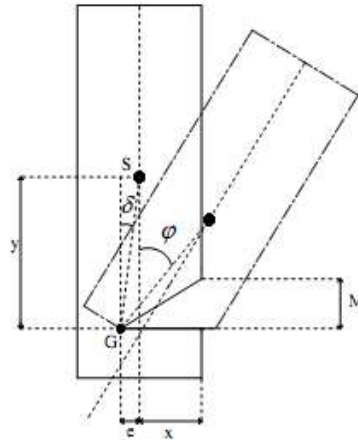
Rijit bir yapının devrilmesi, yapı ağırlık merkezinin izdüşümünün yapı alanının dışına çıkması ile mümkün olmaktadır. Patlatma sonrası yapı ağırlık merkezi izdüşümü yapı alanı dışına çıkmazsa, yapı yan yatabilir fakat devrilmez. Burada en önemli nokta yapı ağırlık merkezinin yerinin ve yapının temel özelliklerinin belirlenmesidir (Oehm, 1992; Özer ve Karadoğan, 2012).

Şekil 2.14'te yapıların yıkımında uygulanan kama yöntemleri gösterilmektedir (Jimeno ve diğ., 1995).



Şekil 2.14: Yan Yatırma Tekniğinde Uygulanabilecek Kama Şekilleri

A tipi kama genellikle en çok tercih edilen kama tipidir. Kama zemin seviyesinden veya zeminden belli bir yüksekliğe uygulanabilir. Ağırlık merkezinin izdüşümü yapı elemanının dışına çıkmışsa yapı devrilir. Bunun gerçekleşebilmesi için kama açısının en az devrilen yapının dönme açısı (ϕ) kadar olması gerekir. Şekil 2.15'te (a) tipi kama geometrisi gösterilmiştir. A Tipi Kama geometrisi Eşitlik 2.6 kullanılarak bulunur (Koca, 2006).



Şekil 2.15: A Tipi Kama Geometrisi (Koca, 2006)

$$M = (e + x) \cdot \tan \phi \quad (2.6)$$

Burada;

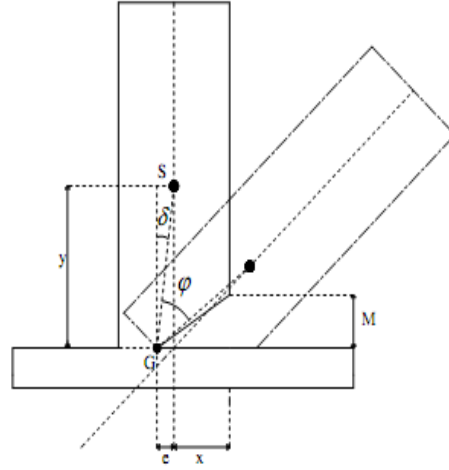
M: Kama yüksekliği (m)

e: Ağırlık merkezinin iz düşümü ile kama tabanının uç noktası arasındaki mesafe (m)

x: Kama taban uzunluğu (m)

ϕ : Dönme açısı

B tipi kama şeklinde, patlatma düzleminde yukarı doğru üçgen şeklinde bir kama açılır. Buradaki farklılık üst yapının oturduğu alanın altında, daha geniş bir alana yayılan alt yapının olmasıdır. Şekil 2.16'da B tipi kama geometrisi gösterilmiştir. B Tipi Kama geometrisi Eşitlik 2.7 kullanılarak bulunur (Koca, 2006).



Şekil 2.16: B Tipi Kama Geometrisi (Koca, 2006)

$$M = (e + x) \cdot \tan \phi \quad (2.7)$$

Burada;

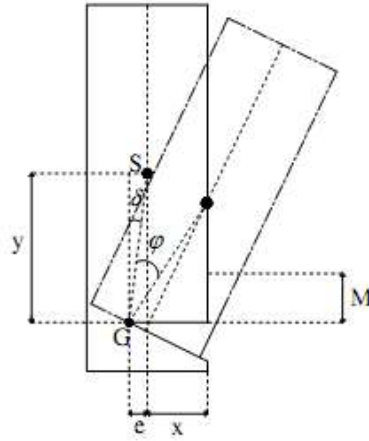
M: Kama yüksekliği (m)

e: Ağırlık merkezinin iş düşümü ile kama tabanının uç noktası arasındaki mesafe (m)

x: Kama taban uzunluğu (m)

ϕ : Dönme açısı

Şekil 2.17'de gösterilen C tipi kamalar patlatma düzleminin altında üçgen şeklinde açılırlar. B tipi kama tipine göre daha düşük yüzey alanına ve kama yüksekliğine sahiptir. A ve B tipi kama uygulamasına göre ana farkı, ağırlık merkezinin izdüşümü daha yapı elemanı içerisinde iken devrilme gerçekleşir. Burada gerekli kama yüksekliği Eşitlik 2.8'den yola çıkarak bulunur (Koca, 2006).



Şekil 2.17: C Tipi Kama Geometrisi (Koca, 2006)

$$M = x.(e+x)/y \quad (2.8)$$

Burada;

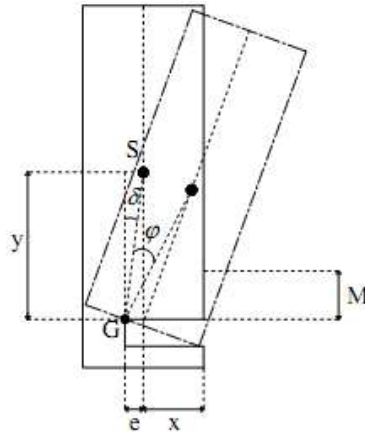
M: Kama yüksekliği (m)

e: Ağırlık merkezinin iz düşümü ile kama tabanının uç noktası arasındaki mesafe (m)

x: Kama taban uzunluğu (m)

y: Yapının ağırlık merkezi ile kamanın tavan uç noktası arası mesafe (m)

Şekil 2.18’de gösterilen D tipi kamalar patlatma düzleminin altında dörtgen şeklinde açılır. C tipi kamada olduğu gibi, ağırlık merkezinin izdüşümü yapının dışına çıkmadan devrilme gerçekleşir ve kama yüksekliği az olur. Ancak yıkım C tipi kamaya göre daha kolay olur. Kama geometrisi dördüncü tip kamada Eşitlik 2.9 kullanılarak bulunur (Koca, 2006).



Şekil 2.18: D Tipi Kama Geometrisi (Koca, 2006)

$$M = \frac{e.x+x^2}{y\sqrt{1+(\frac{x}{y})^2}} \quad (2.9)$$

Burada;

M: Kama yüksekliği (m)

e: Ağırlık merkezinin iş düşümü ile kama tabanının uç noktası arasındaki mesafe (m)

x: Kama taban uzunluğu (m)

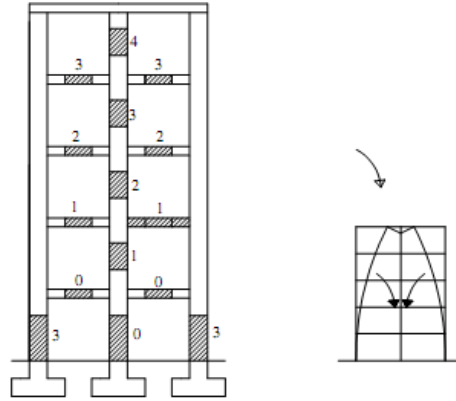
y: Yapının ağırlık merkezi ile kamanın tavan uç noktası arası mesafe (m)

2.7.2. Yapıların Kontrollü Patlatmalarla Yıkılması

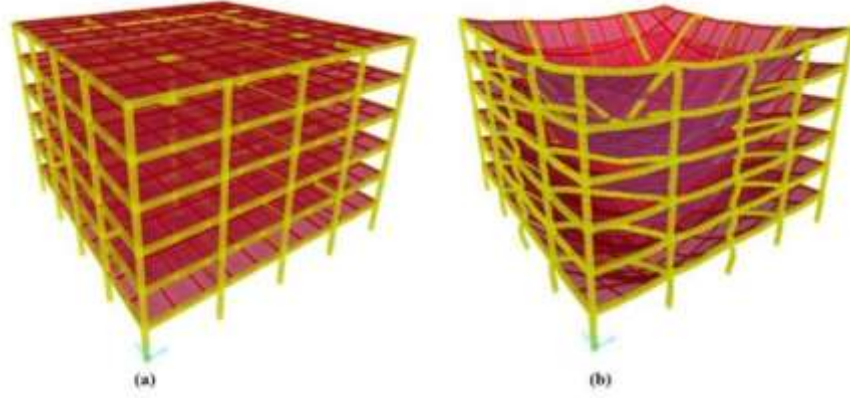
2.7.2.1. Binaların Kontrollü Patlatmalarla Yıkılması

Binaların patlatılmasında kesin yıkım yöntemlerinden söz etmek zordur. Çünkü her bina; planları, boyutları, malzeme cinsi kalitesi ve çevre koşulları açısından birbirinden farklılıklar gösterir. Yıkılacak binaları üç ana grupta incelemek mümkündür. Bunlar; yığma bina, betonarme bina ve çelik binalardır (Özer ve Karadoğan, 2012).

Betonarme binaların kontrollü patlatmalarla içe çökertilmesinin sağlanması amacıyla Şekil 2.19’da binanın hangi taşıyıcı elemanlarının yıkılması gerektiği, Şekil 2.20’de ise yıkım anında binanın davranışının modellenmesi gösterilmektedir.

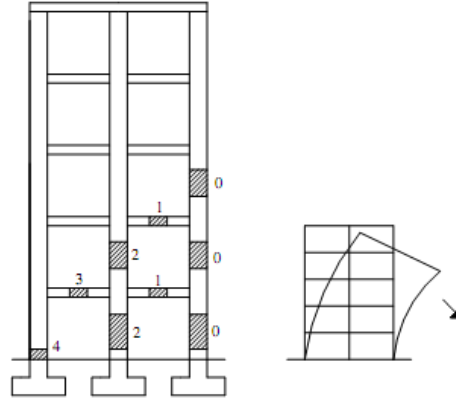


Şekil 2.19: Binaların Kontrollü Patlatmalarla İçe Çökertilmesi İçin Yıkılması Gerekli Taşıyıcı Elemanlar ve Ateşleme Sırası (Özer ve Karadoğan, 2012)

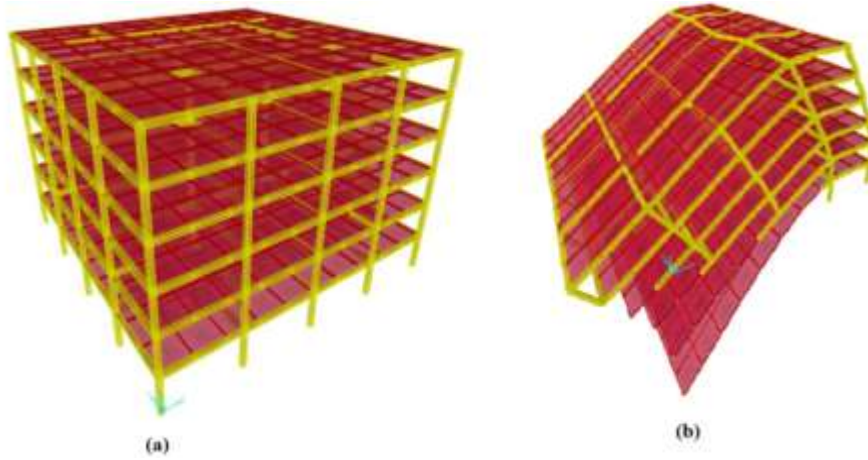


Şekil 2.20: Binaların Olduğu Yere Çökertilmesinin SAP2000’de Modellenmiş Görüntüsü

Binaların kontrollü patlatmalarla yan yatırılmasının sağlanması amacıyla Şekil 2.21’de binanın hangi taşıyıcı elemanlarının yıkılması gerektiği, Şekil 2.22’de ise yıkım anında binanın davranışının modellenmesi gösterilmektedir.



Şekil 2.21: Binaların Kontrollü Patlatmalarla Yana Yatırılması İçin Yıkılması Gerekli Taşıyıcı Elemanlar ve Ateşleme Sırası (Koca, 2006)



Şekil 2.22: Binaların Yan Yatırılmasının SAP2000’de Modellenmiş Görüntüsü

Betonarme Binarın Yıkılması: Betonarme binaların taşıyıcı sistemini oluşturan kolon, perde, kiriş ve döşemelerin yanı sıra farklı özelliklerde bölme duvarlardan oluşurlar (Koca, 2006).

Betonarme yapıların yıkılması, taşıyıcı elemanların ortadan kaldırılması esasına dayanmaktadır. Bu yüzden yapı iyi incelenmeli, taşıyıcı elemanlar ortaya çıkarılmalıdır. Bunun yanı sıra, malzeme özellikleri ile yapı planı ortaya çıkarılarak yapıların statik dengesi belirlenmelidir. Statik dengenin belirlenmesi, yapının belirlenen yıkım tasarımı uygulandığı takdirde yapının davranışı hakkında tahminler yürütülmesine imkan sağlar.

Yapının malzeme özellikleri ve statik dengesi hakkında bilgi sahibi olmak yalnızca yıkım hakkındaki tahmini davranışın bilinmesinde değil aynı zamanda kullanılacak patlayıcı miktarı ve gecikme aralığının belirlenmesinde de çok önemli rol oynar.

Yapının statik dengesi hakkında bilgi sahibi olunduktan sonra yıkım şekli belirlenmelidir. Yıkım şeklinin belirlenmesinde yapının konumu, yapının geometrisi, yapının çevresindeki doğal veya yapay yapıların varlığı, amaçlanan maliyetinin rolleri çok büyüktür. Eğer yapının çevresinde zarar görebilecek veya emniyetli mesafe içerisinde herhangi bir yapı yoksa, yan yatırma metodu düşük maliyet ve uygulama kolaylığı bakımından tercih edilebilir.

Yıkım tasarımı belirlendikten sonra hangi taşıyıcı elemanların yıkılacağı karar verilmelidir. Yıkım sırasında genellikle en büyük iç tesirlerin etki ettiği taşıyıcı elemanlar tercih edilir (Koca, 2006).

Başta kolonlar olmak üzere, kirişlere patlayıcı yerleştirilmelidir. Malzeme kalitesi yüksek olan betonarme yapıların dayanımı daha fazla olacağından ötürü kolon ve kirişlerin hasar görmesi yapının tam anlamıyla parçalanmasına sebebiyet vermeyebilir. Buna engel olmak için spesifik noktalarda bulunan döşeme, duvar gibi yapı elemanlarına da patlayıcı yerleştirilmelidir. Ancak malzeme kalitesinin düşük olduğu betonarme yapılarda sadece kolonlara patlayıcı yerleştirildiği de görülmektedir.

Bir betonarme binanın kendi içine çökertilmesi metodu ile patlayıcı kullanılarak yıkımının aşamaları Şekil 2.23’te gösterilmiştir.



Şekil 2.23: Betonarme Binanın Olduğu Yere Çökertilerek Yıkılması (Özer ve Karadoğan, 2012)

Yığma Binaların Yıkılması: Yığma yapılarda taşıyıcı elemanlar, taş veya tuğladır. Sadece döşemeler betonarme olabilir. Bu tür yapıların yıkılması sırasında patlatmanın tamamı duvarlarda yapılır. Gerekirse bir miktar patlatma da döşemelerde yapılır (Koca, 2006).

Planlama ve tasarım dönemi aynı betonarme yapıların yıkılmasında olduğu aşamalarla ilerler. Çevre koşulları ve malzeme kalitesine göre yıkım şekli belirlenir, sonrasında gerekli gecikme aralıkları ve şarj miktarları bulunur. Son olarakta çevrede oluşacak hasarı minimuma düşürmek adına güvelik önemlemleri alınır.

Malzeme kalitesine göre döşemelere de patlayıcı yerleştirilebilir. Özellikle iç kısımlarda bulunan döşemelere patlayıcı yerleştirmek yıkımı olumlu yönde etkiler.

İyi bir patlatma sonrası yığma yapılardaki parçalanma, betonarme yapılara göre daha iyi olur. Yığma yapıların yıkılacağı alanda tuğla parçalarının zemine gömülebileceği düşünülerek zemin altındaki kablo, boru hattı gibi alt yapı tesisleri kormaya alınmalıdır (Jimeno ve diğ., 1995).

Çelik Binaların Yıkılması: Çelik yapıların yıkılması betonarme ve yığma yapıların yıkılmasından daha zordur. Çünkü büyük miktarda yüzeysel patlayıcı kullanılması gerekebilir ve binanın yıkımına yardımcı olan büyük yapı ağırlıkları yoktur. Ayrıca kullanılan yüzey patlayıcılarından dolayı parça savrulması ve hava şoku riskleri çok fazladır (Özer ve Karadoğan, 2012).

Çelik yapı yıkımlarında genel olarak şekilli plastik patlayıcılar kullanılır. Patlayıcı genellikle yapı elemanın içine değil üzerine konur. Yani delik delinmez, ancak bazı durumlarda patlayıcı konan yere kaynak yapılarak yapı elemanı zayıflatılır. Ayrıca yapı elemanının iki tarafında patlayıcı yerleştirilirse etkisi daha fazla olur (Extreme Explosions, 2010; Koca, 2006).

Diğer malzemelerin kullanıldığı yapılarda olduğu gibi tasarım yaparken, çevre koşulları, yapı malzeme kalitesi ve amaçlanan sonuç dikkate alınır.

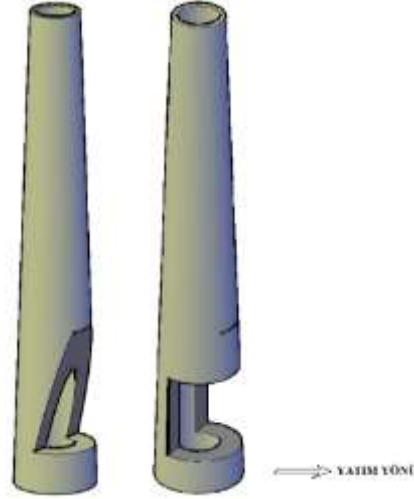
Çelik yapıların yıkılmasındaki en büyük sorun, patlayıcının çeliğin yüzeyine yerleştirilmesinin etkisiyle ateşleme sonrası açığa çıkan fazla parça savrulması ile yüksek hava şokudur. Bunu düşürmek için şarj miktarında azaltmalara gidilebilir (Koca, 2006).

2.7.2.2. Kulelerin Kontrollü Patlatmalarla Yıkılması

Kulelerin patlayıcılarla kontrollü yıkımı hızlı ve kolaydır. Genellikle yan yatırma metodu kullanılarak yıkılırlar. Tabandaki taşıyıcı kesilmesi sonucu değişen ağırlık merkezinin etkisiyle yıkım gerçekleşir (Stevenston, 1972).

Kule yıkımında düşüş için belli bir yön seçmek mümkündür. Dairesel kuleler istenilen yönde yıkılabilirler, fakat kare kesitli kuleler köşeler yerine kenarları üzerinde yıkılmalıdır. Düşme yönünü seçerken tabandaki açıklıklar değerlendirilmelidir (Stevenston, 1972).

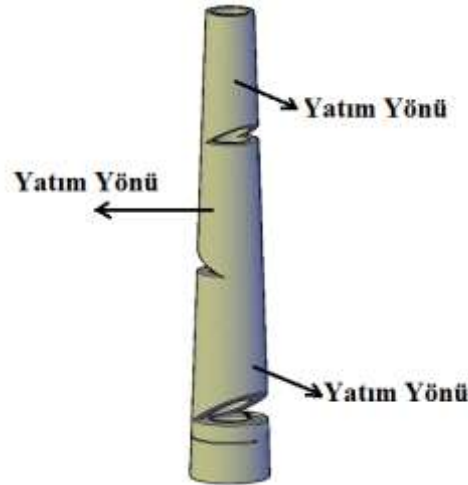
Kulelerin yıkımı hem kendi içinde çökertmek, hem de yan yatırma metodu ile gerçekleştirilebilir. Ayrıca kulelerin boyunun kısaltılarak yan yatırılması da mümkündür. Kulelerin yan yatırılması için uygulanan kama şekilleri Şekil 2.24'te gösterilmiştir.



Şekil 2.24: Kulelerin Yana Yatırılması İçin Uygulanan Kama Şekilleri

Kulelerin boyununun kısaltılarak yan yatırılması yöntemi prensip olarak kulelerin yana yatırılması metodu ile aynıdır. Ancak çevre yapıların varlığı veya kule boyununun çok uzun olmasından ötürü kule, optimum noktalarından kama şeklinde kesilerek dilimlere bölünmesi sağlanır ve yan yatırılma sonrası güvenli mesafeyi kısaltır.

Kulelerin yükseliği azaltılarak yan yatırılması ise; taşıyıcı taban patlatılır ve baca bir yöne eğilmeye başlar. İlk patlatmadan sonra gecikmeli patlatmayla devrilme yönünün zıt yönünde sıralar ateşlenir ve kule ikiye bölünerek yıkılır (Jimeno ve diğ., 1995).



Şekil 2.25: Kule boyununun kısaltılarak yan yatırılması için örnek tasarım modeli

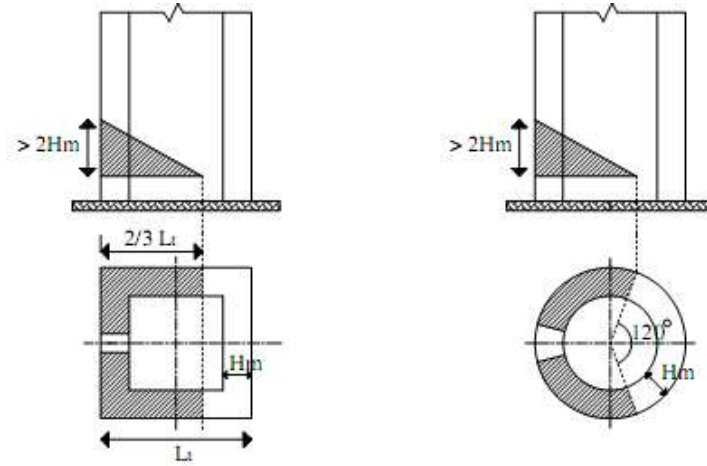
Şekil 2.25'te bir kule boyununun kısaltılarak yan yatırılması için örnek tasarım modeli mevcuttur. Kule, renkli olarak gösterilen kısımlarında delikler delinerek ateşleme gerçekleştirilir. Bunun sonucunda kule üç bölüme ayrılarak en alt ve en üst kısımları sağ

tarafa doğru, orta kısım ise sol tarafa doğru eğilim göstererek devrilir. Şekil 2.26’da ise bir kulenin boyunun kısaltılarak yan yatırılması gösterilmiştir.



Şekil 2.26: Bir Kulenin Boyunun Kısaltılarak Yana Yatırılması (Özer ve Karadoğan, 2012)

Kulelerin yana yatırılma yöntemi; aynı bina yıkımlarında olduğu gibi kulelerde de en kolay uygulanabilir, düşük maliyetli yöntemdir. Eğer kule çevresinde yıkımdan dolayı zarar alabilecek yapılar yoksa çok emniyetlidir. Ancak çevre yapıların varlığı, risk analizi için çok ciddi çalışmaların yapılmasını gerektirmektedir. Şekil 2.27’de kulelerde uygulanabilecek kama şekilleri gösterilmiştir.



Şekil 2.27: Kulelerin Yan Yatırma Metodu ile Yana Yatırılmasında Uygulanabilecek Kama Boyutlandırması (Özer ve Karadoğan, 2012)

Betonarme Kulelerin Yıkımı: Bu tür kulelerde sadece yan yatırma metodu ile yıkım gerçekleştirilebilir (Jimeno ve diğ., 1995).

En düzgün sonuçları elde etmek için; malzeme özellikleri ve çevre şartları iyi bilinmelidir. Betonarme kulelerde delikler; taban seviyesinde ve düşme bölgesi yönünde kule çevresinin üçte ikisine kadar delinir. Şekil 2.28’de betonarme kulelerin yıkımında

Tuğla kulelerin yıkımında, yan yatırma metodu, yüksekliği azaltılarak yan yatırma metodu, kendi içinde çökertme metodu uygulanır.

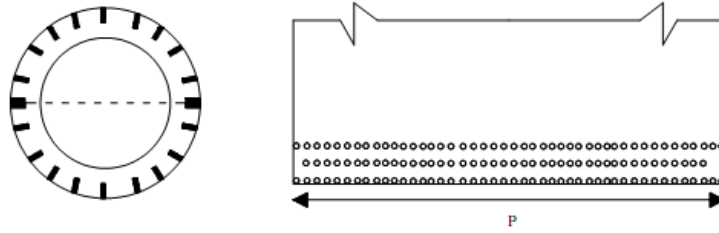
Kulelerin yan yatırılması için; bina patlatmalarında olduğu gibi tabandan kama şeklinde kesilerek ağırlık merkezinin değişmesi sonucu baca yana doğru yatmaya başlar. Şekil 2.30'da tuğla bacanın yan yatırma tekniği ile yıkımı gösterilmektedir.



Şekil 2.30: Tuğla Bacanın Yan Yatırma Metodu İle Kontrollü Yıkımı (Özer ve Karadoğan, 2012)

Kulelerin kendi içinde çökertilmesi ise; diğer yıkım tekniklerine göre daha risklidir. Sadece tuğla bacalarda uygulanabilir (Jimeno ve diğ., 1995)

Patlayıcı delikleri kulenin tabanı seviyesinde duvar kalınlığı dikkate alınarak delinmelidir. Patlayıcı hesabı tuğla duvarlardaki gibi yapılır. Açılan tüm delikler aynı anda ateşlenmelidir. Şekil 2.31'de tuğla kulelerin olduğu yere çökertilmesinde kullanılan patlatma tasarımı gösterilmiştir (Özer ve Karadoğan, 2012).



Şekil 2.31: Tuğla Kulelerin İçe Çökertilmesinde Kullanılan Patlatma Tasarımı (Jimeno ve diğ., 1995)

Bütün bu yıkım yöntemlerinde dikkate alınması gereken bazı noktalar aşağıdaki gibidir:

- Kule demir bantlarla güçlendirildiğinde zemin seviyesine yakın özellikle patlatılacak bölgede bulunan bantlar patlatmadan önce kaldırılmalıdır. Böylece tuğlaların ayrılması ve kırılması kolaylaşır.
- Ağır donatılı tabanı olan geniş kulelerde önce kulenin yıkılması tabanın sonradan patlatılması uygun olur.

- Kulede özellikle patlayıcı yerleştirilen bölgelerin karşısına saç levhalar yerleştirmek parça savrulmasını önler.
- İçteki tuğla astarların yıkılması için ayrıca 400-500 gr'lık sıva patlayıcılar iç yüzeye uygulanarak astar duvarların rijitliği bozulabilir
- Delinen delikler arası mesafe ve delik sıra sayısı malzeme özelliklerine göre değişim göstermektedir. Örneğin; sağlam ve sık donatıya sahip betonarme kulelerde delik sayısı fazla ve delikler arası mesafe geniş tutulması uygundur (Jimeno ve diğ., 1995; Koca, 2006; Extreme Explosions, 2010; Özer ve Karadoğan, 2012).

2.7.2.3. Köprülerin Kontrollü Patlatmalarla Yıkılması

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 yapıp enkazın kaldırılması istenir. Patlayıcı ile yıkım bu şartları sağlamaktadır (Özer ve Karadoğan, 2012).

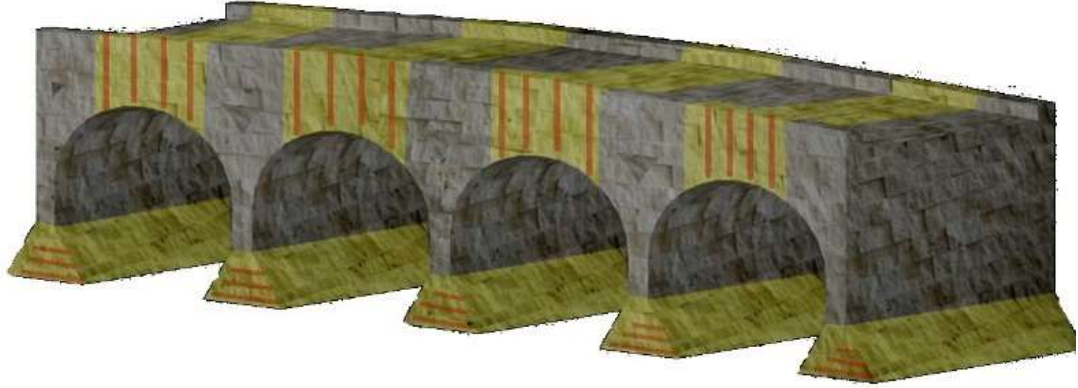
Köprüler yapı malzemesi bakımından üç grupta incelenir. Bunlar; taş köprüler, betonarme köprüler ve çelik köprülerdir (Jimeno ve diğ., 1995).

Taş Köprülerin Yıkımı: Taş köprüler genellikle eski tip yapılardır. Bu yapılar taş ayaklar ve bunlar üzerine oturtulmuş kemerlerden oluşurlar. Taşıyıcı elemanların sağlamlığından ötürü delik sayısı fazla olmalıdır.

Yıkımın kritik bölgeleri ayaklar ve kemerlerdir. Patlatılacak bölgede en az üç sıra delik delinmelidir. Köprü birden fazla kemerden inşa edilmişse tüm kemerlerin aynı anda patlatılması tavsiye edilir. Böylece bütün kemerler aynı şekilde zarar görüp çatlarlar ve daha kolay kırılırlar. Eğer gecikmeli patlatma yapılırsa; yanlış hesaplanmış bir detay yıkımı olumsuz yönde etkileyebilir (Jimeno ve diğ., 1995; Özer ve Karadoğan, 2012).

Taş köprülerde yük taşıyan kısımlar genellikle köprü hacminin büyük kısmını oluşturmaktadır. Bu nedenle bu köprülerin yıkımı zordur Taş köprülerde uygulanan patlatma tasarımı ve patlatma bölgeleri Şekil 2.32'de gösterilmiştir. Sarı renk ile

boyanmış bölgeler, patlatma bölgelerini ifade etmektedir. Ayaklarda delikler yatay delinirken, kirişlerde ise dikey delikler delinir (Koca, 2006).



Şekil 2.32: Taş Köprülerdeki Patlatma Bölgeleri ve Delik Yönleri

Çelik Köprülerin Yıkımı: Çelik malzemeye patlayıcı yerleştirmek için delik delinmez, ancak patlayıcı konulacak yeri zayıflatmak amacıyla kaynak yapılabilir.

Çelik yapıların yıkılmasındaki en büyük sorun, patlayıcının çeliğin yüzeyine yerleştirilmesinin etkisiyle ateşleme sonrası açığa çıkan fazla parça savrulması ile yüksek hava şokudur. Bunu düşürmek için şarj miktarında azaltmalara gidilebilir (Koca, 2006).

Bir çelik köprülerin kontrollü patlatmalarla yıkılması Şekil 2.34'te gösterilmiştir. Bu şekildeki uygulamada kapsüller herhangi bir gecikme aralığı verilmeden aynı anda patlatılmıştır. Köprülerin yıkımında sıkça uygulanır.



Şekil 2.33: Çelik Köprülerin Kontrollü Patlatmalarla Yıkılması (Özer ve Karadoğan, 2012)

Betonarme Köprülerin Yıkımı: Betonarme köprüler günümüz karayollarında sıkça kullanılan köprü türüdür. Bu köprüler, kemer kirişli veya prefabrike kirişli olmak üzere iki türde olabilir. Betonarme kemerler, taş kemerlerdekine benzer yöntemle yıkılırlar

fakat burada delik sıra aralıklarının ve delik sayılarının artırılması gerekir (Jimeno, 1995; Özer ve Karadoğan, 2012).

Kemer kirişli köprülerde kemer ve ayaklar birlikte yıkılabilir. Köprü'nün önemli taşıyıcı ayakları iyi hesaplanmış şarj miktarları ile tamamen parçalanmalıdır. Şekil 2.34'te kemer kirişli bir betonarme köprü'nün patlatılması gösterilmiştir. Kırmızı renk ile ifade edilmiş bölgeler, patlatma bölgelerini göstermektedir. (Jimeno, 1995; Özer ve Karadoğan, 2012).



Şekil 2.34: Betonarme Köprüde Patlatma Bölgeleri

Köprü yıkımlarında da diğer tüm yıkımlarda olduğu gibi gerekli güvenlik önlemleri alınmalıdır. Özellikle trafik, geçici bir süre durdurulmalı ve patlama sonu gerekli kontroller yapıldıktan sonra açılmalıdır (Jimeno ve diğ., 1995; Özer ve Karadoğan, 2012).

2.7.3. Yapı Elemanlarının Kontrollü Patlatmalarla Yıkılması

2.7.3.1. Temellerin Kontrollü Patlatmalarla Yıkılması

Temeller genellikle yapı yıkımına bağlı olarak, üst yapı ile birlikte yıkılır. Temeller, beton veya betonarme malzemeden meydana gelmektedirler. Beton ve betonarme yapı elemanlarının patlatılması için uyulması gereken kuralların yanında temellerin patlatılması için bir takım teknikler vardır. Temeller düşey patlatma delikleri ile patlatılırlar. Bu deliklerin boyları temelin derinliğine ve delik geometrisine bağlıdır (Jimeno ve diğ., 1995).

2.7.3.2. Duvarların Kontrollü Patlatmalarla Yıkılması

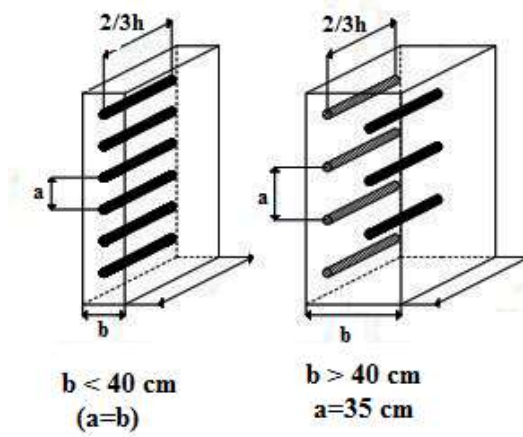
Duvarların yıkılmasında iki ayrı yöntem kullanılabilir. Bunlardan ilki çok ince duvarlarda kullanılan bir yöntemdir. Bu yöntemde delik açmak için yeterli kalınlıkta olmayan duvarlar zemin seviyesinin biraz üstünde boydan, yüzeylerine yerleştirilen yapıştırma patlayıcılar yardımıyla kırılırlar. Diğer yöntemde ise duvarlar içlerinde açılan yatay ve düşey delikler yardımıyla patlatılır (Jimeno ve diğ., 1995).

Taş duvarların yıkımı tuğla duvar yıkımına göre daha az olduğu için burada tuğla duvarların patlatılarak yıkılması ile ilgili bilgiler verilecek, tuğla duvarlarda yapılması gerekenlerden kısaca bahsedilecektir. Tuğla duvarlar yıkılırken, delme (sondaj) süresini kısaltmak, daha büyük parçalanma sağlamak ve daha az patlayıcı kullanmak için kapı, pencere gibi var olan boşluklar hizasında delik açmak uygun olur. Yine de iyi bir kayma durumu elde etmek ve duvarın zeminden ayrılmasını tamamen sağlamak için patlayıcı sıralarından birisi zemin seviyesinde açılabilir. Zemine dökülen beton duvarlarda olduğu gibi yüksek ve dar duvarlarda patlayıcı delikleri, betonun parçalara ayrılmasını sağlayabilmek ve taşınmasını kolaylaştırmak için düşey olarak açılır (Jimeno ve diğ., 1995).

2.7.3.3. Kolon ve Kirişlerin Kontrollü Patlatmalarla Yıkılması

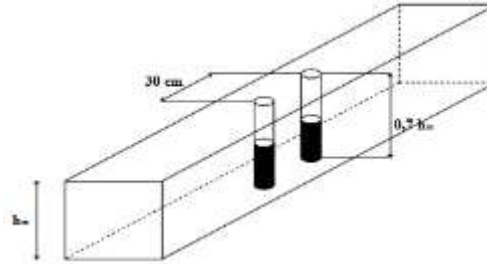
Kolonların patlatılarak yıkılmasında ana hedef, ana taşıyıcı elemanların ortadan kaldırılmasıyla binanın çökmeye geçmesidir.

Patlayıcı delikleri kolonun geniş kenarına paralel olarak açılır. Delik parametrelerinden ileriki bölümlerde bahsedilmiştir. Kolonların patlatılmasında kullanılan delik özellikleri, patlayıcı miktarları kolondaki beton ve donatı özelliklerine bağlı olarak değişiklik göstermektedir. Kolonlarda genel olarak uygulanan patlatma tasarımı Şekil 2.35'te gösterilmiştir (Jimeno ve diğ., 1995).



Şekil 2.35: Kolonlar İçin Patlatma Tasarımı (Özer ve Karadoğan, 2012)

Kirişler yapılarda betonarme veya çelik elemanlardır. Yapılardaki kirişlerin patlatılarak yıkılmasında iki hedef vardır. Bunlar; kesilme noktasını mafsallık haline dönüştürmek ve patlamanın sonraki aşamaları için malzemedeki kırılmayı sağlamaktır. Kirişlerde uygulanabilecek patlatma tasarımı Şekil 2.36’da gösterilmiştir (Jimeno ve diğ., 1995).



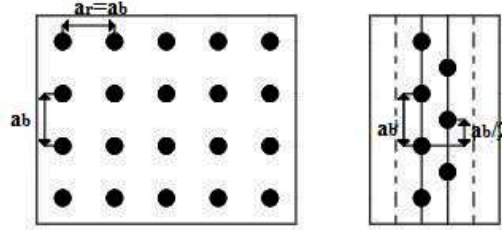
Şekil 2.36: Kirişlerde Uygulanabilecek Patlatma Tasarımı (Koca, 2006)

2.7.3.4. Döşemelerin Kontrollü Patlatmalarla Yıkılması

Döşemeler betonarme yapı elemanlarıdır. Zemine veya köprü kirişleri üzerine dökülen döşemeler beton olabilir. Döşemeleri patlatmada tamamen kırmak veya yarık açmak amacıyla iki amaç vardır.

İlk durum hem donatılı hem de donatısız beton döşemelerde uygulandığı gibi ikinci durum daha çok donatılı betonlarda kullanılır. Bu yöntemle yarık açıldıktan sonra donatılar kesilir (Jimeno ve diğ., 1995; Koca, 2006; Özer ve Karadoğan, 2012).

Şekil 2.37’de döşemelerde uygulanabilecek patlatma tasarımı gösterilmiştir.



Şekil 2.37: Döşemelerde Uygulanan Patlatma Tasarımı (Jimeno ve diğ., 1995)

2.7.4. Malzeme ve Ekipman Seçimi

2.7.4.1. Patlayıcı Madde Seçimi

Patlatma dizaynında kabul edilebilir sonuçları alabilmek için patlatma tipinin seçimi çok önemlidir. Patlayıcı seçiminde bazı faktörlerin analiz edilmesi gerekmektedir. Bunlar; patlayıcının fiyatı, delik çapı, patlatılacak malzemenin hacmi, malzeme kalitesi, emniyet koşulları ve tedarik etme durumudur (Jimeno ve Diğ., 1995).

Yapıların kontrollü patlatmalarla yıkımı üzerinde çalışırken kullanılan patlayıcı madde önemli bir parametredir. Başarılı bir yıkım için optimum patlayıcı madde ve ateşleme sistemi seçilmelidir.

Yapıların kontrollü patlatmalarla yıkımı üzerinde çalışırken kullanılan patlayıcı madde önemli bir parametredir. Başarılı bir yıkım için optimum patlayıcı madde ve ateşleme sistemi seçilmelidir. Genellikle yüksek dayanımlı betonarme yapıların yıkımında yüksek detonasyon hızına sahip patlayıcılar tercih edilir (Koca, 2006).

Patlayıcı ile yapı yıkımı işlerinde, farklı tipte birçok patlayıcı kullanılmaktadır. Patlayıcı maddenin seçiminde ise birçok faktör etkilidir. Bu seçimde en etkili parametreler, yapı türü ve malzemesi, patlayıcının patlama hızı ve maliyetidir. Genellikle beton ve betonarme gibi yüksek dayanımlı malzemeden imal edilen yapıların patlatılmasında tercih edilen patlayıcı madde; yüksek patlama hızına sahip ve maliyetlerinin düşük olmasından dolayı dinamitlerdir (Koca, 2006; Driller, 2013).

Yıkım çalışmalarında genellikle jelatinit dinamitler ve PVC kartuşlar içindeki toz dinamitler patlama hızlarının yüksek, temin edilebilirliklerinin kolay ve maliyetlerinin düşük olmasından dolayı diğer tür dinamitlere göre çok daha fazla tercih

edilmektedirler. Tablo 2.5'te yapı yıkımında kullanılan dinamitler ve özellikleri verilmiştir (Koca, 2006; Driller, 2013).

Tablo 2.5: Yapı Yıkımında Kullanılan Dinamitler ve Özellikleri (Koca, 2006)

Ticari Adı	Yoğunluğu (gr/cm ³)	Patlama hızı (m/sn)
Jelatinit dinamit	1.50	7527
Elbar-1	1.00	5070
3 nolu Kiri Dynamite	1.30	6000
SLB Dynamite	1.30	5500
Dynamex AM	1.40	6000
Dynamex M	1.40	5000
Gurit	1.00	4000
Nobel Prime	1.50	6500

Çelik ve bazı özel betonarme yapıların yıkılmasında ise dinamitlere göre çok daha yüksek patlama hızına sahip olan RDX ve PETN içerikli plastik patlayıcılar kullanılmaktadır. Çelik yapıların yıkımında kullanılan plastik patlayıcılar Tablo 2.6'da özellikleri ile beraber verilmiştir (Koca, 2006; Driller, 2013).

Tablo 2.6: Çelik Yapıların Yıkımında Kullanılan Plastik Patlayıcılar ve Özellikleri (Koca, 2006)

Ticari Adı	Birleşim	Yoğunluk (g/cm ³)	Patlama Hızı (m/sn)
B	% 60 RDX, %40 TNT	1.65	7800
B-4	%60 RDX, %39.5 TNT, % 0.5 kalsiyum silikat	-	-
A-3	% 91 RDX, % 9 Balmumu	1.70	8100
C-3	%77 RDX, %23 plastik malzeme	1.34	7625
C-4	%90 RDX, %10 Polyisobutylene	1.72	8040
PBXN-107	%86 RDX, %15 plastik emici malzeme	1.74	8252
Cyclotol	%75 RDX, %25 TNT	1.64	8120

Plastik patlayıcı ile yapılan patlatmada çelik malzemeler yüksek basınç nedeniyle bir anda kesilerek kopmaktadırlar. Plastik patlayıcılar, beton ve betonarme yapı elemanları için gerek kullanım açısından gerekse parçalanma açısından iyi sonuçlar vermemektedir. Bu yüzden bu tür yapı yıkımlarında tercih edilmezler.

Plastik patlayıcı ile çelik yapı yıkımı, genelde koni biçimli ya da V türü lineer bir metalik kutuya doldurularak yapılır. Patlayıcı infilak ettirilerek sabit bir yöne doğru yoğunlaştırılan bir metalik fişkırmaya sağlanarak patlatılacak kütlenin kesilerek kopması sağlanır. (Extreme Explosions, 2010).

2.7.4.2. Ateşleme Sistemi Seçimi ve Gecikme Aralıklarının Belirlenmesi

Ateşleme sisteminin seçilmesinde etkin olan birçok parametre vardır. Patlayıcıyla yapı yıkımında, elektrikli gecikmeli kapsüller maliyetlerinin düşük olmasından dolayı elektriksiz kapsüllere göre daha fazla tercih edilmektedir. Ancak elektriksiz kapsüller yapı patlatmalarında, maliyeti yükseltmelerine rağmen güvenlik ve kullanılabilirlik açısından çok daha iyi sonuçlar vermektedir (Elliot ve Woolf, 2001; Barutsan, 2000).

Yapı yıkımlarında genellikle milisaniye gecikmeli kapsüllerin kullanılması önerilmektedir. Bunun sebebi, yapı yıkım yöntemi seçimindeki esnekliktir. Yapı elemanlarının belli bir düzen ve gecikme aralığı ile patlatması sonucu, hem oluşabilecek çevresel hasarlar daha düşük, hem de yapıların kontrollü yıkılması sağlanmış olacaktır. Ayrıca gecikmeli patlamalar sonucunda kesilen taşıyıcı elemanların yokluğu sonucu diğer yapı elemanları üzerine tesir eden yüklerde artış olacağından yapı kendi kendine deforme olmaya başlayacaktır. Gecikmesiz patlatmalarda veya çok az gecikme süresine sahip patlamalarda, yapı kendi kendine deforme olabilecek süreye sahip olamamaktadır. Yapının sahip olduğu taşıyıcı elemanların kendi içinde gruplara ayrılıp bu gruptaki elemanların aynı anda ateşlenmesi de uygulanabilir. Ancak özellikle köprülerin, çatıların gecikmesiz kapsüller kullanılarak ateşlendiği yıkımlara rastlamak mümkündür.

Elektronik kapsüller yapı yıkımlarında uygulama kolaylığı açısından çok büyük rahatlık sağlasada pahalı olması ve teknik eleman yetersizliğinden ötürü ülkemizde tercih edilmemektedir.

2.7.4.3. Sıkılama Malzemesinin Seçimi

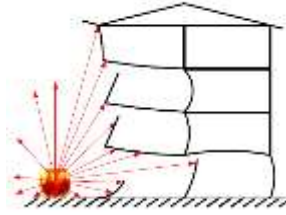
Patlayıcı deliklerinde bir diğer önemli konu sıkılamadır. Açılan deliğe patlayıcı yerleştirildikten sonra kalan boşluğun doldurulması gerekir. Bunun nedenleri; yatlayıcının tüm etkisini; gaz basıncını, itmesini yapı elemanına aktarmasını sağlamak, oluşabilecek hava şokunu ve parça savrulmasını azaltmaktır (Koca, 2006).

Beton malzemelede açılan deliklerde sıkılama malzemesi olarak kağıt, kum, balçık, toprak, sıva veya tamir harcı kullanılabilir. Yüzeysel patlatıcıların sıkılama da ise kum torbaları, dayanıklı kumaşlar veya band kullanılır.

2.7.5. Patlayıcı Konumunun Belirlenmesi

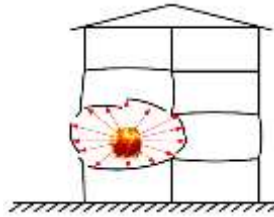
Patlayıcı kullanılarak yapı yıkımında, patlayıcının yapıdaki konumuna göre patlamayı iki çeşite ayırmak mümkündür. Bunlar; dış patlatma ve iç patlatmadır.

Şekil 2.38’de gösterilen dış patlatma; yapı cephesinde oluşan basınca karşı en zayıf noktalar kapı ve pencerelerdir. Camlar, kapılar, tuğla duvarlar parçalanır ve yapı içinde büyük bir hızla uçuşur. Şok dalgası yapı içine girer, balon etkisi yaratır. Tavan döşeme ve kirişleri yukarı, kolonlar ve duvarlar içeri doğru itilir (Topçu, 2011).



Şekil 2.38: Dış Patlatmanın Yapıya Etkisi (Topçu, 2011)

Şekil 2.39’da gösterilen iç patlatmada ise kapalı hacimde patlama çok daha büyük etki yaratır. Oluşan basınç büyüyerek yansır. Camlar, kapılar, tuğla duvarlar, eşyalar parçalanır ve yapı içinde ve dışında büyük bir hızla uçuşur. Balon etkisi ile tavan döşeme ve kirişleri yukarı, taban döşeme ve kirişleri aşağı, kolonlar ve duvarlar dışa doğru itilir (Topçu, 2011).



Şekil 2.39: İç Patlatmanın Yapıya Etkisi

Patlayıcıların yapı elemanlarına doğru yerleştirilmesi çok önemlidir. Taşıyıcı elemanlar istenildiği gibi hasar görmez ise çökme istenilenden çok farklı şekilde olabilir ve tehlikeli durumlar yaratabilir (Extreme Explosions, 2010).

Patlayıcılar taşıyıcı elemanların dış yüzeyine veya delinerek iç kısımlarına yerleştirilebilir. Ancak dış yüzeye yerleştirilen patlayıcıların verimi oldukça düşüktür (Extreme Explosions, 2010).

Patlayıcıların taşıyıcı elemanların dış yüzeyine yerleştirilerek ateşlenmesinde, detonasyon sonrasında açığa çıkan reaksiyon gazlarının neredeyse tamamı betonu parçalamadan atmosfere karışma yolunu tercih eder. Bu da patlayıcının enerjisinin büyük çoğunluğunun verimsiz enerjiye dönüşmesi demektir. Geriye kalan enerji öteleme, sismik ve parçalanma enerjisi olarak üçe bölüneceğinden meydana getireceği minimum hasara yol açmaktadır.

Patlayıcılar, taşıyıcı elemanların iç yüzeyine yerleştirildiğinde ise detonasyon sonrası açığa çıkan gazların atmosfere çıkışı sadece beton içerisindeki boşluklardan sağlanacağından ötürü patlayıcı enerjisinin daha büyük oranı faydalı enerjiye dönüşüp daha fazla hasara neden olacaktır.

Patlayıcılar beton, tuğla veya betonarme malzemelerin yıkımında kullanıldığı zaman yapı elemanının içerisine delik delinir ve içine yerleştirirler. Çelik yapılarda ise patlayıcı yapı elemanının üstüne veya çelik yapı elemanına kaynak yapılarak zayıflatılır ve o bölgeye yerleştirilir.



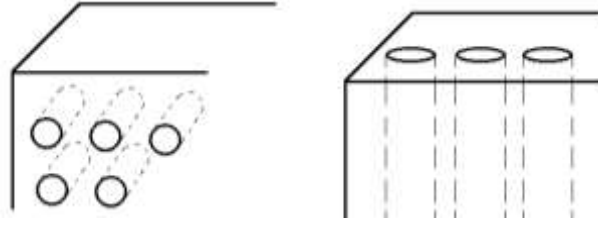
Şekil 2.38: Yapı Elemanlarında Patlayıcı Konumları

2.7.6. Deliklerin Delinmesi

Patlayıcı delikleri açılırken patlayıcı ve sıkılama düşünülerek delik açılır. Patlayıcı ve ateşleme elemanı deliğe yerleştirildikten sonra ateşleme elemanın patlayıcıdan ayrılıp ayrılmadığı kontrol edilir ve sıkılama yapılır.

2.7.6.1. Delik Konumunun Belirlenmesi

Patlayıcı yerleştirilecek delikler, yapı elemanına göre değişik yönlerde delinmektedirler. Döşeme, kiriş, temel ve çatı patlatmalarında genellikle düşey delikler delinirken kolon ve duvar patlatmalarında genellikle yatay delikler delinmektedir. Ancak duvarlarda dikey deliklerde delindiği görülmektedir. Şekil 2.41’de yapı elemanlarında delinen delikler gösterilmiştir.



Şekil 2.39: Yapı Elemanında Delinen Delikler

2.7.6.2. Delik Boyunun Belirlenmesi

Patlayıcı kullanılarak yapı yıkımında delik boyu çok önemli bir parametredir. Yanlış derinlikte yerleştirilmiş bir patlayıcı her ne kadar hasara yol açsa da, bu hasarın yeterli olup olmadığı belirsizdir. Bu tip durumlarda amaçlanan yıkım gerçekleşmeyebilir hatta yapı ayakta kalabilir. Yıkımı tamamlanmamış yapıda çalışmak iş güvenliği açısından riskli olacağından hataya yer yoktur. Bu yüzden delik boyu iyi belirlenmelidir.

Yapı elemanları patlatılırken kaya patlatmada olduğu gibi delik derinliği ile ilgili yaklaşımlar yapmak zordur. Yapı elemanları patlatılırken, delik uzunluğunun seçilmesindeki en büyük etken patlatılacak nesnenin kalınlığıdır. Delikler genellikle patlatılması düşünülen kesitte, patlayıcı etki çapı veya biraz daha az bir uzunluk bırakılarak kesit uzunluğunca delinir. Böylece deliğin delindiği boyutta yapı elemanın parçalanması sağlanmış olur. Deliğin daha kısa delinmesi durumunda deliğin arkasında parçalanmayan bölümler kalabilir. Kırılmanın daha iyi olması için deliğin kesit kalınlığına yakın bir uzunlukta delinmesi düşünülebilir, fakat bu da parça savrulması riskini artırır. Döşemeler gibi kesit kalınlığı ince olan yapı elemanlarında küçük miktarlarda şarjlar kullanılarak kesit kalınlığına yakın delikler açılabilir (Koca, 2006).

Delikler, genellikle yapı elemanın delik doğrultusunda uzunluğunun $2/3$ 'ü kadar delinirler. Bu deliğin yarısı patlayıcı madde ile kalan yarısı sıkılama malzemesi ile doldurulur (Jimeno ve diğ., 1995).

Patlama deliklerinin boyları temellerin derinliklerine bağlı olarak değişebilmektedir. Açılan deliklerin çapları temelin boyutlarına ve çevre şartlarına bağlı olarak değişebilir (Jimeno ve diğ. 1996).

Gustaffson'un patlama hızı 5200 m/sn ve özgül ağırlığı 1,4 gr/cm³ olan jelatinit dinamit kullanarak yaptığı çalışmalar sonucunda betonarme kolon ve kirişler için önerdiği delik uzunlukları Tablo 2.7'de verilmiştir.

Tablo 2.7: Kolon/Kiriş Genişliklerine Göre Gustaffson'un Önerdiği Delik Uzunlukları (Dowding, 1996)

Kolon/Kiriş Genişliği (m)	Delik Uzunluğu (m)
0.30	0.20
0.40	0.30
0.50	0.40
0.60	0.45
0.70	0.55

Gustaffson'un patlama hızı 5200 m/sn ve özgül ağırlığı 1,4 gr/cm³ olan jelatinit dinamit kullanarak yaptığı çalışmalar sonucunda döşeme malzemelerine göre önerdiği delik uzunlukları aşağıdaki Tablo 2.8'de verilmiştir.

Tablo 2.8: Döşeme Malzemesi ve Kalınlığına Bağlı Olarak Gustaffson'un Önerdiği Delik Uzunlukları (Dowding, 1996)

Malzeme	Kalınlık (cm)	Delik Uzunluğu (cm)
Donatısız Beton Döşeme	30	20
	40	25
	50	35
Donatılı Beton Döşeme	30	20
	40	30
	50	40

Gustaffson'un patlama hızı 5200 m/sn ve özgül ağırlığı 1,4 gr/cm³ olan jelatinit dinamit kullanarak yaptığı çalışmalar sonucunda çatı kalınlıklarına göre önerdiği delik uzunlukları aşağıdaki Tablo 2.9'da verilmiştir.

Tablo 2.9: Çatı Kalınlığına Bağlı Olarak Gustaffson'un Önerdiği Delik Uzunlukları (Jimeno ve diğ., 1995)

Çatı Kalınlığı Hm (cm)	Delik Uzunluğu (cm)
20	15
30	20
40	30
50	2/3 Hm

2.7.6.3. Delik Çapının Belirlenmesi

Yapı elemanın delinecek deliğin çapı yerleştirecek olan patlayıcı boyutuna göre değişir. Patlayıcı maddeyi delik içerisine rahatça yerleştirebilmek için delik çapının patlayıcı maddenin çapından büyük olması gerekir. Ancak delik çapı mümkün olduğunca küçük olmalıdır.

Yapı yıkımlarında delik çapı 38 mm ile 65 mm arasında değişmektedir. Delik çapı büyüdükçe yapı elemanı parçasının savrulma riski artar (Jimeno ve diğ., 1995).

2.7.6.4. Delikler Arası Mesafenin ve Delik Sıra Sayısının Belirlenmesi

Patlayıcı kullanılarak yapı yıkımında bir diğer önemli parametre delikler arası mesafedir. Optimum delikler arası mesafede yerleştirilen patlayıcıların yapıda yaratacağı hasar daha fazla olacaktır.

Yapı temeli patlatmalarında Gustaffson'un patlama hızı 5200 m/sn ve özgül ağırlığı 1,4 gr/cm³ olan jelatinit dinamit kullanarak yaptığı çalışmalar sonucunda beton kalitesine göre önerdiği bazı delik geometrileri aşağıdaki Tablo 2.10'da verilmiştir.

Tablo 2.10: Gustaffson'un Önerdiği Malzeme Kalitesine Bağlı Temel Patlatma Tasarımı (Gustaffson, 1981)

Malzeme	c (kg/m ³)	Delik geometrisi $a_R = a_B$
Düşük Dayanımlı Beton	0.25 – 0.30	0.70 – 0.80
Yüksek Dayanımlı Beton	0.30 – 0.40	0.60 – 0.70
Yüzeysel Donatılı Betonarme	0.60 – 0.75	0.50 – 0.60
Yoğun Donatılı Betonarme	0.80 – 1.00	0.50 – 0.55
Ekstra Güçlü Askeri Tip Betonarme	1.50 – 2.00	0.40 – 0.50

Duvarların patlatma ile yıkılmasında ise tuğla duvarlar ile beton veya betonarme duvarlardan bahsedilecektir.

İyi bir tuğla duvar birbirinden çok zor ayrılır ve duvarı yıkmak için en az iki sıra yatay delik kullanılmalıdır. Kullanılacak sıra sayısı duvarın kalınlığı ile artar. Açılan delik sıraları patlama etkisinin duvara iyi yayılmasını sağlamak üzere şaşırtmalı olarak açılmalıdır. Tuğla duvarın kalınlığı açılacak delik sırasında ve delik geometrisinde etken olsa da bir diğer faktör de duvarın yük altında olup olmamasıdır (Jimeno ve diğ., 1995; Koca, 2006; Özer ve Karadoğan, 2012).

Beton ve betonarme duvarların patlatılmasında duvarın yapıldığı betonun dayanımı, betonun yapısı; içindeki boşluk oranı, çatlak durumu, donatı miktarı ve yerleştirilme biçimi çok önemlidir. Duvarların patlatılmasında açılan yatay deliklerde delik boyları duvar kalınlığının $2/3$ 'ü olmalıdır. Açılan delikteki $1/3$ b_w 'lik kısım patlayıcı ile doldurulur, kalan kısım ise sıkılamaya ayrılır. Bu duvarlarda da en az 2 sıra patlayıcı deliği açılmalıdır. Bu sayı artan genişlik ile çoğaltılabilir Tablo 2.11'de çeşitli beton malzemelerinde metre başına 0,32 kg kullanıldığı takdirde kullanılması önerilen delikler arası mesafe verilmiştir (Jimeno ve diğ., 1995; Dowding, 1996; Özer ve Karadoğan, 2012).

Tablo 2.11: Malzeme Kalitesine Göre Önerilen Delikler Arası Mesafe (Dowding, 1996)

Malzeme	Delikler Arası Mesafe (m)
Düşük Kalite Beton	0,8 - 0,9
İyi Kalite Beton	0,75 - 0,9
Güçlendirilmiş Beton	0,55- 0,6
Ekstra Güçlendirilmiş Beton	0,4 – 0,5 ile 0,5 – 0,55

Gustaffson'un patlama hızı 5200 m/sn ve özgül ağırlığı $1,4 \text{ gr/cm}^3$ olan jelatinit dinamit kullanarak yaptığı çalışmalar sonucunda duvar çeşidine göre önerdiği bazı delik geometrileri Tablo 2.12'de verilmiştir (Jimeno ve diğ., 1995).

Tablo 2.12: Malzeme Kalitesi ve Kalınlığa Bağlı Olarak Gustaffson'un Önerdiği Duvar Patlatma Tasarımı (Jimeno ve diğ., 1995)

Duvar tipi	Duvar kalınlığı b_w (cm)	Delikler arası mesafe a_B (cm)	Delik sıra sayısı
Beton	35	25	1
	45	30	1
	60	45	1
	70	50	1
Betonarme	20	30	1
	30	30	1
	40	30	1
	50	40	1
	60-70	40	2
Tuğla	35	30	2
	45	35	2
	60	45	2
	70-100	55	3

Kolon ve kiriş patlatmalarında ise, 40 cm'nin altındaki genişlikte olan kolonlarda ve kirişlerde delikler bir sıra halinde açılır ve delikler arası mesafe kolon genişliğine eşittir (Jimeno ve diğ., 1995; Koca, 2006; Özer ve Karadoğan, 2012).

Aşağıdaki Tablo 2.13'de çeşitli duvar kalınlıkları için metre başına 0,32 kg kullanıldığı takdirde kullanılması önerilen delikler arası mesafe vermiştir.

Tablo 2.13: Kolon ve Kiriş Genişliklerine Bağlı Olarak Önerilen Delikler Arası Mesafe ve Delik Sıra Sayısı (Dowding, 1996)

Kolon/Kiriş Genişliği (m)	Delikler Arası Mesafe (m)	Delik Sıra Sayısı (m)
0,30	0,30	1
0,40	0,30	1
0,50	0,35	2
0,60	0,35	2
0,70	0,35	2

Gustaffson'un patlama hızı 5200 m/sn ve özgül ağırlığı 1,4 gr/cm³ olan jelatinit dinamit kullanarak yaptığı çalışmalar sonucunda duvar çeşidine göre önerdiği bazı delik geometrileri tablo 2.14'te verilmiştir (Jimeno ve diğ., 1995).

Tablo 2.14: Duvar Malzemesi ve Kalınlığına Bağlı Olarak Gustaffson'un Önerdiği Delikler Arası ile Delik Sıraları Arası Mesafe (Jimeno ve diğ., 1995)

Malzeme	Kalınlık (cm)	Delikler Arası Mesafe x Delik Sıraları Arası Mesafe
Donatısız Beton Döşeme	30	30 x 30
	40	40 x 40
	50	50 x 50
Donatılı Beton Döşeme	30	20 x 20
	40	30 x 30
	50	35 x 35

Betonarme döşeme ve kabuklardan meydana gelen çatıların patlatılması konusunda Gustaffson'un patlama hızı 5200 m/sn ve özgül ağırlığı 1,4 gr/cm³ olan jelatinit dinamit kullanarak yaptığı çalışmalar sonucunda tablo 2.15'deki parametreler uygulanabilir (Jimeno ve diğ., 1995).

Tablo 2.15: Çatı Kalınlıklarına Bağlı Olarak Gustaffson'un Önerdiği Delikler Arası Mesafe ile Delik Sıraları Arası Mesafe (Jimeno ve diğ., 1995)

Çatı Kalınlığı Hm (cm)	Delikler Arası Mesafe x Delik Sıraları Arası Mesafe (cm x cm)
20	30 x 30
30	30 x 30
40	30 x 30
50	50 x 50

2.7.7. Şarj Miktarının Belirlenmesi

Patlatmalı yapı yıkım çalışmalarında, kullanılacak patlayıcı madde miktarının belirlenmesinde göz önünde bulundurulacak en önemli etkenler, beton ve betonarme yapının özellikleri ve elemanlardaki donatı oranıdır. Bu nedenle yıkılacak yapının taşıyıcı elemanları olan kolon, kiriş ve duvar gibi benzeri elemanların boyutlarının, şekillerinin ve malzeme kalitesinin patlatma planlaması öncesi araştırılması gerekir (Görgün, 2002; Şimşir, 1996).

Öncelikle malzeme kalitesini öğrenmek amacıyla yapının çeşitli bölgelerinden alınan numunelerin laboratuvar ortamında yapılan deneylerle malzeme özellikleri bulunur. Ayrıca deneme atımları gerçekleştirilir. Bu iki çalışma sonucunda optimum şarj miktarı belirlenir.

Ancak baca ve köprü yıkımı gibi bazı yapılar için deneme atımı gerçekleştirmek mümkün olmadığından ötürü yapılan analizler ve gözlemlerden çıkan sonuçlarla yıkım işi gerçekleştirilmelidir (Alver, 2002).

2.7.7.1. Şarj Miktarı Hesaplama Yaklaşımları

Hacim veya Kütleyle Bağlı Şarj Miktarı Hesabı: Şarj miktarı hesabı için bugüne kadar birçok araştırmacı tarafından değişik formüller geliştirilmiştir. Bu formüllerin en basit ve sade olanı hacme bağlı şarj miktarı hesap yöntemidir (Thomas, 1985);

- Hacme göre;

$$L = V \cdot q \quad (2.10)$$

- Kütleyle göre;

$$L = M \cdot q \quad (2.11)$$

Burada;

L: Şarj miktarı (kg)

V: Patlatılacak nesnenin hacmi (m^3)

M: Patlatılacak nesnenin kütlesi (kg)

q: Tecrübe değeri (kg/m^3)

“q” katsayısı deneme atımları sonucu, başarılı bir patlatmadan sonra kolayca kullanılan şarj miktarının patlatılan hacme oranıyla bulunur (Şimşir ve Köse, 1996).

Şarj miktarı hesaplanırken; hacme göre yapılan hesaplama (Eşitlik 2.10) ile kütleyle göre yapılan hesaplamanın (Eşitlik 2.11) sonuçları aynı olması gerekse de ufak farklar olması doğaldır. Hangisinin hata payı daha düşük olduğu düşünüldüğünde hacme göre yapılan hesaplamaların daha doğru olabileceği söylenebilir. Çünkü yapıda yapılan gözlemler sonucu yapı elemanlarının boyutları çok rahat bir şekilde bulunur, ancak kütleyle göre yapılan hesaplamalarda yapı elemanın kütlesi devreye girmektedir. Yapı elemanın kütlesi, yerinden alınan numuneler kullanılarak laboratuvar ortamında yapılan deneyler sonucu elde edilir. Ama bu sonuçlar alınan numune için geçerlidir yapı elemanın tamamını kapsamayabilir, başka bir deyişle yapı elemanı homojen özellik göstermeyebilir. Bu da hesaplamanın şarj miktarını etkiler.

Hauser Eşitlikü: Eşitlik 2.12 delik başına düşen şarj miktarını vermektedir. Bu bağıntı tek sıralı deliklerde ve delik arası mesafenin patlayıcı maddenin etki çapının iki katı olan patlatmalar için geçerlidir. Çok sıralı deliklerde ise hem delikler arası mesafe hem de dilim kalınlığının patlayıcı etki etki mesafesinin iki katı olması gerekir (Şimşir ve Köse, 1996).

$$L = w^3 \cdot c \cdot d \quad (2.12)$$

Burada;

L: Şarj miktarı (kg)

w: Delik etki mesafesi (m)

c: Özgül şarj miktarı (patlatılacak birim hacim içindeki patlayıcı ağırlığı) (kg/m^3).

d: Sıkılama katsayısı

Eşitlik 2.12, patlayıcıyı bir merkezde düşünerek etki çapının küpü ile şarj miktarı ve kırılacak hacim arasında bir bağıntı kurar. Patlayıcı noktasal bir hacimde düşünülür ve patlatılan hacim dik açılı bir koninin hacminden bulunur (Şimşir ve Köse, 1996).

Werner'in Patlatma Eşitliği: Hauser'ın eşitliğinin geliştirilmiş şeklidir. Delik başına düşen patlayıcı miktarını verir. Sadece tek sıra deliklerde geçerlidir.

$$L = (w^2 \cdot a_B \cdot c \cdot d) / 4 \quad (2.13)$$

Burada;

a_B : $2w$ 'ya kadar delik aralığı

L : Bölge Başına Şarj miktarı (kg)

w : Delik etki mesafesi (m)

c : Özgül patlayıcı katsayısı (kg/m^3)

d : Sıkılama katsayısı

Eşitlik 2.13 deliklere gelen şarj miktarı veya bölgelere düşen şarj miktarı ile ilgili bilgi vermez. Örneğin aynı bölge için Eşitlik 2.12 ile hesaplanan şarj miktarı, kısa ve yatay deliklerde kullanılabilirken, uzun ve dikey deliklerde de kullanılabilir (Şimşir ve Köse, 1996).

Uzun ve derin deliklerde delik başına gelen şarj miktarını tespit etmek için, bu delikleri ayrı şarj bölgelerine ayırmak gerekir. Nesnenin kalınlığı delik yönünde $2w$ kalınlığındaki şarj bölgelerine ayrılır, delik uzunluğu bölüm bölüm patlatmalarda yükseklikle eşit olabilir (Özer ve Karadoğan, 2012).

Delik başına şarj miktarı hesaplama yöntemini kolaylaştırmak ve hesap hatalarının yapılmasını önlemek için Werner'in Eşitlik 2.13'ü biraz daha genişletmiş ve Eşitlik 2.14'i bulmuştur. Eşitlik 2.14, delik başına düşen patlayıcı miktarını verir. Delikler arası mesafe etki mesafesinin 2 katından az, dilim kalınlığının ise etki mesafesinin iki katı olduğu durumlarda bu Eşitlike başvurulur. Kullanımı tek sıra delikler için geçerlidir (Şimşir ve Köse, 1996).

$$L = (w.a_B.h.c.d)/4 \quad (2.14)$$

Burada;

L : Delik başına şarj miktarı (kg)

a_B : 2w'ya kadar delik aralığı (m)

h : Nesne kalınlığı, bölüm bölüm patlatmalarda delik uzunluğu veya dilim kalınlığı (m)

c : Özgül patlayıcı katsayısı (kg/m^3)

d : Sıkılama katsayısı

Thomas'ın Patlatma Eşitliği: Hauser'in üretip Werner'in geliştirdiği eşitliği Thomas bir adım ileri taşımıştır. Pratikte sadece delik aralığı değil sıra aralığı da 2w'ya kadar seçilebilir. Sıra aralığını da 2w'ya kadar değiştirmek ve dağıtım sayıları ile karmaşık hesaplamaları önlemek için Thomas, Hauser'in 2w'ya kadar delik ve sıra aralıklarında geçerli olan Eşitlik 2.15'i önermiştir (Şimşir ve Köse, 1996).

$$L = (w.a_B.a_R.c.d) / 4 \quad (2.15)$$

Burada;

L : Delik başına şarj miktarı (kg)

w : Delik etki mesafesi (m),

a_B : 2w'ya kadar delik aralığı (m)

a_R : 2w'ya kadar sıra aralığı (m)

c: Özgül patlayıcı katsayısı (kg/m^3)

d: Sıkılama katsayısı

Bu eşitlik, etki mesafesinin 2 katına kadar delik ve sıra aralıkları için geçerlidir. Çok sıralı deliklerde kullanılır (Şimşir ve Köse, 1996).

Şarj miktarının delik başına mı, bölge başına mı hesaplandığına dikkat etmek gerekir. Aranılan delik başına şarj miktarı Eşitlik 2.16, $h/2w$ oranıyla çarpıldığı zaman daha kolay hesaplanır (Şimşir ve Köse, 1996).

$$LB = (a_B \cdot a_R \cdot c \cdot d \cdot h) / 8 \quad (2.16)$$

Burada;

LB: Delik başına şarj miktarı (kg),

a_B : 2w'ya kadar delik aralığı (m),

a_R : 2w'ya kadar sıra aralığı (m),

c: Özgül patlayıcı sayısı (kg/m^3),

d: Sıkılama katsayısı.

h: Delik yönünde nesne kalınlığı, bölüm bölüm patlatmalarda delik derinliği (m).

Çelik Yapı Elemanları İçin Şarj Hesabı: Çeliğin patlatılması için kesilecek kesit alanına bağlı olarak Eşitlik 2.17 kullanılabilir (Jimeno ve diğ., 1995).

$$Q = 34 \cdot A_{ug} \quad (2.17)$$

Burada;

Q: Patlayıcı miktarı (gr)

A_{ug} : Kesit Alanı (cm^2)

Karbonca zengin çeliklerde, zincirlerde, kablolarda, donatı çubuklarında 34 katsayısı 88 ile değiştirilmelidir. Böylece Eşitlik 2.17, Eşitlik 2.18'deki şekli alır (Jimeno ve diğ., 1995).

$$Q = 88 \cdot A_{ug} \quad (2.18)$$

Bu eşitliklerin kullanılması sonucu hesaplanan şarj miktarları, deneme atımları yapılarak yeterliliği test edilmelidir.

2.7.7.2. Özgül Patlayıcı Miktarı ve Patlayıcı Durum Katsayısı

Özgül patlayıcı katsayıları “c”, “q”, sıkılama katsayısı ise “d” olarak ifade edilir. Bu katsayılar tecrübe ile patlatıcıların elinde bulunabileceği gibi tablolardan da alınabilir. Yapı elemanı içinde patlayıcının yerleştiği yeri, sıkılama etkilerini hesaba katmak için

"d" katsayısı kullanılır. Bu katsayı ile ilgili yeterli ve kullanışlı bir Tablo 2.16'da verilmiştir (Koca, 2006).

Tablo 2.16: Delik Sıkılama Katsayıları (Koca, 2006)

Patlayıcı Yerleştirme Şekli	Sıkılama Katsayısı (d)
Patlatılacak cismin ortasında, sıkılanmış delik şarjı	1.0
Patlatılacak cismin ilk 1/3'ünde sıkılanmış delik şarjı	1.4
Patlatılacak cismin içine demet şeklinde yerleştirilmiş patlayıcı	2.0
Cismin üzerine konmuş, sıkılanmış patlayıcı	3.5
Cismin üzerine konmuş, sıkılanmamış patlayıcı	4.5
Cismin üzerine konmayıp içine sarkıtılmış ve sıkılanmamış patlayıcı	6.0

Özgül patlayıcı katsayısı "c" ve "q", patlatılacak yapı elemanın malzeme özelliklerine göre değişim göstermektedir. Ancak "c" ile "q" değerleri birbirinden farklı ifadelerdir. "c" katsayısı "q" katsayısının 8 katıdır Tablo 2.16, 2.17 ve 2.18'de yurt dışındaki okullarda belirlenmiş olan "c" ve "q" katsayı değerleri verilmiştir (Şimşir ve Köse, 1996).

Tablo 2.17: Ahrweiler Sivil Savunma Okulu için "c" ve "q" Katsayıları (Koca, 2006)

Malzeme	c (kg/m ³)	q (kg/m ³)
Hafif Zemin	0,6 – 1	0,08 - 0,13
Orta Zemin	0,4 – 0,6	0,05 - 0,08
Ağır Zemin	0,3 – 0,5	0,04 - 0,06
Donatısız Temel	0,3	0,04
Donatılı Temel	0,5	0,06 - 0,25
Kaya	0,3 – 2	0,04 - 0,38
Az Yüklü Tuğla Duvar	2,0 – 3	0,25 - 0,63
Tuğla Duvar-Beton	3 – 5	0,38 - 0,81
Köprü Direği	5 – 6,5	0,63 - 0,81
Bodrum (Etrafı Toprakla Çevrili)	5 – 6,5	0,63 - 0,81
Kuvvetli Gerilmeli Tuğlalar	5 – 6,5	0,63 - 0,81

Tablo 2.18: Siegen'deki Eski Madenci Okulundaki "c" ve "q" Katsayıları (Koca, 2006)

Patlatılacak Nesne	c (kg/m ³)	q (kg/m ³)
Donatısız Temel	0,3	0,04
Donatılı Temel	0,5	0,06
Eski Tuğla Duvar	2	0,25
Çimento Harcı ile Yapılmış Sağlam Tuğla Duvar	3	0,38
Betonarme	3,5	0,44
50 M'ye Kadar Baca	5	0,63
50 M'den Fazla Baca	6,5	0,81
Köprü Kolonu	6,5	0,81
Kilise Kuleleri	6,5	0,81
Su Kuleleri	6,5	0,81
Tonoz	6,5	0,81
Dairesel Tuğla Yapılar	6,5	0,81

Tablo 2.19: Özgül Patlayıcı Katsayıları (Özer ve Karadoğan, 2012)

Patlatılacak Nesne		q (kg/m ³)	c (kg/m ³)
Beton/ Betonarme Temel	Betonarme radyejeneral temel 1.1 m sığınak	0,740	5,920
	Betonarme radyejeneral temel 1.1 m yoğun donatılı (serbest)	1,056	8,440
	Betonarme temel 0.90x0.90m serbest kabartmak için	0,549	4,390
	Betonarme temel 0.80x1.70m serbest kabartmak için	0,221	1,760
	Beton sürekli temel 0.50x1.30m serbest değil	0,729	5,830
	Beton temel serbest kabartmak için	0,444	3,550
	Beton radyejeneral temel 1.25m serbest yatıyor	0,640	5,120
Tuğla Yapılar	Beton ve dolgu duvar 0.75m yük altında	1,216	9,730
	Tuğla duvar 0.60m yük altında	0,375	3,000
	Tuğla silo duvarı 0.64m serbest	0,581	4,650
	Tuğla duvar 0.51m tek taraflı serbest	0,392	3,140
	Tuğla duvar 0.38m yük altında	1,524	12,190
	Tuğla duvar 0.90m serbest yük altında	0,529	4,230
	Tuğla duvar 0.51m tek taraflı serbest yük altında	1,442	11,530
	Tuğla duvar 0.64m tek taraflı serbest yüksüz	0,727	5,810
Beton	Beton istinat duvarı ort. 2.5m tek taraflı serbest	0,431	3,440
	Beton sanayi yapısı zemini 0.20m	1,603	12,820
	Beton park yeri kaplaması 0.25m	0,930	7,440
	Beton köprü ayağı 2.70m serbest	0,436	3,490
	Beton köprü ayağı 1.50m kabartmak için	0,267	2,130
Betonarme	Betonarme duvar 0.36m serbest	1,175	9,400
	Betonarme duvar 1.50m serbest	0,825	6,600
	Betonarme duvar 0.64m tek taraflı serbest	0,775	6,200
	Kemer ve kubbede omuzlama 1.54m tek taraflı serbest	0,906	7,250
	Betonarme döşeme 0.30m	1,282	10,260
	Betonarme sığınak tavanı 1.36m	0,889	7,110
	Betonarme havaalanı pisti 0.35m	1,020	8,160
	Betonarme kiriş 0.30x0.24m	1,157	9,260
	Betonarme kiriş 1.00x0.50m	0,737	5,890
	Betonarme kolon 0.60x0.60	0,494	3,950
	Betonarme kolon 0.90x0.70m	0,937	7,490
	Betonarme kolon 1.20x1.20m	0,954	7,620
	Betonarme silo duvarı 0.30m serbest	0,741	5,930
	Betonarme köprü ayağı 0.90x0.90m	0,549	4,390
	Betonarme istinat duvarı ort. 0.50m tek taraflı serbest	0,993	7,940
	Betonarme duvar 1.10m yük altında	1,158	9,260
	Betonarme duvar 0.40m	0,438	3,500
	Betonarme sığınak tavanı 3.20m	0,732	5,860
	Betonarme sığınak dış duvarı 1.80m	0,891	7,130
	Otoyol köprüsü plağı 0.70m (geniş başlıklı I profil ile)	1,143	9,140
	Otoyol köprüsü orta kolonu 1.00m	0,450	3,600
	Otoyol plağı 0.60m hasır donatılı	0,542	4,330
Tonoz	Beton köprü tonozunda sıra patlatması 0.50m	0,797	6,380
	Yarım daire tuğla duvarda sıra patlatması 0.90m	0,439	3,510

3. MALZEME VE YÖNTEM

3.1. ÇALIŞMA SAHASI

3.1.1. Edirne Kapıkule Gümrük Lojmanları

3.1.1.1. Edirne Kapıkule Gümrük Lojmanları Hakkında Genel Bilgiler

Kapıkule, Türkiye-Bulgaristan gümrük kapısıdır. Ayrıca Kapıkule Türkiye'nin en işlek olan gümrük kapısıdır. Bunun nedeni Avrupa ile yapılan ithalat ve ihracat'ın buradan yapılmasıdır. Dünya'nın en büyük ikinci sınır kapısıdır. Kapıkule gümrük kapısı Trakya Gümrük ve Ticaret Bölge Müdürlüğü'ne bağlıdır.

Şekil 3.1'de Edirne Kapıkule Gümrük Lojmanları'nın Google Earth'ten alınmış görüntüsü verilmiştir. Patlayıcı kullanılarak yıkımı gerçekleştirilecek iki bina sınır çizgileri ile belirtilmiştir.



Şekil 3.1: Edirne Kapıkule Gümrük Lojmanları Uydu Görüntüsü

Gümrük lojmanlarının yerleşim yeri kapıkule sınır kapısındadır. Lojmanların her birinin kapladığı alan 440 m² 'dir. Lojmanda toplamda 10 adet bina olup bunlardan 7 tanesi zemin kat dahil olmak üzere 4 katlı, 3 tanesi ise zemin kat dahil olmak üzere 3 katlıdır.

1976 yılında lojmanlarda konaklayan bir memurdan bilgi alınarak binaların yaklaşık 35-40 yaşında olduğu öğrenilmiştir.



Şekil 3.2: Edirne Kapıkule Gümrük Lojman Binası

Binaların çoğunun içinde odalarda tablaların bel verdiği gözlenmiştir. Bunun nedeni yaklaşık olarak bu lojmanların 10 yıldır kimseye tahsis edilmemesi ve beton yapının her tarafta sıcaklık ve nem değişikliklerine maruz kalmasıdır. Bu da yapıdaki beton kalitesini düşürmektedir. O yıllarda hazır beton imkanı bulunmadığından el yapımı harç kullanılmış ve kumu elemeyen harca katmışlardır, bu da kaliteli beton beklentisini aşağı çekmiştir.



Şekil 3.3: Edirne Kapıkule Gümrük Lojman Binası

Makine ile yıkım gerçekleştirilirken binaların güney cephelerinin diğer kısımlarına göre daha zayıf olduğu gözlemlenmiştir. Bunun sebebinin, binaların güney cephelerinin daha fazla yağış alması olarak düşünülmüştür.

3.1.1.2. Edirne Kapıkule Gümrük Lojman Binalarının Planı

Optimum yıkım tasarımını dizayn etmek için yıkılması istenen binanın planının incelenmesi çok önemlidir.

Binaların eski oluşu ve yapıldığı dönemde bina planlarının arşivlenmemesi sonucu bina planı elde edilememiştir. Bu yüzden kendi imkanlarımız dahilinde bina planını ortaya çıkarma hedeflenmiştir. Ancak bina ilk yapılışından itibaren sayıca fazla tadilat gördüğünden düzgün bir plana sahip olmadığından ötürü herşey tek tek incelenmiştir.

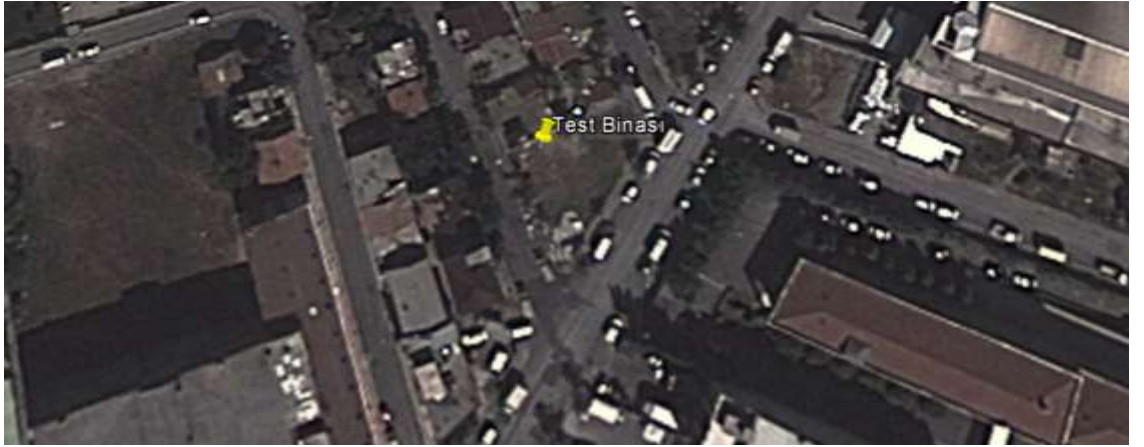
Bina planı olmadığından ötürü kolonların konumları ilk aşamada bilinmemektedir. İlk aşama yaklaşık olarak 20 ile 25 adet arasında kolon farkedilmiştir. Ancak daha kesin bilgi edilmek için iç duvarlar yıkılmıştır.

Şerit metre kullanılarak; her bir kolonun yüksekliği, uzunluğu ve genişliği, Kolonların birbirlerine olan uzaklıkları Binanın sahip olduğu pencere, kapı, balkon ve merdiven konumları, binanın yüz ölçümü, Yıkılması istenen iki bina arasındaki en yakın mesafe, Kat yükseklikleri ve hat zeminlerinin kalınlığı ölçülmüş veya belirlenmiştir.

3.1.2. Piroteknik Malzeme ile Yapı Yıkımı Test Binası

3.1.2.1. Test Binası Hakkında Genel Bilgiler

Bağcılar İlçesi, Bağlar Mahallesi, Osman Paşa Caddesi, Çimen Sokak'ta bulunan kapı numarası 2 olan betonarme binanın konumu Şekil 3.4'te verilmiştir.



Şekil 3.4: Test Binasının Uydu Görüntüsü

3.1.2.2. Binanın Planı

Zemin kat dahil olmak üzere iki kattan oluşan binanın yüz ölçümünün yaklaşık 100 m²'dir. Bina toplamda 16 kolona sahiptir ve kolon boyutları değişiklik göstermektedir.

Şerit metre kullanılarak; her bir kolonun yüksekliği, uzunluğu ve genişliği, Kolonların birbirlerine olan uzaklıkları Binanın sahip olduğu pencere, kapı, balkon ve merdiven konumları, binanın yüz ölçümü, Yıkılması istenen iki bina arasındaki en yakın mesafe, Kat yükseklikleri ve hat zeminlerinin kalınlığı ölçülmüş veya belirlenmiştir.

Bu ölçümler sonucu binanın planını çıkarmak için gerekli materyaller elde edilmiştir. Binanın planını çizmek için Autodesk AUTOCAD 2010 adlı programdan yararlanılmıştır.

3.1.2.3. Kullanılacak Piroteknik Malzeme

AutoStem Kartuşu, gaz üreten bir kaya kırma kartuşudur. Bir sondaj deliğinde ateşlendiğinde, patentli bileşim çok yüksek basınçlarda yüksek hacimli zararsız gaz üretmek üzere ateşleme yapar. Bu gaz daha sonra, kaya (veya beton) yapının çatlamasına, kırılmasına ve parçalanmasına neden olan AutoStem Kartuşu'nun dahili işletim sistemi ile otomatik olarak sıkılan sondaj deliği içinden kayaya karşı etkiye bulunur (Akfil, 2013).

AutoStem Kartuşu, sıkılama gerektirmediğinden, AutoStem Kartuşu operatör tarafından sondaj deliği içine kolayca bırakılır. Ateşleme kablosu daha sonra ateşleyicinin ateşleme kablosuna bağlanır ve bir geleneksel ateşleyici tarafından ateşlenir (Akfil, 2013).

AutoStem Kartuşları'nın en büyük dezavantajı; kontrollü patlatmaların vazgeçilmezi olan gecikmeli ateşlemedir. Kartuşlar tek bir ateşleme hattına bağlı olduğu ve herhangi bir gecikme elemanına sahip olmadığı için aynı anda patlarlar. Gecikme verilebilmesi için aynı gecikme aralığında patlayacak elemanlar gruplar halinde farklı hatlarla birbirlerine bağlanırlar. Daha sonra bu hatlar tek tek ateşleyici tarafından ateşlenir. Gecikme aralığı, ateşleyicinin el çabukluğuna bağlı olarak değişmektedir.

Akfil AutoStem 20 gr'lık kartuşlarının fiyatı yaklaşık olarak 65 TL/adet'tir.



Şekil 3.5: Akfil AutoStem Kartuşları

3.2. LABORATUVAR ÇALIŞMALARI

3.2.1. Tek Eksenli Basınç Dayanımı Deneyi

Bu deneyin amacı, bina yapımında kullanılmış olan betonun, kendisine eksenel yüke karşı dayanım sınırını belirlemektir. Bu kapsamda, düzgün silindir biçimindeki beton numunesi hidrolik pres cihazında eksenel yüke maruz bırakılarak kırılma yükü belirlenir.

Deneyde kullanılan numunesinin boyunun çapa oranı 2-2,5 kadardır. Laboratuvarda kullanılan karotiyer iç çapı 54 mm olduğundan deney numunesinin boyu 108-135 mm arasında tutulmuştur.

Artan eksenel yüke maruz bırakılan numunenin kırıldığı andaki yükü kırılma yükü olarak ifade edilir. Birimi kN'dur. Kırılma yükünün yüzey alanına bölünmesi yani Eşitlik 2.4 kullanılarak tek eksenli basınç dayanımı bulunur.

3.2.2. Birim Hacim Ağırlık Deneyi

Düzgün silindir numunenin ağırlığı hassas terazide tartılarak hacmine bölünmüş ve birim hacim ağırlık hesaplanmıştır.

3.2.3. Ultrasonik Ses Geçirgenliği Deneyi

Ultrasonik ses geçirgenliği deneyinde amaç, betondan geçen sıkışma (S) ve makaslama (P) dalgalarının hızlarını ölçmek ve dinamik elastisite modülünü hesaplamaktır.

Ölçülen S ve P dalga hızları, Eşitlik 3.1'te yerine konularak numunenin elastisite modülü bulunur.

$$E = \rho \cdot V_s^2 \cdot \frac{(3V_p^2 - 4V_s^2)}{(V_p^2 - V_s^2)} \quad (3.1)$$

Burada;

E: Elastisite Modülü (MPa)

V_s : S Dalgasının Hızı (mm/sn)

V_p : P Dalgasının Hızı (mm/sn)

ρ : Yoğunluk (gr/mm^3).

3.3. BİLGİSAYAR PROGRAMLARI

3.3.1. AutoCAD

AutoCAD, bilgisayar destekli tasarım yazılımıdır. 2D ve 3D geometrik nesnelerin teknik resim kurallarına uygun bir şekilde modellenmesini sağlar. Bu tez kapsamında, Autocad programı çalışma sahalarını bilgisayar ortamında modelleme amacıyla kullanılmıştır.

3.3.2. SAP2000

SAP2000, yapı modelinin oluşturulması ve geliştirilmesi, analizin yapılması, boyutlamanın kontrolü ve optimizasyonu ile çıktıları baskıya hazırlama bu tek arayüzle yapılabilmektedir. Tek bir yapısal model birçok farklı tipteki hesaplama ve boyutlama işleminde kullanılabilir (Uysal, 2012).

3.3.3. Kinovea

Kinovea programı, kullanımı kolay olan bir video analiz programıdır. Kaydedilen videoyu istenilen fps ayarında izlemeye ve videoda çeşitli analizler yaparak hesaplamalar yapmaya imkan sağlar.

4. BULGULAR

4.1. EDİRNE KAPIKULE GÜMRÜK LOJMAN BİNALARININ YIKIMI

4.1.1. Bina Planının Çıkarılması

Edirne Kapıkule Gümrük Lojman binasının zemin katında bulunan duvarların yıkılmasıyla 53 adet kolon olduğu ortaya çıkmıştır. Bina planının çizimi tamamlandığından binanın genişliğinin 36,86 m, uzunluğunun ise 12,65 m, yüksekliğinin 18,7 m ve yüzey alanı ise 421,71 m² olduğu tespit edilmiştir. Bu ölçüler kullanılarak AutoCAD’te çizilen bina görüntüleri Şekil 4.1 ve Şekil 4.verilmektedir.

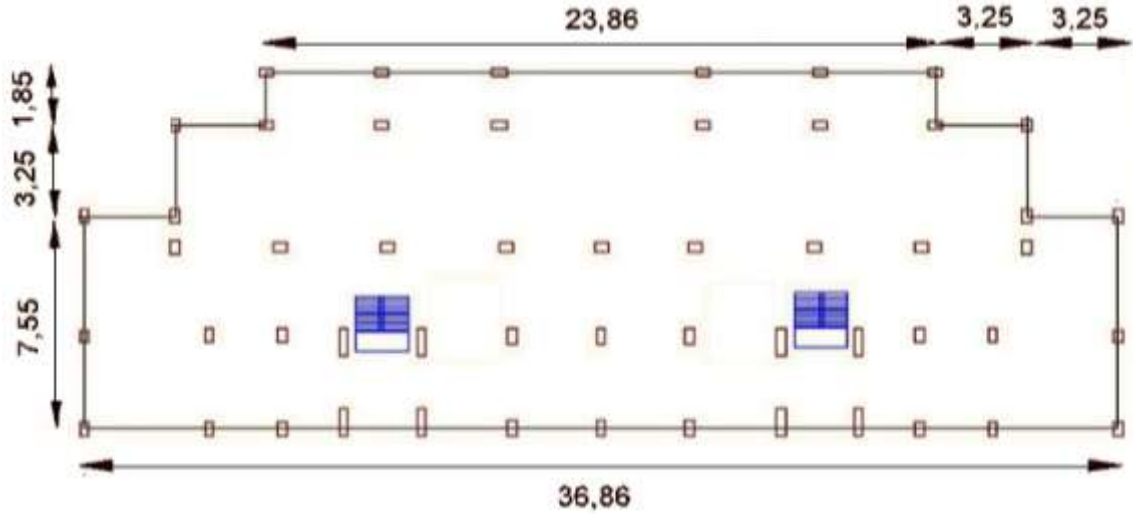


Şekil 4.1: Edirne Kapıkule Gümrük Lojman Binasının AutoCAD Programında Modellenmiş Görüntüsü



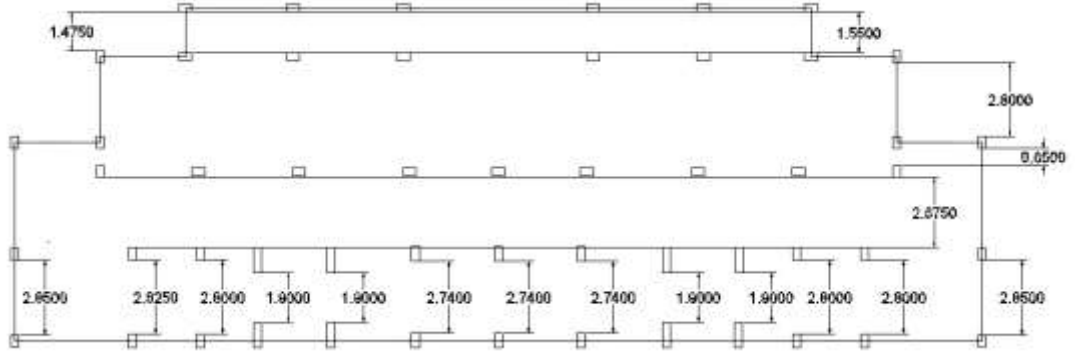
Şekil 4.2: Edirne Kapıkule Gümrük Lojman Binasının AutoCAD Programında Modellenmiş Görüntüsü

Şekil 4.3’te binanın kat planı verilmiştir. Buna göre binanın maksimum eni 36,86 metre, boyu ise 12,65 metredir.



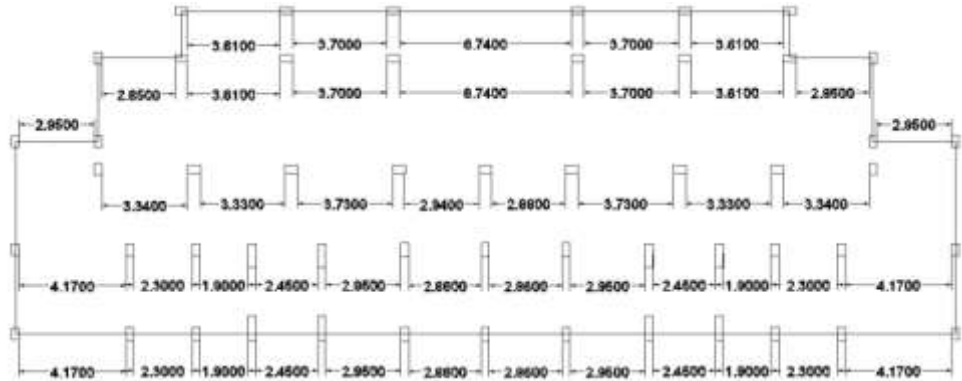
Şekil 4.3: Edirne Kapıkule Gümrük Lojman Binasının Kat Planı (Metre)

Şekil 4.4'te kolonların birbirlerine olan dikey uzaklıkları gösterilmiş. Uzunluk birimi olarak metre kullanılmıştır.



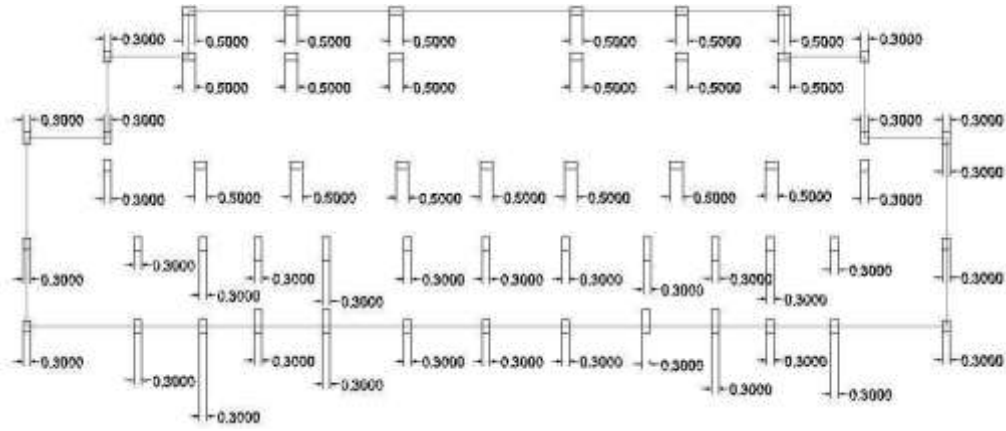
Şekil 4.4: Kolonlar Arası Dikey Mesafe (Metre)

Şekil 4.5'te kolonların birbirlerine olan yatay uzaklıkları gösterilmiş. Uzunluk birimi olarak metre kullanılmıştır.



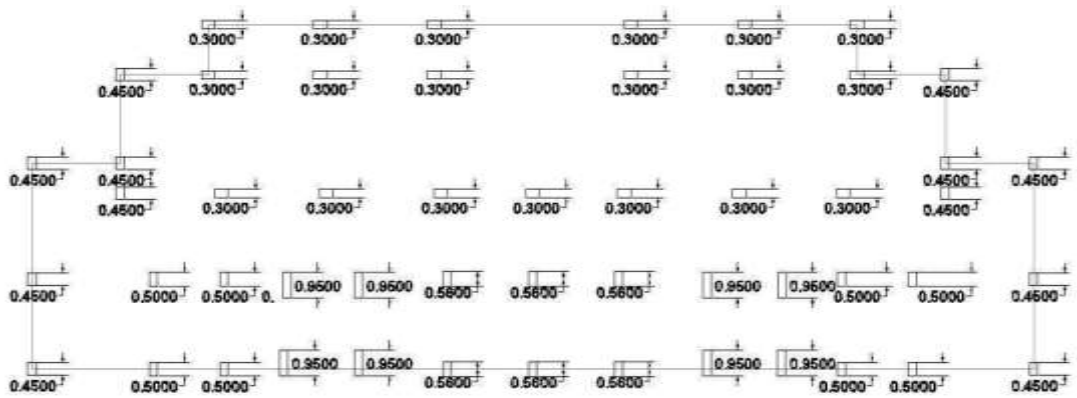
Şekil 4.5: Kolonlar Arası Yatay Mesafe (Metre)

Şekil 4.6’da kolonların eninin uzunlukları verilmiştir. Uzunluk birimi olarak metre kullanılmıştır.



Şekil 4.6: Kolonların Eni (Metre)

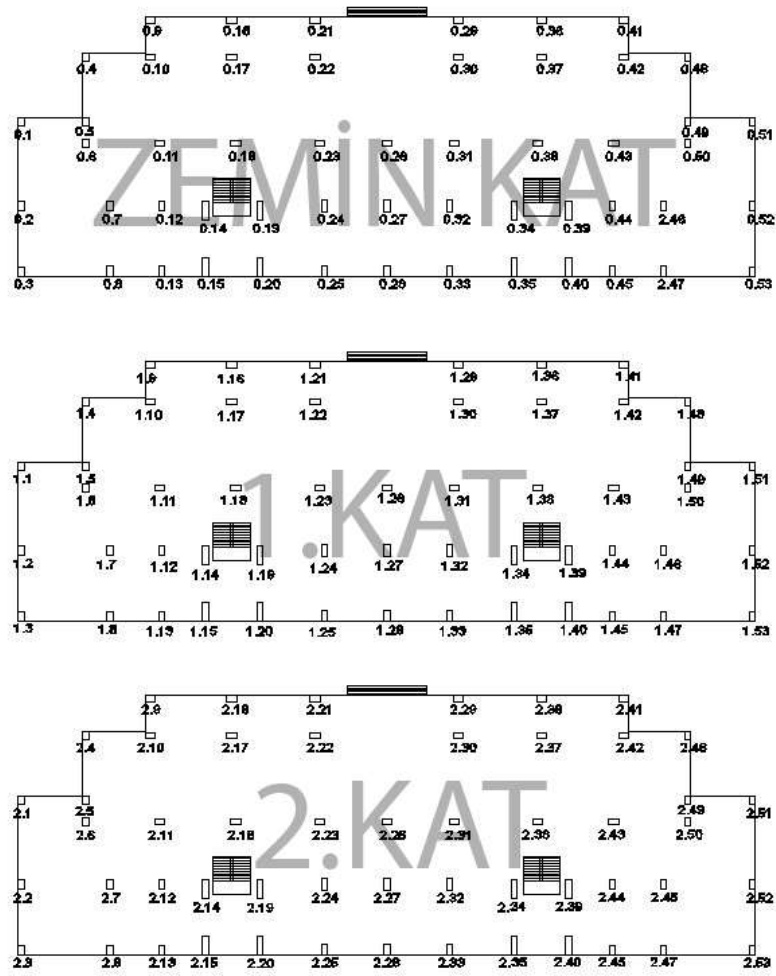
Şekil 4.7’de kolonların boy uzunlukları verilmiştir. Uzunluk birimi olarak metre kullanılmıştır.



Şekil 4.7: Kolonların Boyu (Metre)

Binada şerit metre ile yapılan ölçümler sonucunda bütün kolonların yüksekliklerinin 2.5 metre olduğu görülmüştür. Bu yüzden şekil üzerinde gösterilmeye gerek görülmemiştir.

İleride bahsedilecek olan kolonların genişlikleri, uzunlukları ve yüksekliklerinin belirtilmesi, planlanan ve uygulanan ateşleme düzeninin daha rahat ifade edilebilmesi için patlayıcı konulması planlanan katların kolonları numaralandırılmıştır. Şekil 4.8’de yukarıdan aşağıya doğru zemin kattaki, 1.kattaki ve 2.kattaki kolonların numaraları verilmiştir. Kolon adları belirlenirken “x.y” şeklinde ifade edilmiştir. Burada, x kolonun bulunduğu katı, y ise kolon numarasını ifade etmektedir. Her katta aynı hizada bulunan kolonlar aynı “y” sayısını almaktadır.



Şekil 4.8: Kolon Numaraları

Kolonların ölçüleri hakkında bilinen tüm bilgiler derlenerek hazırlanmış olan her kolona ait en, boy ve yükseklik uzunlukları, yüzey alanı ve hacim bilgileri Tablo 4.1’de verilmiştir.

Tablo 4.1: Kolonların Geometrik Özellikleri

Kolon Numarası	Eni (m)	Boy (m)	Yüksekliği (m)	Yüzey Alanı (m ²)	Hacmi (m ³)
1, 2, 3, 4, 5, 6, 48, 49, 50, 51, 52, 53	0,45	0,30	2,50	0,14	0,34
7, 8, 9, 10, 44, 45, 46, 47	0,50	0,30	2,50	0,15	0,38
11, 12, 13, 16, 17, 18, 21, 22, 23, 26, 29, 30, 31, 36, 37, 38, 41, 42, 43	0,30	0,50	2,50	0,15	0,38
14, 15, 19, 20, 34, 35, 39, 40	0,95	0,30	2,50	0,29	0,71
24, 25, 27, 28, 32, 33	0,56	0,30	2,50	0,17	0,42

4.1.2. Betonarme Malzeme Özelliklerinin Belirlenmesi

4.1.2.1. Laboratuvar Çalışmalarının Sonuçları

Lojman binasının kolonundan alınan numune’de birim hacim ağırlığı deneyi, ultrasonik ses geçirgenliği deneyi ve tek eksenli basınç dayanımı deneyi yapılmıştır. Deney sonuçları Tablo 4.3, 4.4 ve 4.5’te verilmektedir. Tablo 4.2’de ise kullanılan karotların geometrisi verilmiştir.

Tablo 4.2: Edirne Kapkule Gümrük Lojman Binalarının Kolonunu Temsil Eden Numuneler

Numune No.	Numune Şekli	Çap (mm)	Boy (mm)	Yüzey Alanı (mm ²)
1	Silindir	5,3	11,1	22,05
2	Silindir	5,3	9,4	22,05
3	Silindir	5,3	12,3	22,05
4	Silindir	5,3	14,2	22,05

Tablo 4.3: Betonun Birim Hacim Ağırlığı (gr/cm³)

Numune No.	Yüzey Alanı (cm ²)	Hacim (cm ³)	Ağırlık (gr)	Birim Hacim Ağırlığı (gr/cm ³)
1	22,05	244,76	418,20	1,71
2	22,05	207,28	449,51	2,17
3	22,05	271,22	576,50	2,13
4	22,05	313,12	664,50	2,12
Ortalama				2,03

Tablo 4.4: Betonun Kırılma Yüğü (kN)

Numune No.	Kırılma Yüğü (kN)
1	22,6
2	18,1
3	24,3
4	25,1
Ortalama	22,525

Tablo 4.5: Ultrasonik Ses Geçirgenliği Deneyi Sonuçları

Numune No.	S Dalgası Hızı (m/sn)	P Dalgası Hızı (m/sn)
1	867	2139
2	2846	3481
3	1558	2245
4	1154	2088
Ortalama	1606	2488

4.1.2.2. Kolonların Dayanımı

Kolonların malzeme özellikleri belirlenirken beton numunesi üzerinde deneyler yapma imkanı bulunmuştur. Ancak donatı malzemesinin özelliklerini belirlemek için deney

yapma imkanı olmamıştır. Bu yüzden TS500 standartlarında piyasada kullanılan en düşük dayanımlı S220a çelik donatı baz alınarak kolon moment taşıma kapasitesi hesabı yapılmıştır. Mevcut donatının zamana bağlı deformasyonu sonucunda S220a çelik donatı ile yapılan hesaplar güvenli tarafta kalacaktır.

Yapılan tek eksenli basınç dayanımı deneyleri baz alınarak beton sınıfının belirlenmesi Tablo 4.6'da gösterilmiştir. Bu tabloya göre, beton sınıfının C10 olduğu görülmektedir.

Tablo 4.6: Beton Dayanımı (MPa)

Numune No.	Yüzey Alanı (cm ²)	Kırılma Yüğü (kN)	Dayanımı (MPa)
1	22,5	22,6	10,25
2	22,5	18,1	8,21
3	22,5	24,3	11,02
4	22,5	25,1	11,38
Ortalama	22,5	22,525	10,21

Yapılan tek eksenli basınç dayanımı deneyleri baz alınarak donatı varlığı hesaba katılmadan bulunan kolon boyutlarına göre basınç taşıma kapasiteleri Tablo 4.7'de gösterilmiştir.

Tablo 4.7: Kolonların Kaldırabileceği Maksimum Eksenel Yüğü (kN)

Kolon Boyutları	Yüzey Alanı (m ²)	Beton Kalitesi (Mpa)	Basınç (kN)
0,3 x 0,45	0,14	10,21	1429,4
0,3 x 0,5	0,15	10,21	1531,5
0,5 x 0,3	0,15	10,21	1531,5
0,3 x 0,95	0,29	10,21	2960,0
0,3 x 0,56	0,17	10,21	1735,7

Kolonlardan alınan numunelerde yapılan ses geçirgenliği deneyi sonucunda bulunan elastisite modülü ise Tablo 4.8'de gösterilmiştir.

Tablo 4.8: Betonun Elastisite Modülü (MPa)

Numune No.	S Dalgası Hızı (mm/sn)	P Dalgası Hızı (mm/sn)	Birim Hacim Ağırlığı (gr/mm ³)	Elastisite Modülü (MPa)
1	867	2139	1,71	2,19 x 10 ⁴
2	2846	3481	2,17	2,58 x 10 ⁴
3	1558	2245	2,13	2,22 x 10 ⁴
4	1154	2088	2,12	2,36 x 10 ⁴
Ortalama	1606	2488	2,03	2,34 x 10⁴

Kolonlarda kullanılan donatı miktarı, 2 adet 16 mm'lik çeliktir ve tek tarafta bulunur. Paspayı 5 cm'dir. Donatı çap alanı 402 mm²'dir. Çeliğin hesap dayanımı (f_{yd}), normalde projelendirme aşamasında güveli tarafta kalmak için 1,15 katsayısı ile küçültülerek işlem yapılır. Bu çalışma kapsamında çeliğin korezyona uğrayacağı dayanım azaltımına gidilerek S220a çeliğinin hesap dayanımı 191,3 MPa alınmıştır.

Formulasyon üzerinden yapılacak hesapların zorluğundan Birleşik eğilme altındaki simetrik donatılı kolonların hesabı Ek-1'deki abak eğrileri kullanılarak aşağıdaki sıra ile yapılmıştır;

- ωt eğrisinin hesabı; Ek-1, Ek-2 ve Ek-3'teki abaklardaki Eşitlik 2.3 kullanarak Tablo 4.9'daki değerler bulunmuştur. Abaktaki en küçük eğrinin $\omega t = 0,05$ olduğu tüm hesaplamalar bu eğri üzerinde yapılmıştır.

Tablo 4.9: Abak Eğri Seçimi

Kolon Boyutları		Kolon Alanı (m ²)	Donatı Alanı (mm ²)	F_{yd} (MPa)	F_{cd} (MPa)	ωt	ωt
X Yönü (m)	Y Yönü (m)						
0,3	0,45	0,135	402	191,3	10,21	0,056	$\approx 0,05$
0,3	0,5	0,15	402	191,3	10,21	0,05	$\approx 0,05$
0,5	0,3	0,15	402	191,3	10,21	0,05	$\approx 0,05$
0,3	0,95	0,285	402	191,3	10,21	0,026	$\approx 0,05$
0,3	0,56	0,168	402	191,3	10,21	0,045	$\approx 0,05$

- Abak seçimi (z_s/h) ; pas payı 5 cm alınarak yapılan hesaplamalarda z_s/h değerleri 0,63-0,89 değerleri arasında değişmekte olup $\omega t = 0,05$ eğrilerinin tüm abaklarda aynı değerlerde olduğu düşünülerek ortalama olarak S220a ve $z_s/h = 0,8$ için oluşturulmuş Ek-1'deki abak kullanılmıştır.
- Max moment ve max normal kuvvet hesabı ; S220a- $z_s/h = 0,8$ abaktaki $\omega t = 0,05$ eğrisinden momentin sıfır olduğu maksimum eksenel kuvvet ve normal kuvvetin minimum olduğu noktada maksimum moment değerleri için n, m değerleri okunur abaktaki Eşitlik 2.4 ve 2.5 kullanılarak moment ve normal kuvvet değerleri bulunur.
- Bileşik eğilme hesapları Tablo 4.10'da verilmiştir.

Tablo 4.10: Kolonların Tesiri Altında Kaldığı Eksenel Yüklere Göre Dayanabilecekleri Moment Yükları

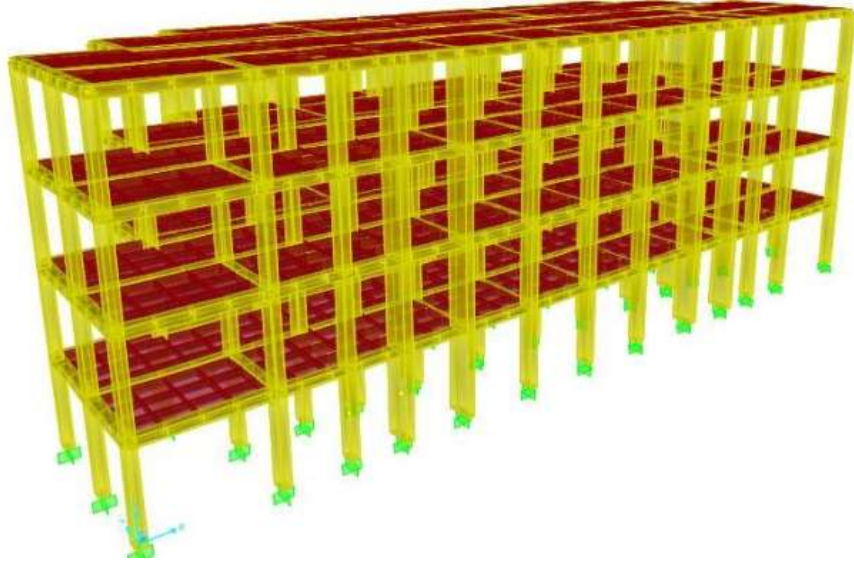
Kolon Boyutları (m)	Değer No.	Tablo Değeri		X Yönü		Y Yönü	
		n	m	N	M	N	M
0,45 x 0,3	1	0,95	0,00	1387,67	0,00	1387,67	0,00
	2	0,82	0,05	1197,77	21,91	1197,77	32,87
	3	0,65	0,10	949,46	43,82	949,46	65,73
	4	0,40	0,15	584,28	65,73	584,28	98,60
0,5 x 0,3	1	0,95	0,00	1541,85	0,00	1541,85	0,00
	2	0,82	0,05	1330,86	24,35	1330,86	40,58
	3	0,65	0,10	1054,95	48,69	1054,95	81,15
	4	0,40	0,15	649,20	73,04	649,20	121,73
0,3 x 0,5	1	0,95	0,00	1541,85	0,00	1541,85	0,00
	2	0,82	0,05	1330,86	40,58	1330,86	24,35
	3	0,65	0,10	1054,95	81,15	1054,95	48,69
	4	0,40	0,15	649,20	121,73	649,20	73,04
0,95 x 0,3	1	0,95	0,00	2929,52	0,00	2929,52	0,00
	2	0,82	0,05	2528,63	46,26	2528,63	146,48
	3	0,65	0,10	2004,41	92,51	2004,41	292,95
	4	0,40	0,15	1233,48	138,77	1233,48	439,43
0,56 x 0,3	1	0,95	0,00	1726,87	0,00	1726,87	0,00
	2	0,82	0,05	1490,56	27,27	1490,56	50,90
	3	0,65	0,10	1181,54	54,53	1181,54	101,79
	4	0,40	0,15	727,10	81,80	727,10	152,69

4.1.3. Binanın Statik Dengesi

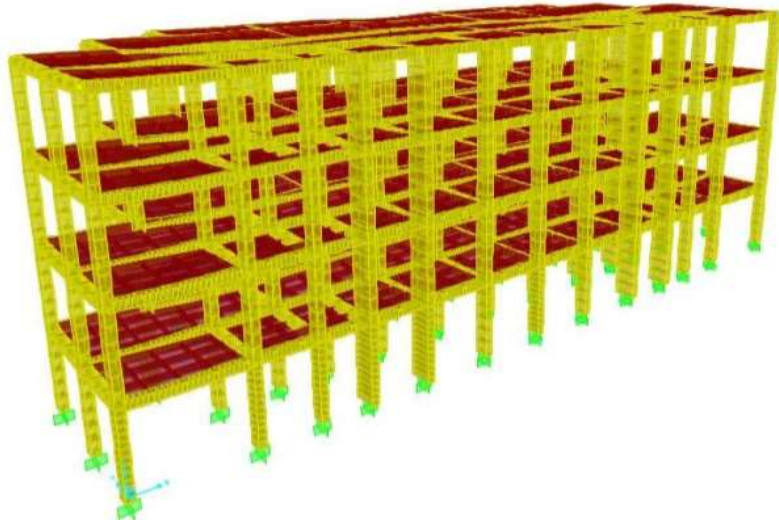
Binanın statik dengesini belirlemek amacıyla SAP2000 programından yararlanılmıştır. Aşağıdaki şekil 4.9.da Binanın SAP2000 programında çizilmiş halinin ekran görüntüsü verilmiştir.

Şekil 4.9’da gösterilen SAP2000’de çizilmiş olan bina, hiçbir tesir altında olmayan binanın durumunu göstermektedir. Şekil 4.9’daki görüntü binanın herhangi bir yük tesiri altında kalmadan halidir. Kolonlara etkiyen yükleri belirlemek amacıyla programa tanıtılan dış duvar yükü $2,5 \text{ kN/m}^2$, iç duvar yükü 5 kN/m^2 olarak kabul edilmiştir.

Tüm bu yükler programa tanıtıldıktan sonra binanın kendi ağırlığı altındaki statik durumu belirlenmiştir. Binanın kendi ağırlığı altındaki davranışı gösteren SAP2000 programından alınmış görüntü Şekil 4.10’da verilmiştir.



Şekil 4.9: SAP2000’de Modellenmiş Binanın Hiçbir Tesir Altında Kalmadanki Halinin Görüntüsü

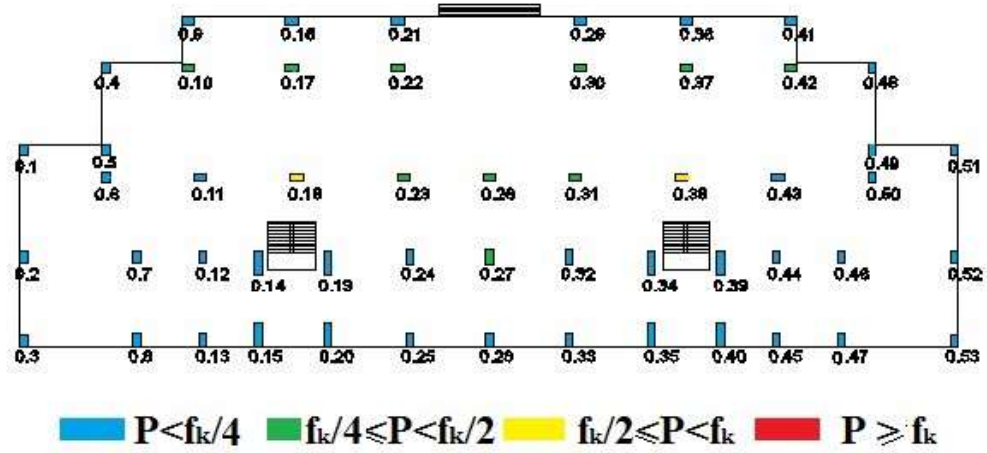


Şekil 4.10: SAP2000’de Modellenmiş Binanın Yük Tesirleri Altında Kaldığı Halinin Görüntüsü

Binanın hiçbir dış etki altında kalmadan kendi statik dengesi ile kolonlara tesir eden yatay yönde moment ile eksenel kuvvetler Ek 4’te verilmiştir. Ek 4’te Mx yüküne yer verilmemiştir. Bunun sebebi Mx yüklerinin binanın statik dengesine etki edemeyecek kadar küçük olmasıdır.

SAP2000 programında yapılan analizler ışığında binanın denge durumunda hangi kolonların kırılmaya daha yakın olduğu görülmüştür. Zemin katta kolonların risk durumlarına göre renklendirilerek belirtildiği Şekil 4.11 gösterilmektedir. Üst katlarda

kolonlar, dayanımlarının çok altında aksenal yüklere ve moment yüklerine maruz kaldıklarından şekle dahil edilmemiştir.



Şekil 4.11: Zemin Katta Bulunan Kolonların Risk Durumları

Şekil 4.11'den anlaşılan; 0.18 ve 0.38 numunaralı kolonlar haricindeki bütün kolonlar her hangi bir risk altında değildir. 0.18 ve 0.38 numaralı kolonlar ise güvenli bölgede kalmaktadırlar.

4.1.4. Yıkım Tasarımının Belirlenmesi

4.1.4.1 Patlayıcı Madde Miktarı ve Sıkılama Boyunun Belirlenmesi

Kolon başına düşen şarj miktarını hesaplamak için hacme göre patlayıcı miktarı Eşitlikünden yararlanılmıştır. Bunun için; öncelikle özgül patlayıcı miktarı, diğer adıyla tecrübe katsayısının hesaplanması gereklidir. Özgül patlayıcı miktarının belirlenmesi için deneme atımları yapılmıştır. Her kolonda 2 delik delinerek çalışma yapılmıştır. Aynı bina üzerinde toplamda üç adet deneme atımı yapılmıştır. Bu deneme atımları aşağıda belirtildiği gibidir;

1.Deneme:

- Kenar kolonda çalışma yapılmıştır. Kolon Yüksüzdür.
- Delik çapı 45 mm'dir.
- İki delik arasındaki mesafe 30 cm'dir.
- Kolonda 12 mm'lik demirler mevcuttur.
- Delik boyu 38 cm'dir.
- Sıkılama boyu 30 cm'dir.
- Kullanılan patlayıcı madde miktarı 2 delik x 100 gr'dan 200 gr'dır

- Kolonda açtığı dikey mesafe 60 cm'dir.
- Güvenlik önlemi alınmadan taş fırlama mesafesi 36 m'dir.



Şekil 4.12: 1.Deneme'de Atım Öncesi ve Sonrası Kolon Görüntüsü

2.Deneme:

- Taşıyıcı kolonda çalışma yapılmıştır. Kolon Yüksüzdür.
- Delik çapı 45 mm'dir.
- İki delik arasındaki mesafe 30 cm'dir.
- Kolonda 12 mm'lik demirler mevcuttur.
- Sıkılama boyu 26 cm'dir.
- Kullanılan patlayıcı madde miktarı 2 delik x 150 gr'dan 300 gr'dır.
- Kolonda açtığı dikey mesafe 70 cm'dir.
- Güvenlik önlemi alınmadan taş fırlama mesafesi 40 m'dir.



Şekil 4.13: 2.Deneme'de Atım Öncesi ve Sonrası Kolon Görüntüsü

3.Deneme:

- Taşıyıcı kolonda çalışma yapılmıştır. Kolon yüklüdür.
- Kolonda 16 mm'lik demirler mevcuttur.
- Delik çapı 45 mm'dir.
- İki delik arasındaki mesafe 30 cm'dir.
- Sıkılama boyu 28 cm'dir.
- Kullanılan patlayıcı madde miktarı 2 delik x 125 gr'dan 250 gr'dır.
- Kolonda açtığı dikey mesafe 62 cm'dir.

- Güvenlik önlemi alınmadan taş fırlama mesafesi 37 m'dir.



Şekil 4.14: 3.Deneme'de Atım Öncesi ve Sonrası Kolon Görüntüsü

Tüm deneme atımları incelendiğinde 3.deneme atımının istenilen sonuçları verdiği görülmüştür. Bu deneme atımından yola çıkarak, $L=V \cdot q$ Eşitlikünden özgül patlayıcı miktarı hesaplanmıştır ve Tablo 4.11'de gösterilmiştir.

Tablo 4.11: Özgül Patlayıcı Miktarı (kg/m^3)

Kolonun Eni (m)	Kolonun Boyu (m)	Kolonda Açılan Dikey Mesafe (m)	Patlayıcı Miktarı (kg)	Özgül Patlayıcı Miktarı (kg/m^3)
0,45	0,3	0,62	0,25	0,084

Hesaplama sonucunda “q” yani özgül patlayıcı miktarı $0,084 \text{ kg/m}^3$ bulunmuştur. Bu sonuçtan yola çıkarak hesaplanan kolon boyutlarına göre kolon başına düşen patlayıcı miktarları hesaplanmıştır. Aşağıdaki Tablo 4.12'de kolon numaralarına göre kolonların yüzey alanı, açılması istenen dikey mesafe, açılması istenen hacim ve hesaplanan patlayıcı miktarları verilmiştir.

Tablo 4.12: Kolonlarda Kullanılması Gereken Patlayıcı Miktarı (kg)

Kolon Numaraları	Yüzey Alanı (m^2)	Dikey Mesafe (m)	Hacim (m^3)	Patlayıcı Miktarı (kg)
1, 2, 3, 4, 5, 6, 48, 49, 50, 51, 52, 53	0,14	0,62	0,09	0,25
7, 8, 12, 13, 44, 45, 46, 47	0,15	0,62	0,09	0,28
9, 10, 11, 16, 17, 18, 21, 22, 23, 26, 29, 30, 31, 36, 37, 38, 41, 42, 43	0,15	0,62	0,09	0,28
14, 15, 19, 20, 34, 35, 39, 40	0,29	0,62	0,18	0,53
24, 25, 27, 28, 32, 33	0,17	0,62	0,11	0,31

Yıkımı istenen bina, zemin kat dahil olmak üzere 4 katlıdır. Yapılan gözlemler sonucu zemin kat ile üstündeki 2 kata bütün kolonlara patlayıcı madde yerleştirme, en üst kata ise patlayıcı madde yerleştirmeme kararı alınmıştır.

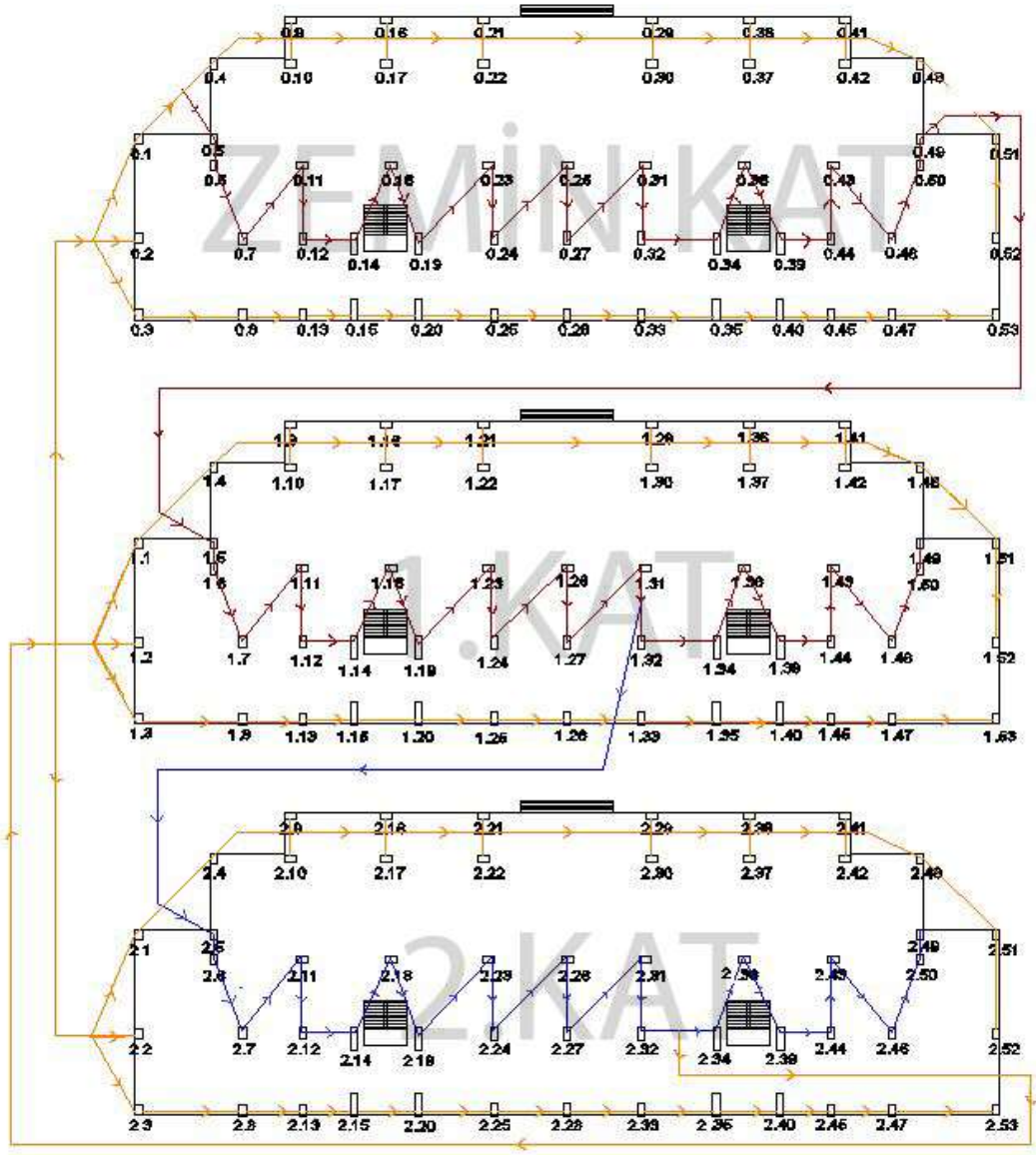
Maddi imkanların yetersiz olmasından ötürü bütün kolonlarda 250 gr patlayıcı kullanılma kararı alınmıştır. Bir kattaki kolon sayısı 53 olduğundan toplamda 159 adet kolona patlayıcı yerleştirelecektir. Böylece kullanılacak patlayıcı madde miktarı 39.75 kg'dır.

4.1.4.2. Ateşleme Sırasının Belirlenmesi

Ateşleme sırası düzenlenirken binanın eski oluşu, tedarikçinin elinde bulunan kapsüller ve binanın yıkılma süresi dikkate alınmıştır.

Tedarikçi firmanın elinde 500 gr'lık kartuşlar halinde bulunan jelatinit dinamitler bulunmaktadır. Ayrıca gecikmeli nonel kapsül olarak ise 65 ms'li gecikmeli kapsüller bulunmaktadır. Kapsül bağlantı kablolarının 50 m uzunluğa kadar tedarik edilebileceği öğrenilmiştir. İstenilen kablo uzunluklarının tedarikçi firmanın elinde bulunması tasarım yaparken ateşleme sırasının katlar arası geçişleri konusunda esneklik sağlamıştır.

Binaların çevresinde herhangi bir yerleşim yeri veya doğal yapı bulunmadığından yıkım şekli konusunda hem içe çökertme metodu hem de yan yatırma metodunun uygulanabileceği düşünülmüştür. Ancak bina genişliğinin fazla ve binanın malzeme kalitesinin düşük olmasından ötürü parçalama yoluyla yıkımın uygun olduğuna karar verilmiştir. Malzeme kalitesinin düşük olması, binanın taşıyıcı elemanlarının uygun gecikme aralıkları ile yıkılmasıyla beraber statik dengesinin bozulması sonucu parçalanmanın daha fazla, dolayısıyla yıkımın daha verimli olacağının düşünülmesine sebep olmuştur. Tüm bilinenler dikkate alınarak Şekil 4.15'de gösterilen tasarımın uygulanması uygun görülmüş ve önerilmiştir.

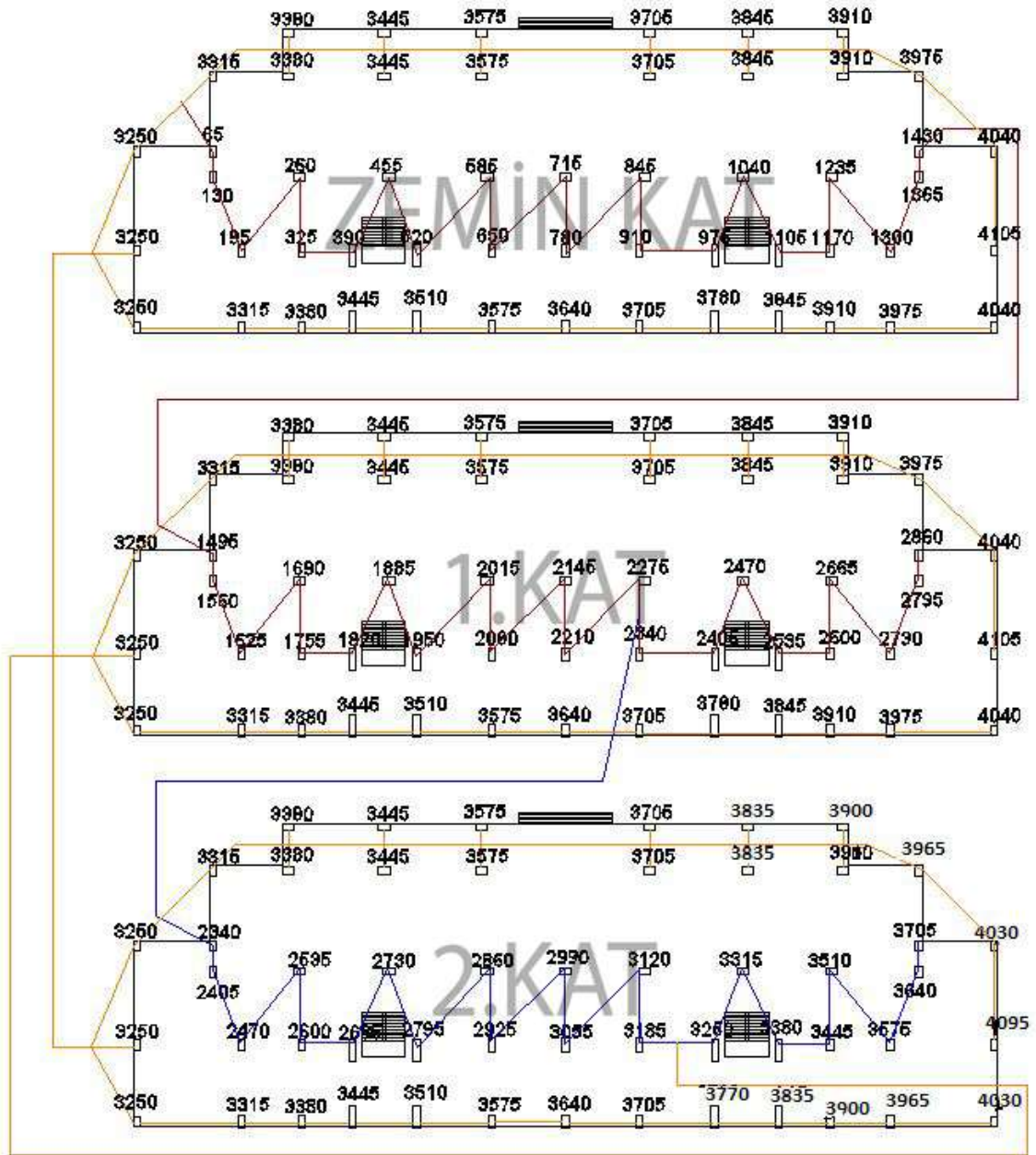


Şekil 4.15: Önerilen Ateşleme Tasarım

Şekil 4.15'te görüldüğü ilk ateşleme zemin katta 0.5 numaralı kolonla başlar ve binanın iç kısmındaki kolonlar teker teker ateşlenir. Bu ateşlenme sırası Şekil 4.15'te kırmızı çizgi ile belirtilmiştir. 0.49 numaralı kolon ateşlendikten sonra ateşleme 1.katın iç kısımlarda devam eder ve kolonlar zemin katta ateşlendikleri sırada ateşlenmeye devam ederler. 1.31 numaralı kolonun ateşlenmesinden hemen sonra 1.katın iç kısımlarında geri kalan kolonların ateşlenmesiyle beraber 2.katta iç kısımda bulunan kolonlarında ateşlenmesi başlar, bu olay mavi çizgi ile belirtilmiştir. 2.32 numaralı kolonun ateşlenmesiyle beraber zemin kat, 1.kat ve 2.katın kenar kolonlarının ateşlenmesi yapılır. Bu ateşleme sırası turuncu çizgi ile belirtilmiştir. En üst kata yani 3.kata

patlayıcı konulmamıştır. Çünkü zemin kat, 1.kat ve 2.katta bulunan taşıyıcı elemanların ortadan kaldırılması sonucu 3.katın statik dengesini kaybetmesi sonucu zayıflayıp yıkım sonrası parçalanacağı varsayılmıştır.

Şekil 4.16'da yukarıdan aşağıya doğru sırasıyla zemin kat, 1.kat ve 2.katta bulunan kolonlarda bulunan patlayıcılar için gecikme süreleri verilmiştir. İlk ateşleme 65 ms'de gerçekleşir ve tüm gecikme süreleri 65 ms.'dir. Buna bağlı olarak ateşleme işleminin yaklaşık olarak 4 sn.de tamamlanacağı söylenebilir.

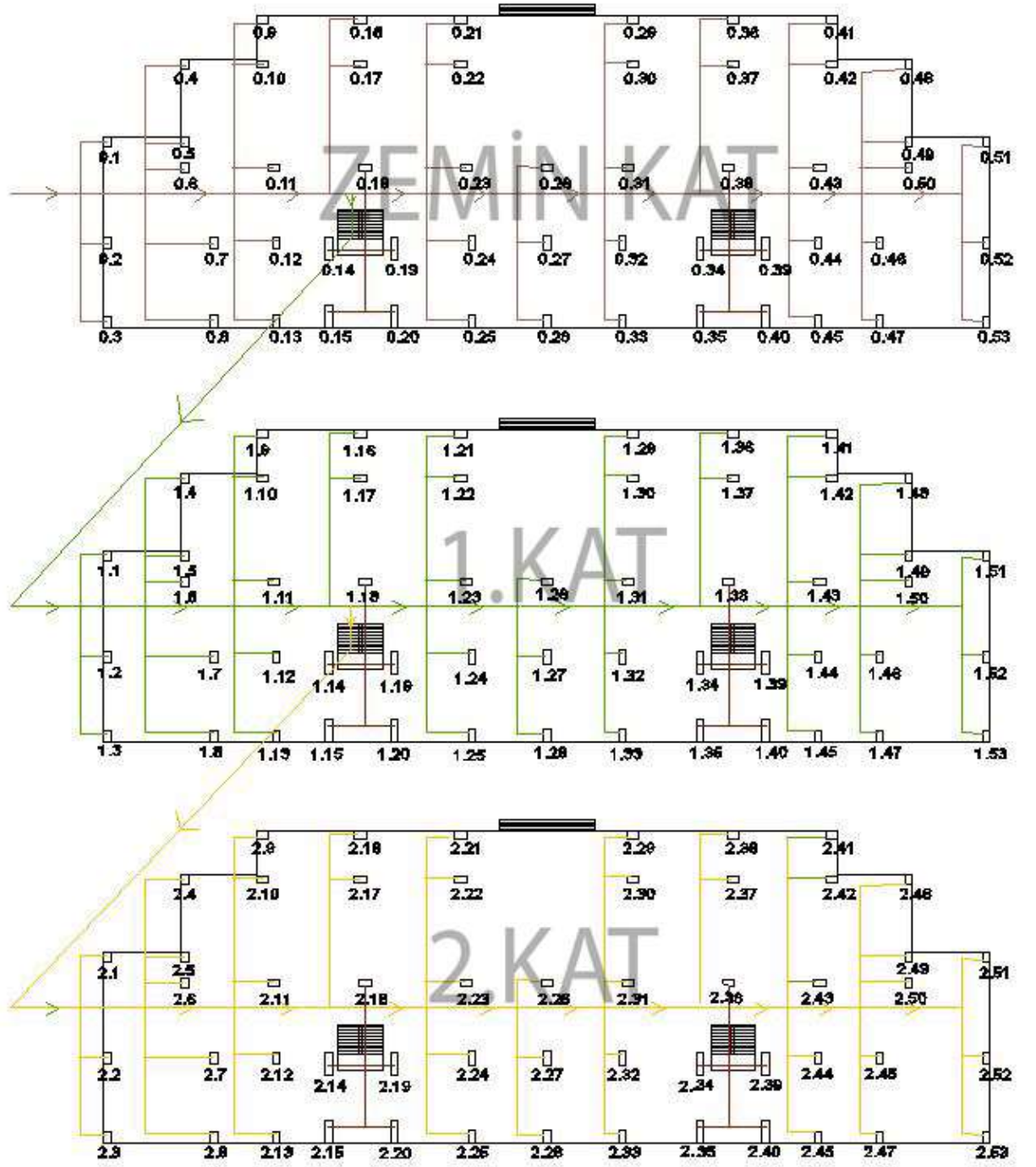


Şekil 4.16: Önerilen Tasarım İçin Ateşleme Süreleri (ms)

Yıkım günü, yıkılacak binaya gidildiğinde önerilen tasarım yerine farklı bir tasarım uygulandığı görülmüştür. Bunun sebebinin; önerilen tasarımın bütçeyi aşması olduğu öğrenilmiştir. Önerilen tasarımın uygulanmaması sonucu, yıkıma birkaç saat kala binada uygulanan tasarıma yerinde müdahaleler yapılarak Şekil 4.17'deki tasarımın uygulanması sağlanmıştır.

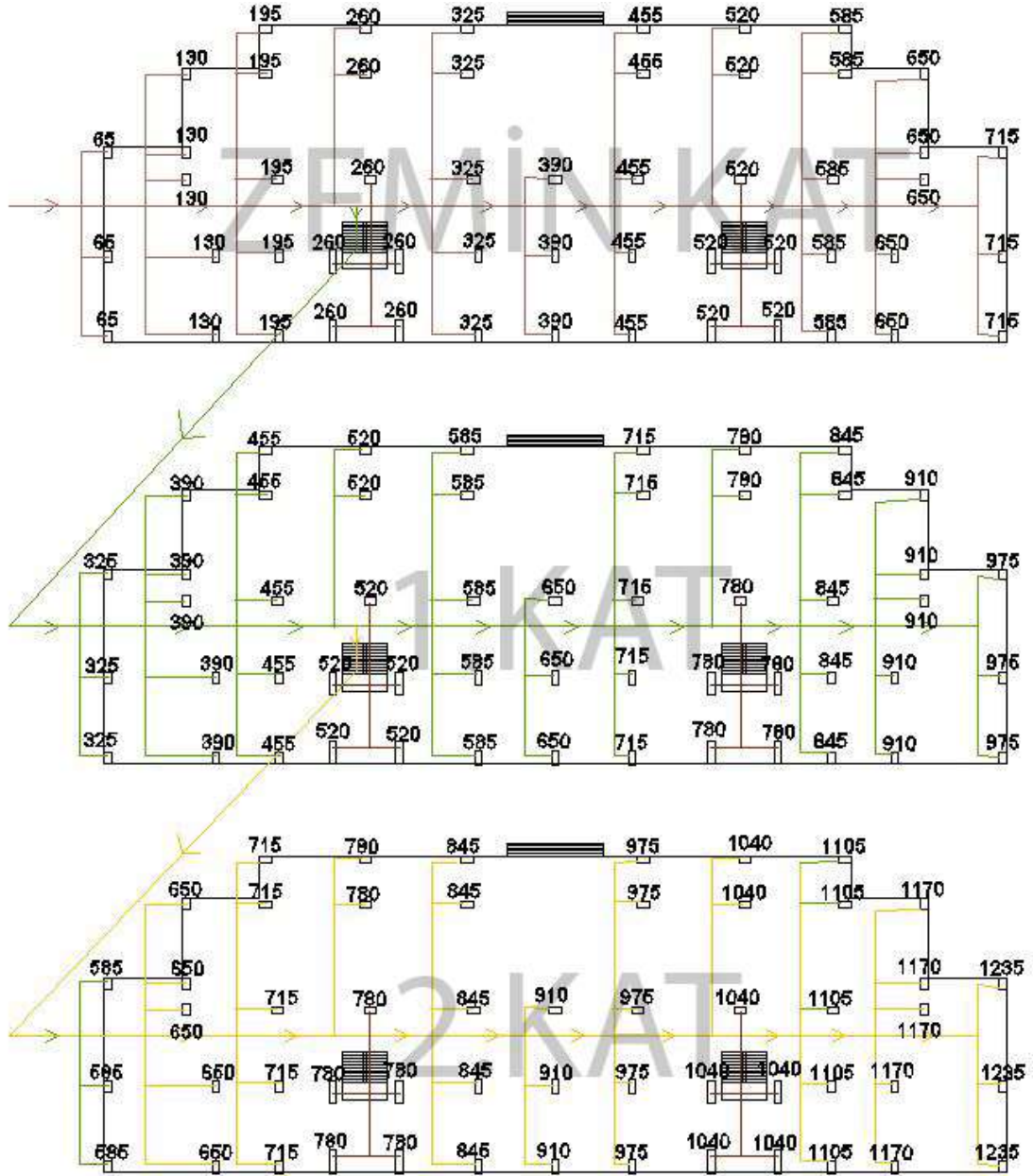
Ateşleme süreci, zemin katta bulunan 0.1, 0.2 ve 0.3 numaralı kolonların ateşlenmesiyle başlar, 2.51, 2.52 ve 2.53 numaralı kolonların ateşlenmesiyle son bulur. Zemin katta, ilk olarak 0.1-0.2-0.3 numaralı kolonlar ateşlenmiş, dikey doğrultuda birbirine paralel olan kolonlar aynı anda ateşlenecek şekilde bina boyunca sırayla ateşlenmiştir. Binanın merdiven boşluklarında kullanılan beton ve demir kalitesinin, binanın diğer bölgelerinde kullanılanlardan daha yüksek olabilme ihtimaline karşılık merdivenler etrafındaki kolonların aynı anda patlatılacağı görülmüştür.

İlk merdiven boşluğuna gelindiğinde yani 0.17 ve 0.16 numaralı kolonlar ateşlendikten hemen sonra üst kata çıkarılan bir diğer hatla üst kattaki 1.1, 1.2 ve 1.3 numaralı kolonlar ateşlenmeye başlar ve zemin kattaki ateşleme sırasıyla aynı şekilde diğer kolonlar ateşlenmeye devam eder. 1.kattada ilk merdiven boşluğuna gelindiğinde yani 1.17 ve 1.16 numaralı kolonlar ateşlendikten hemen sonra üst kata çıkarılan bir diğer hatla üst kattaki 2.1, 2.2 ve 2.3 numaralı kolonlar ateşlenmeye başlar ve diğer katlardaki ateşleme sırasıyla aynı şekilde diğer kolonlar ateşlenmeye devam eder ve 2.51, 2.52 ve 2.53 numaralı kolonlarda ateşlendiğinde ateşleme işlemi tamamlanır. En üst kata yani 3.kata patlayıcı konulmamıştır. Çünkü zemin kat, 1.kat ve 2.katta bulunan taşıyıcı elemanların ortadan kaldırılması sonucu 3.katın statik dengesini kaybetmesi sonucu zayıflayıp yıkım sonrası parçalanacağı varsayılmıştır.



Şekil 4.17: Yıkımda Uygulanan Ateşleme Tasarımı

Şekil 4.18’de kolonların ateşlenme süreleri belirtilmiştir. Bu şekilden yola çıkarak ateşlemenin yaklaşık olarak 1,2 sn.’de tamamlanacağı söylenebilir.



Şekil 4.18: Kolonlar İçin Uygulanan Ateşleme Süresi (ms)

4.1.4.3. Kullanılan Malzemeler ve Alınan Güvenlik Önlemleri

Yıkım tasarımı belirlendikten sonra sıra kullanılacak malzemelerin belirlenmesi ve alınacak güvenlik önlemlerinin belirlenmesine gelmiştir.

İlk olarak 1.katta bulunan balkonlar ekskavatör yardımıyla yıkılmıştır. Bunun yapılmasındaki amaç, bu balkonların binanın alçalmasına müsaade etmeyeceğinin düşünülmesiydi.

Patlayıcı madde olarak jelatinit dinamit kullanılmıştır. Bu patlayıcıların ideal patlatma hızı 6345 m/sn ve ideal patlama ısısı 2502 K'dir. Patlatmadan bir gün önce patlayıcı maddeler hazırlanmıştır. 38 mm ve 500 gr olan kartuşlar dörde bölünerek 125 gr'lık patlayıcılar hazırlanmıştır. Şarj boyu 9,6 cm olarak belirlenmiştir. İki binanın yıkımı için toplamda 80 kg patlayıcı madde kullanılmıştır. Kapsül olarak ise 65 ms gecikme süreli NONEL kapsüller kullanılmıştır. İki binanın yıkımı için toplamda 954 adet kapsül kullanılmıştır.

Sıkılama malzemesi olarak genelde alçı kullanılmasına karşın dayanıklılığı daha fazla olan hızlı prit alan tamir harcı kullanılmıştır. Bu harcın kuruma süresi yaklaşık olarak 20 dakikadır.

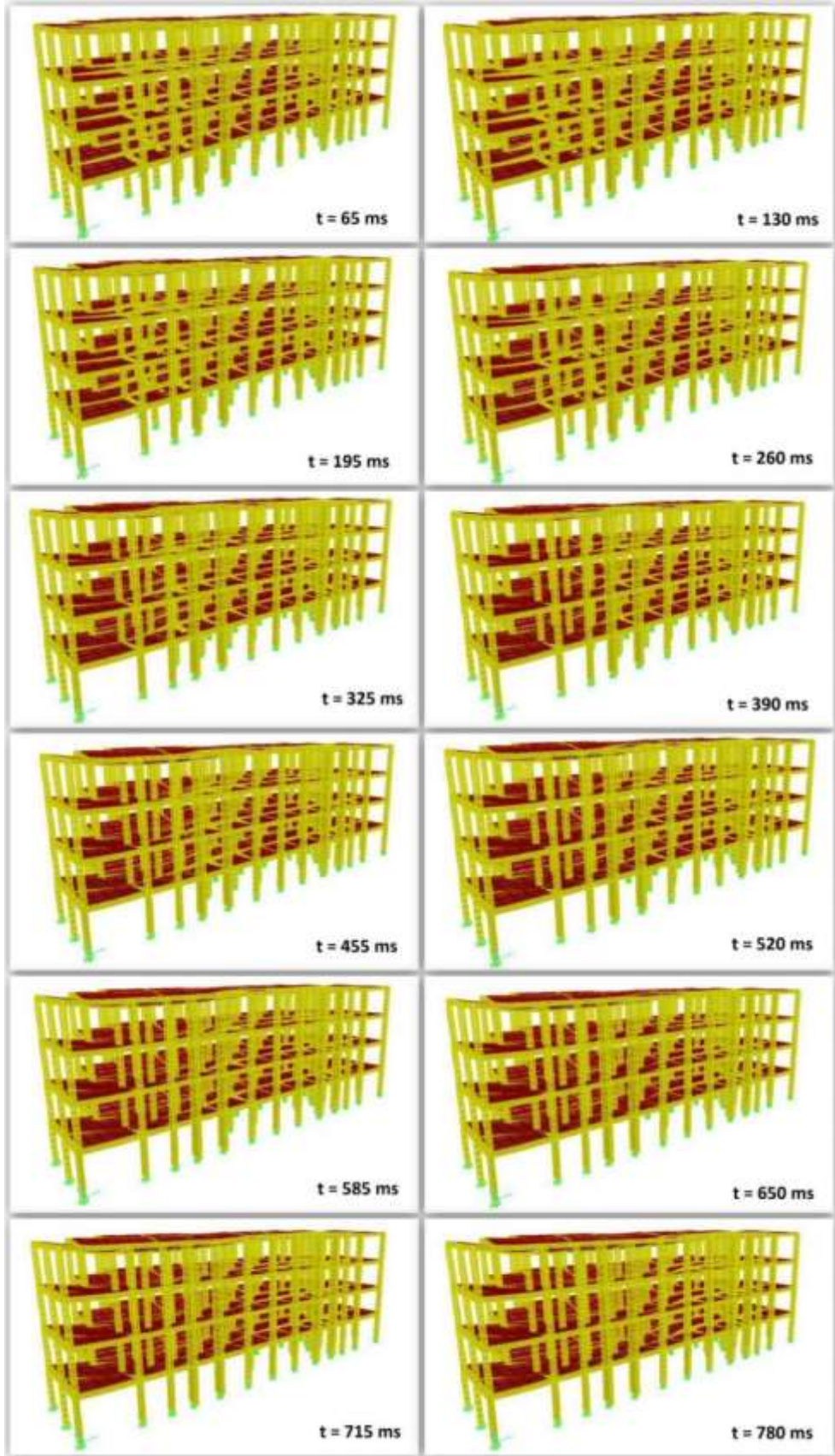
Taş fırlama mesafesini 37 m'nin altına çekmek ve güvenliğini arttırmak amacıyla her bir kolon branda ile çevrelenmiş ve branda üstüne de tel örgü sarılmıştır.

4.1.5. Binanın Ateşleme Anındaki Tahmini Davranışı

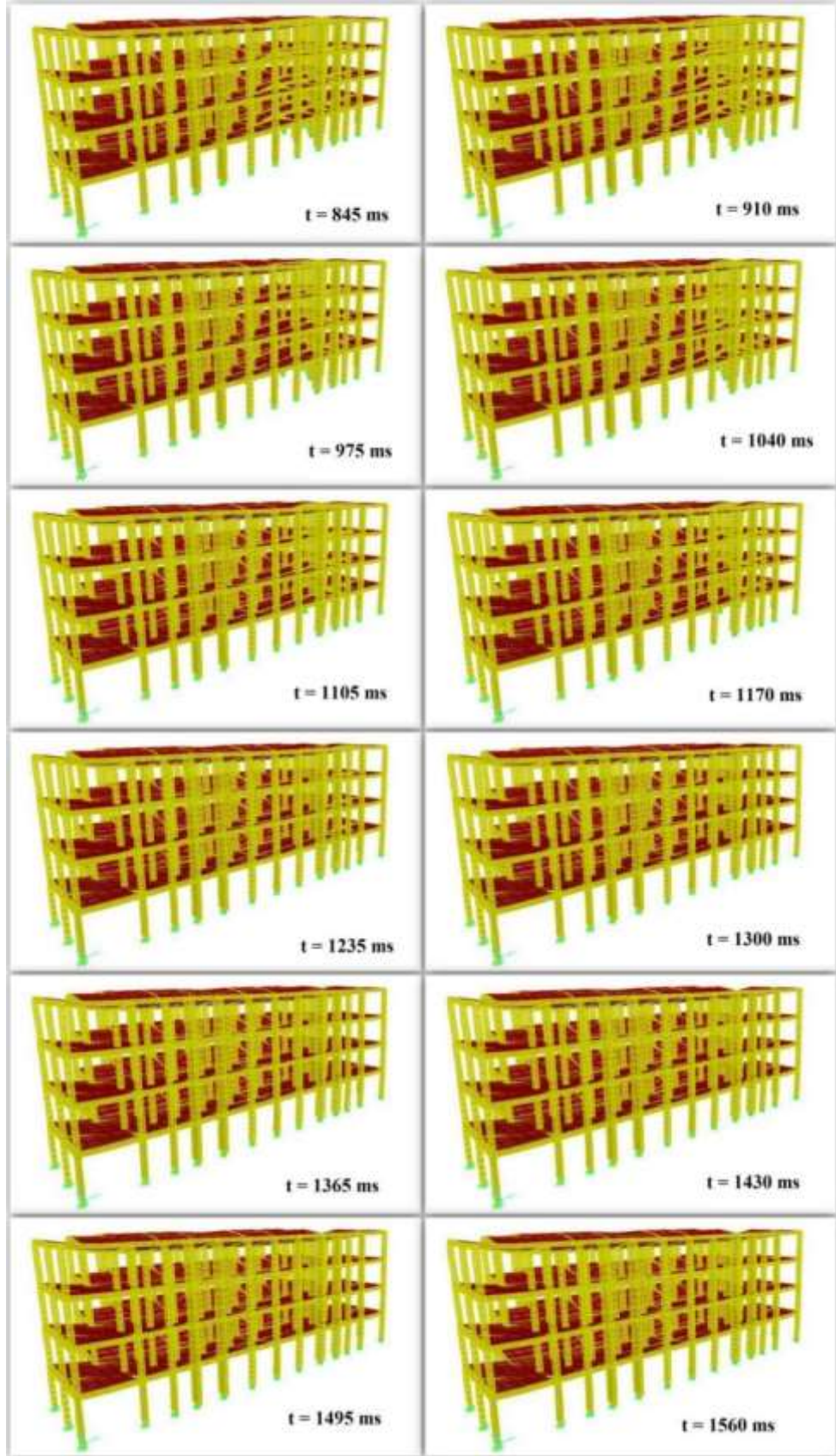
4.1.5.1. Binanın Önerilen Tasarımı Uygulandığı Takdirde Tahmini Davranışı

Ateşleme başladığı andan itibaren ateşlenen kolonların yanında bulunan kolonlara etki eden eksenel kuvvet ve/veya momentlerde artış gözlenmektedir. Bu artışla beraber bazı kolon ve/veya kirişlerin ateşlenme esnasında patlayıcı kullanılmadan, tesir altında kaldığı yüklerin etkisiyle kırıldığı görülmektedir.

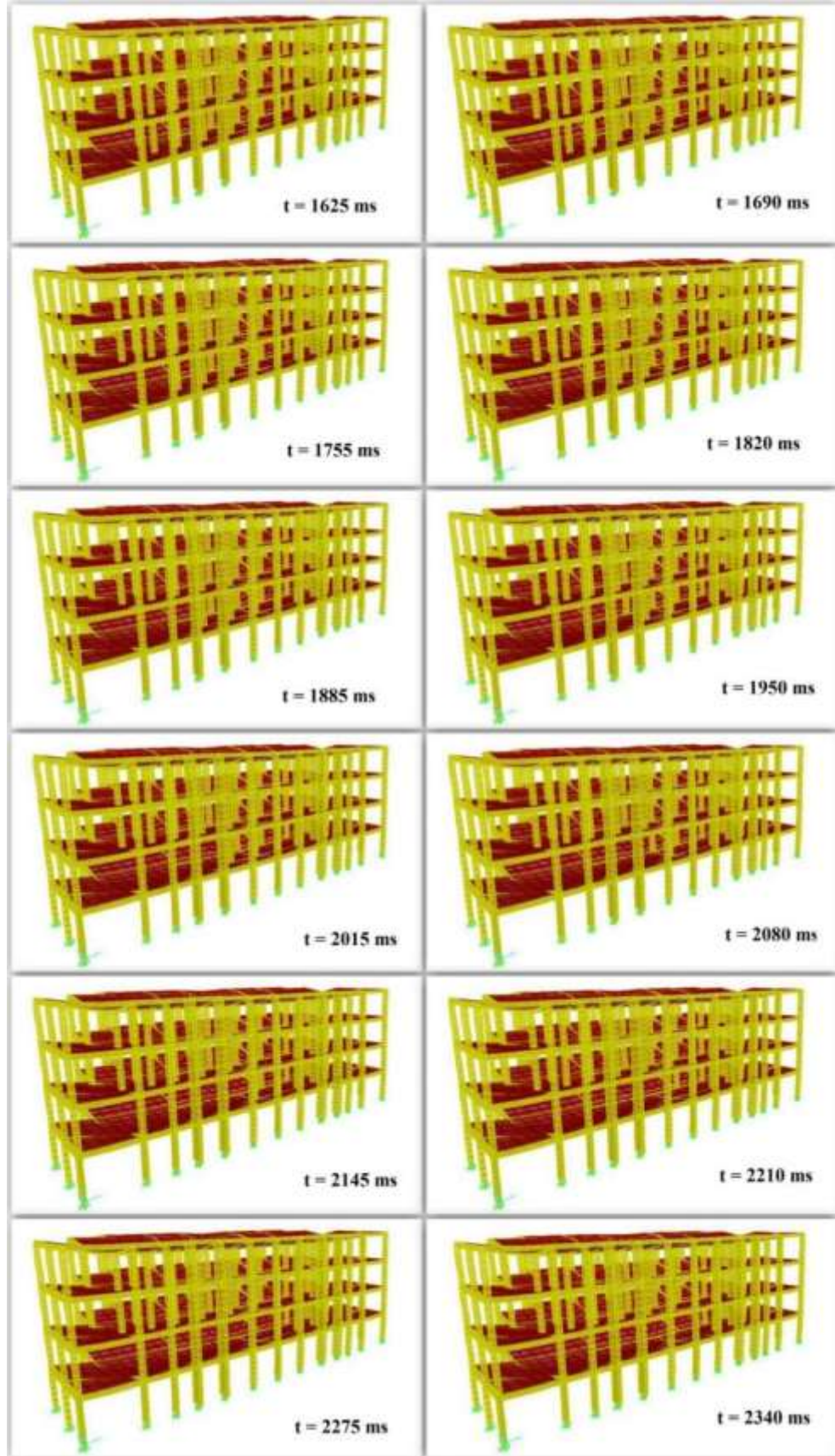
Ateşlenen kolonların yok olduğu varsayılarak yapılan analizlerde ateşlenen kolonların üst kattaki eşdeğerlerinin taşıma özelliği kaybolmuş olup kendi ve taşıdığı yükü yakın kolonlara aktararak yaptığı deformasyonla oluşturduğu moment diğer uç kolonlara çekme kuvveti şeklinde yansıyarak eksenel kuvveti azaltıcı etkide bulunmuştur. Binanın yıkım anındaki tahmini davranışının SAP2000'de modellenmiş hali Şekil 4.19, 4.20, 4.21, 4.22 ve 4.23'te gösterilmiştir.



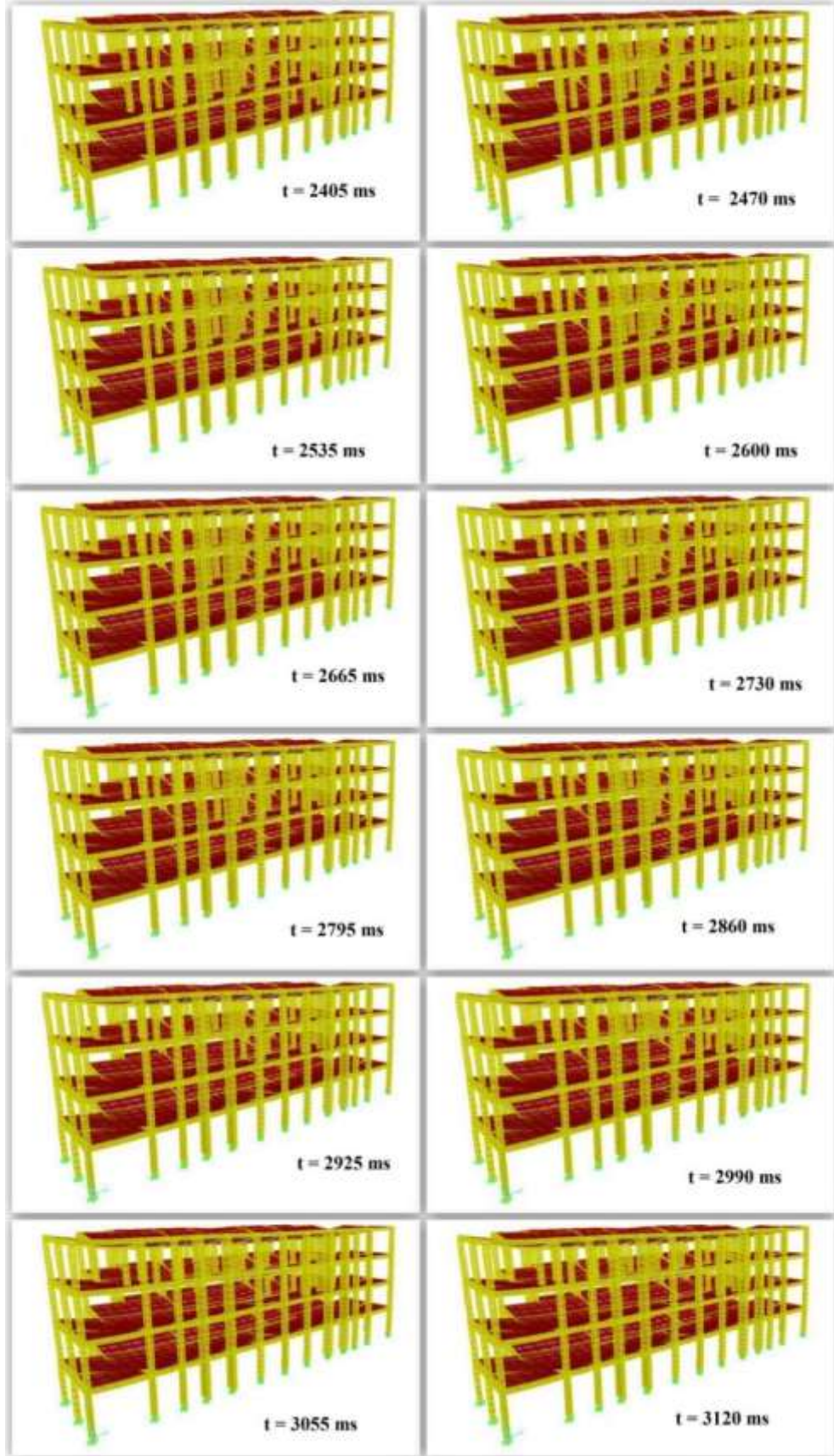
Şekil 4.19: Önerilen Tasarım İçin Yıkımın Modellenmesi (65-780 ms)



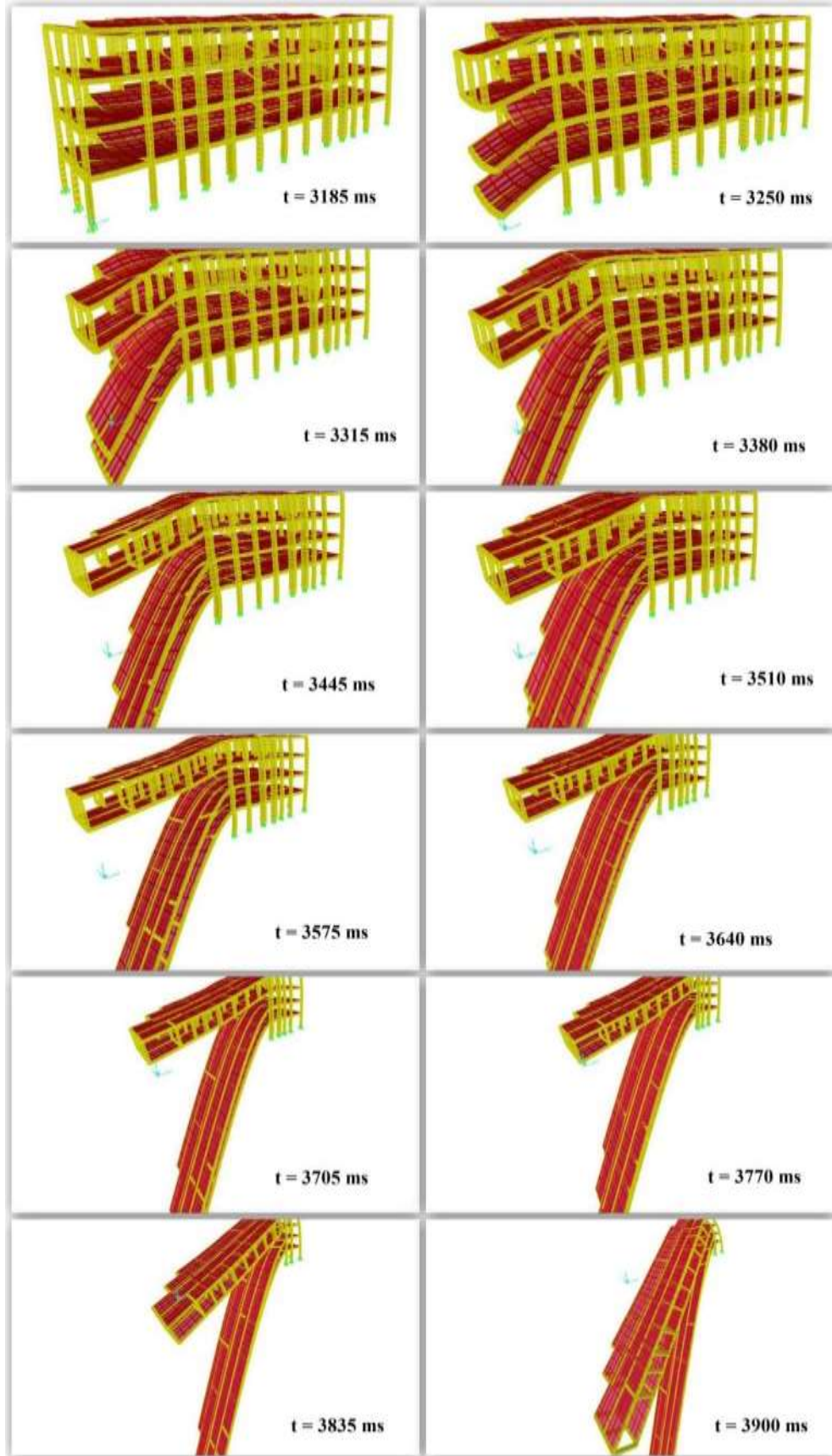
Şekil 4.20: Önerilen Tasarım İçin Yıkımın Modellenmesi (845-1560 ms)



Şekil 4.21: Önerilen Tasarım İçin Yıkımın Modellenmesi (1625-2340 ms)



Şekil 4.22: Önerilen Tasarım İçin Yıkımın Modellenmesi (2405-3120 ms)



Şekil 4.23: Önerilen Tasarım İçin Yıkımın Modellenmesi (3185-3900 ms)

Bu ateşleme tasarımı için, SAP2000 programında hesaplanan Ek-6'da gösterilen gecikme başına kolonlara tesir eden yükler dikkate alınarak yıkımın ilerleyen zamanlarında bazı kolonlar aşırı yük altında deforme olup yıkımı olumlu yönde etkileyeceği görülmektedir.

4.5.1.2. Binanın Önerilen Tasarımı Uygulandığı Takdirde Tahmini Davranışı

Ateşleme başladığı andan itibaren ateşlenen kolonların yanında bulunan kolonlara etki eden eksenel kuvvet ve/veya momentlerde artış gözlenmektedir. Bu artışla beraber bazı kolon ve/veya kirişlerin ateşlenme esnasında patlayıcı kullanılmadan, tesir altında kaldığı yüklerin etkisiyle kırıldığı görülmektedir.

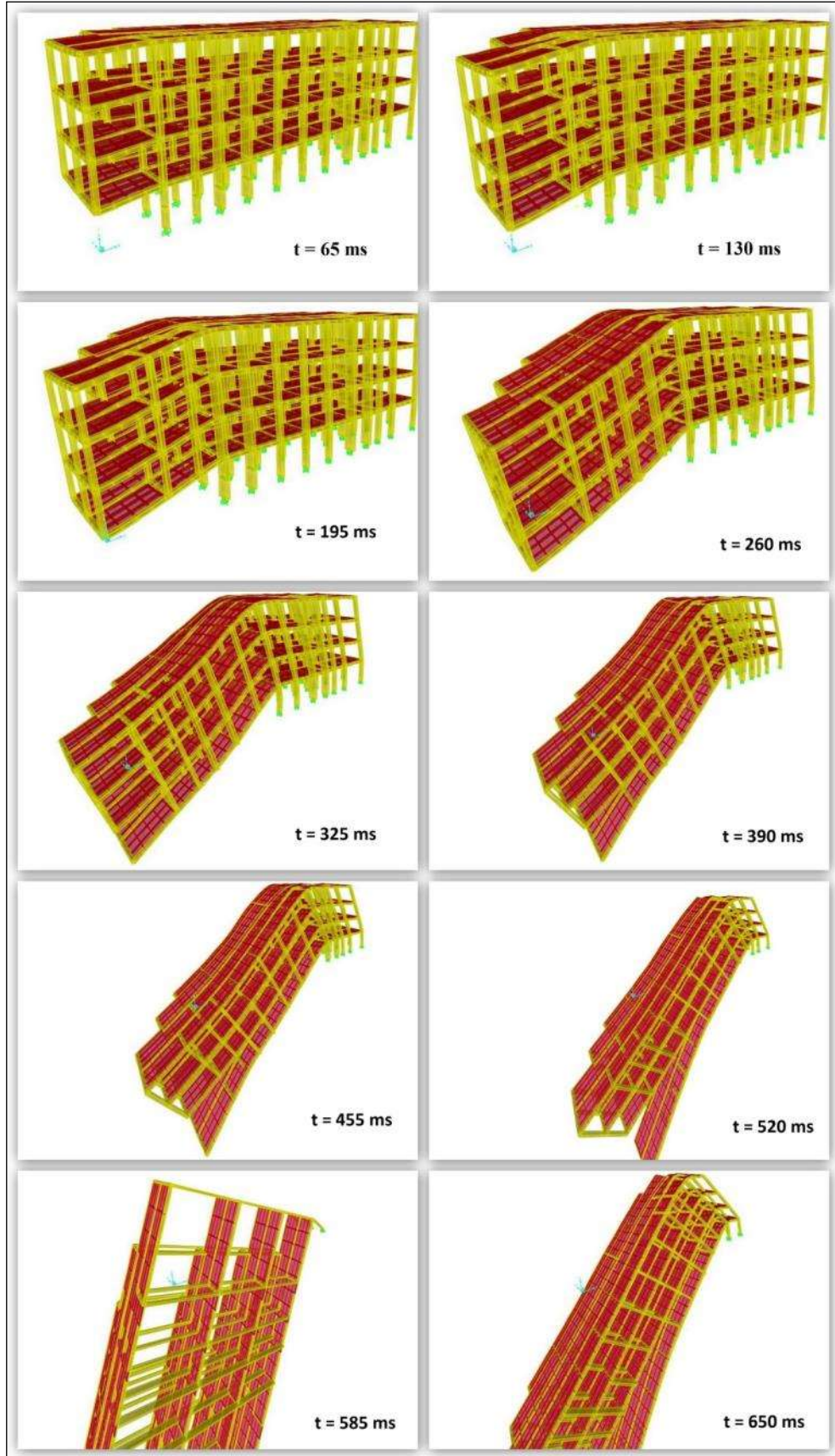
Ateşlenen kolonların yok olduğu varsayılarak yapılan analizlerde ateşlenen kolonların üst kattaki eşdeğerlerinin taşıma özelliği kaybolmuş olup kendi ve taşıdığı yükü yakın kolonlara aktararak yaptığı deformasyonla oluşturduğu moment diğer uç kolonlara çekme kuvveti şeklinde yansıyarak eksenel kuvveti azaltıcı etkide bulunmuştur.

Bu analizler sonucu ateşleme esnasında patlayıcı kullanılmadan tesir altında kaldığı yükün etkisiyle kırılan kolonlar aşağıdaki tabloda belirtilmiştir.

Şekil 4.24'te binanın gecikme anlarındaki yıkılış şekilleri belirtilmiştir. Ancak $t=650$ ms.'de binayı zemine bağlı tutan mesnetlerden herhangi birinin kalmayışı ötürü SAP2000'den görüntü alınamaz hale gelmiştir. 585 ms.'den sonrası için ekran görüntüsü alınamamıştır. Bunun sebebidir SAP2000'nin akademik bir program olmasından ötürü grafik kalitesinin çok düşük olmasıdır. 585 ms.'den sonra elde edilen görüntüler gerçeği yansıtmayacak görseller vermektedir.

Şekilde görüldüğü üzere; her ne kadar amaç olduğu yere çökertmek olsada uygulanan tasarım genellikle binaların yıkılarak yan yatırılması amacıyla kullanılan yöntemle yakındır. Binanın yan yatmamasının sebebi ise binanın genişliğinin çok fazla olmasıdır.

Bu analiz sonunda kazanılan düşünce; binanın 260 ms.'de çökmeye başlayacağı 585 ms.'de ise çökmenin tamamlanacağı yönündedir.



Şekil 4.24: Uygulanan Tasarım İçin Yıkımın Modellenmesi (65-650 ms)

Bu ateşleme tasarımı için, SAP2000 programında hesaplanan Ek-7'de gösterilen gecikme başına kolonlara tesir eden yükler dikkate alınarak yıkımın ilerleyen zamanlarında bazı kolonlar aşırı yük altında deforme olup yıkımı olumlu yönde etkileyeceği görülmektedir.

4.1.6. Yıkım Sonunda Yapılan Çalışmalar

4.1.6.1. Binanın Yıkım Sonrası Durumunun Gözlemlenmesi

Yıkım tamamlandığında binalar, güney cephelerine doğru çok düşük miktarda da olsa eğilme göstermiştir. Bunun sebebi güney cephesinde bulunan kolon sayısının azlığı ve güney cephesinin kuzey cephesinden daha kısa olması ve güney cephesinin daha zayıf olmasıdır.



Şekil 4.25: Yıkılmış Binanın Görüntüsü

Gecikme aralıklarının düşük olması, binanın tesir altında kaldığı yüklerin etkisiyle deforme olmasına izin vermemiştir. Bunun sonucunda binada bulunan döşemeler üst üste binmiştir. Şekil 4.25, 4.26 ve 4.27'de bu net bir şekilde görülmektedir.



Şekil 4.26: Yıkılmış Binanın Görüntüsü

En üst kata patlayıcı konulmamasından ve gecikme aralıklarının çok düşük olması nedeniyle en üst kat herhangi bir deformasyona uğramamıştır.



Şekil 4.27: Yıkılmış Binanın Görüntüsü

4.1.6.2. Binanın Yıkımı İle İlgili Analizler

Bu analizler, binanın yüksekliğindeki değişim, binanın eğilme açısı, yıkılma süresi ve alçalma hızını bulmak için yapılmış olup Kinovea adlı programdan yararlanılmıştır.

Kinovea programında çalışma yapılırken bu eğimi hesaba katılabilmesi için Bina tabanının doğrultusu lacivert çizgi ile çizilmiştir. Dikey ölçeklendirme yapmak için çizilen yardımcı çizgilerin tümü bu lacivert çizgiye dik olacak şekilde çizilmiştir.

Yıkım anının kaydedilmiş videosu, Kinovea programında %30 hız ayarı ile incelenmiştir. Ateşleme 0:00:02:87'de başlamıştır, yıkım ise 0:00:06:60'da tamamlanmıştır. Şekil 4.28'te başlangıç ve bitim anı gösterilmiştir.



Şekil 4.28: Ateşlemenin Başlangıç Anı ile Yıkımın Tamamlandığı An

Bu sonuca bakıldığında ateşleme 1.2 sn.'de tamamlanmasına rağmen binanın yıkılması 3.73 sn.'e sürmüştür.

Binanın maksimum yüksekliği 18,7 m olduğu bilinmektedir. Kinovea programında binanın yüksekliği belirtilmiştir. Bu yükseklik ölçeklendirme amacıyla çizilmiştir. Yıkım tamamlandığında binanın ne kadar alçaldığını hesaplamak için binanın en yüksek noktasında zemine dik bir çizgi daha çizilip uzunluğu tespit edilmiştir. Şekil 4.29'da binanın maksimum yüksekliği ile yıkım sonrası maksimum yüksekliği gösterilmiştir.



Şekil 4.29: Binaın Maksimum Yüksekliği ile Yıkım Sonrasındaki Maksimum Yüksekliği

Bu işlem tamamlandığında yıkım sonrası binanın maksimum yüksekliği 12,44 m hesaplanmıştır. Bu da demektirki, bina yıkımda 6.26 m alçalmıştır.

Binanın yıkım anındaki eğilme açısını hesaplamak için, ilk olarak binanın kenar duvarlarından bir tanesi çizgi ile belirtilmiştir. İkinci aşamada, yıkımı tamamlanmış binanın kenar kolonu çizilmiştir. Son olarak bu iki çizgi arasındaki açı ölçülerek binanın eğilme açısı bulunmuştur. Şekil 4.30'da binanın eğilme açısı gösterilmiştir.



Şekil 4.30: Eğilme Açısı

Bu işlemler tamamlandığında binanın 7°'lik açıyla güney cephesine eğildiği tespit edilmiştir.

4.1.6.3. Titreşim Kaydı

Toplamda 5 titreşim ölçer cihaz ile kayıt alınmıştır. Bu titreşim ölçer cihazlar yıkımın gerçekleşeceği binaların çevresinde bulunan binaların zemin ve en üst katlarına yerleştirilmiştir. Şekil 4.31'de cihaz istasyonları gösterilmiştir.



Şekil 4.31: Titreşim Ölçer Cihazların İstasyon Noktaları

Aşağıdaki Tablo 4.13'te ateşlemenin başlangıç koordinatları, titreşim ölçer cihazların konumu ve atıma olan uzaklığı verilmiştir.

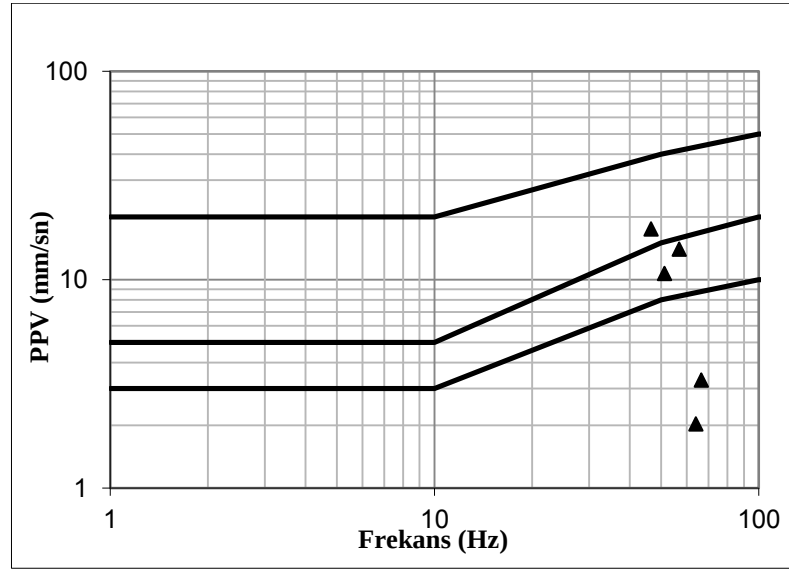
Tablo 4.13: Titreşim Ölçer Cihazların ve Atım Noktası Koordinatları

Titreşim Ölçer Modeli	Atım Noktası Koordinatları			İstasyon Koordinatları			Yatay Mesafe (m)
	Y	X	h	Y	X	h	
BE10688	446962	4618474	0	446936	4618501	0	37,48
BE10707	446962	4618474	0	446937	4618502	6	37,54
BE10708	446962	4618474	0	447006	4618445	6	52,70
BE10706	446962	4618474	0	447025	4618442	0	70,66
BE10772	446962	4618474	0	447026	4618443	6	71,11

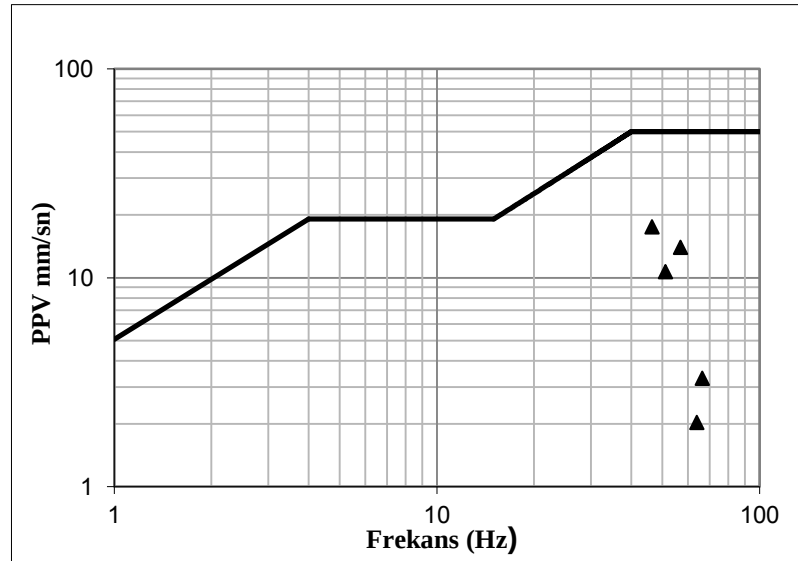
Tablo 4.14'te titreşim ölçer cihazların kaydettiği titreşim verileri gösterilmiştir. Ayrıca Şekil 4.32'de Alman-DIN Hasar Normu'na, 4.33'te ise Türk Normu'na göre titreşim hızı-frekans grafiği verilmiştir. Bu grafiği yorumlamak gerekirse; ölçülen titreşim değerleri eski veya tarihi yapılara zarar verici boyutlardadır. Ancak bu değerler patlatmadan kaynaklı titreşim değerleri demek güçtür. Bu değerler binaların yıkım anında yere çarpması sonucu oluşmuş olabileceği de mümkündür.

Tablo 4.14: Titreşim Ölçer Cihazların Aldığı Kayıtlar

Titreşim Ölçer Modeli	Maksimum Parça Hızı (PPV, mm/sn)	Frekans (f, Hz)	Hava Şoku (dB)	Toplam Şarj (kg)	Gecikme Başına Şarj (kg)	Ölçekli Mesafe (SD)
BE10688	17,5	46,5	147,60	80	2,5	23,70
BE10707	10,7	51,2	147,63			24,04
BE10708	14	56,9	146,30			33,55
BE10706	3,3	66,5	141,70			44,69
BE10772	2,03	64	108,00			45,14



Şekil 4.32: Alman-DIN Normu'na Göre Hız-Frekans Grafiği



Şekil 4.33: Türk Normu'na Göre PPV-Frekans Grafiği

4.1.7. Lojman Binalarının Makine İle Yıkımı

Bina yıkımı için Şekil 4.34'te gösterilen 23 ton kapasiteli KATO Ekskavatör kullanılmıştır. Binanın makine ile yıkımı, 3 günde 8'er saat çalışarak yani toplamda 24 saat çalışarak tamamlanmaktadır.

Binaların makine ile yıkımı gerçekleştirilirken, binaların güney cephesinin diğer kısımlarına göre daha kolay yıkıldığı gözlemlenmiştir. Yıkım gerçekleştirilirken esnasında ekskavatörün kepçesi hasar görmüş olup değiştirilmesi gerekmiştir.



Şekil 4.34: Yıkımda Kullanılan KATO Ekskavatör

Makine ile yıkım gerçekleştirilirken herhangi can ve mal güvenliğini tehdit eden bir kaza gerçekleşmemiştir. Ancak yıkım anında tehlike arzedecek durumlarla sık sık karşılaşmıştır. Bu durumlardan biri Şekil 4.35'te gösterilmiştir. Ekskavatörün, taşıyıcı elemanların bir kısmının ortadan kalkmasıyla beraber binanın üst kısımlarından düşen moloz parçalarının altında kalma ihtimali vardır.



Şekil 4.35: Binanın Çökmesi Esnasında Bir Fotoğraf

Makine ile yıkım gerçekleştirilirken aynı zamanda binanın sahip olduğu demir ile betonu ayırma işlemi de yapılmaktadır. Ayırma işlemi için ekstra zaman ve maliyete gerek olmadığı gözlemlenmiştir.

4.1.8. Maliyet Analizi

Bu bölümde patlayıcı kullanılarak yıkım maliyeti ile makine kullanılarak yıkım maliyetleri hesaplanarak karşılaştırılmıştır.

4.1.8.1. Makine Kullanılarak İki Binanın Yıkım Maliyeti

Binanın makine ile yıkımı, 3 günde 8'er saat çalışarak yani toplamda 24 saat çalışarak tamamlanmaktadır. Binaın makine ile yıkımı için harcanan masraflar Tablo 4.15'te gösterilmiştir. Makine ile yıkım yapılırken, yıkım sonrası açığa çıkan molozdaki demir ile betonların birbirinden ayrılması işlemi toplam maliyete dahildir.

Tablo 4.15: Binaın Makine ile Yıkım Maliyeti

MASRAF	Günlük Maliyet	Toplam Maliyet
Ekskavatör Kirası	500 TL	1.500 TL
Mazot	1200 TL	3.600 TL
Çalışan İşçinin Yevmiyesi	250 TL	750 TL
Makine Nöbeti ve Nakliyatı	-	2.000 TL
Tamir	-	500 TL
TOPLAM	-	8,450 TL
m ² BAŞINA DÜŞEN MALİYET	-	19,20 TL

4.1.8.2. Patlayıcı Kullanılarak İki Binanın Yıkım Maliyeti

Binanın patlayıcı ile yıkıma hazır hale getirmek 4 işçi çalıştırılarak 5 günde tamamlanmıştır. Patlayıcı kullanılarak yıkım yapılırken, yıkım sonrası açığa çıkan molozdaki demir ile betonların birbirinden ayrılması ekstra maliyettir. Molozdaki demir ile betonun ayrılması 2 gün sürmekte olup 5,233 TL'ye mal olmaktadır. Patlayıcı ile binanın yıkım maliyeti Tablo 4.16'da gösterilmiştir.

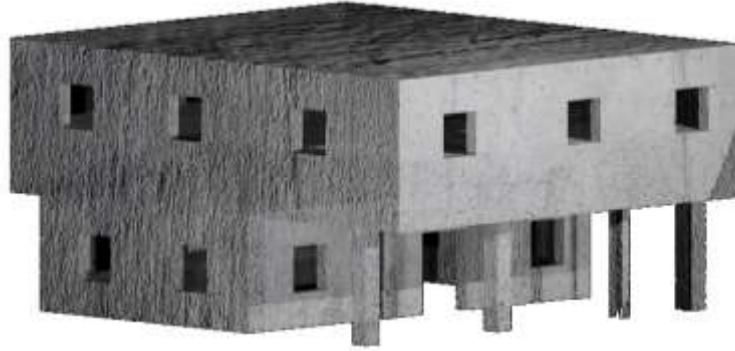
Tablo 4.16: Binaın Patlayıcı ile Yıkım Maliyeti

MASRAF	Günlük Maliyet	Toplam Maliyet
Martopikör Kirası + Mazot	50 TL	250 TL
İşçilik	396 TL	1.980 TL
Patlayıcı Madde + Kapsül	-	3.590 TL
Tel Örgü	-	300 TL
Branda	-	900 TL
Demir ile Betonu Ayırmak	1.383 TL	5,223 TL
TOPLAM	-	12,243 TL
m ² BAŞINA DÜŞEN MALİYET	-	27,825 TL

4.2. PİROTEKNİK MALZEMENİN BETONARME BİNALARIN KONTROLLÜ YIKIMINDA KULLANILABİLİRLİĞİNİN TEST EDİLMESİ

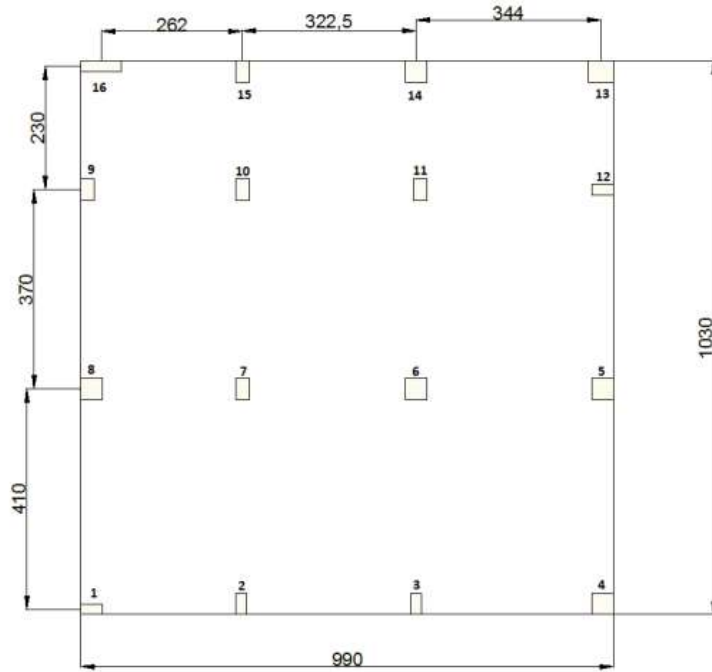
4.2.1. Bina Planının Çıkarılması

Test binasının zemin katında bulunan duvarların yıkılmasıyla 16 adet kolon ortaya çıkmıştır. Bina planının çizimi tamamlandığından binanın maksimum genişliğinin 9,9 m, uzunluğunun ise 10,3 m, yüksekliğinin 6 m ve yüz ölçümü ise 101,97 m² olduğu tespit edilmiştir. Şekil 4.36'da AutoCAD'de modellenmiş bina görüntüsü verilmiştir.



Şekil 4.36: Test Binasının AutoCAD Programında Modellenmiş Görüntüsü

Şekil 4.37'de binanın genel planı, kolonlar arası genişlikler ve kolon numaraları verilmiştir. Verilen mesafeler ifade edilirken uzunluk birimi olarak santimetre kullanılmıştır.



Şekil 4.37: Test Binasını Kuş Bakışı Planı (Santimetre)

İleride bahsedilecek olan kolonların genişlikleri, uzunlukları ve yüksekliklerinin belirtilmesi, planlanan ve uygulanan ateşleme düzeninin daha rahat ifade edilebilmesi için patlayıcı konulması planlanan katların kolonları numaralandırılmıştır. Bu numaralar Şekil 4.37de gösterilmiştir. Sadece sayı ile ifade edilen kolonlar zemin katta bulunan kolonlardır. Sayı ile beraber “-”ifade üst kattaki kolonları ifade etmektedir. Tablo 4.17’de kolon boyutları metre cinsinden verilmiştir.

Tablo 4.17: Kolon Boyutları (Metre)

Kolon Numarası	Eni (m)	Boy (m)	Yüksekliği (m)	Yüzey Alanı (m ²)	Hacmi (m ³)
1, 12	0,40	0,20	2,50	0,08	0,20
2, 3, 15	0,20	0,40	2,50	0,08	0,20
4, 5, 6, 8, 14	0,40	0,40	2,50	0,16	0,40
7, 9, 10, 11	0,25	0,40	2,50	0,10	0,25
13	0,48	0,40	2,50	0,19	0,48
16	0,75	0,20	2,50	0,15	0,38

4.2.2. Betonarme Malzeme Özelliklerinin Belirlenmesi

4.2.2.1. Laboratuvar Çalışmalarının Sonuçları

Lojman binasının kolonundan alınan numune’de birim hacim ağırlığı deneyi, Ultrasonik ses geçirgenliği deneyi ve tek eksenli basınç dayanımı deneyi yapılmıştır. Tablo 4.18’de numunelerin geometrik özellikleri verilirken, Tablo 4.19, 4.20., 4.21’de deney sonuçları verilmiştir.

Tablo 4.18: Edirne Kapkule Gümrük Lojman Binalarının Kolonunu Temsil Eden Numuneler

Numune No.	Numune Şekli	Çap (cm)	Boy (cm)
1	Silindir	5,3	11,7
2	Silindir	5,3	11,5
3	Silindir	5,3	11,4

Tablo 4.19: Betonun Yoğunluğu (gr/mm³)

Numune No.	Yüzey Alanı (cm ²)	Hacim (cm ³)	Ağırlık (gr)	Birim Hacim Ağırlığı (gr/cm ³)
1	22,05	257,99	482,11	1,87
2	22,05	253,58	441,13	1,73
3	22,05	251,37	498,3	1,99
Ortalama				1,86

Tablo 4.20: Betonun Kırılma Yüğü (kN)

Numune No.	Kırılma Yüğü (kN)
1	23,14
2	13,95
3	20,58
Ortalama	19,22

Tablo 4.21: Ultrasonik Ses Geçirgenliği Deneyi Sonuçları

Numune No.	S Dalgası Hızı (m/sn)	P Dalgası Hızı (m/sn)
1	1874	2609
2	1700	2481
3	2055	2712
Ortalama	1876	2600

4.2.2.2. Kolonların Dayanımı

Kolon malzeme özellikleri belirlenirken beton numunesi üzerinde deneyler yapma imkanı bulunmuştur. Ancak donatı malzemesinin özelliklerini belirlemek için deney yapma imkanı olmamıştır. Bu yüzden TS500 standartlarında piyasada kullanılan en küçük dayanımlı S220a çelik donatı baz alınarak kolon moment taşıma kapasitesi hesabı yapılmıştır. Mevcut donatının zamana bağlı deformasyonu sonucunda S220a çelik donatı ile yapılan hesaplar güvenli tarafta kalacaktır.

Yapılan tek eksenli basınç dayanımı deneyleri baz alınarak beton sınıfının belirlenmesi Tablo 4.22'de gösterilmiştir. Bu tabloya göre, beton sınıfının C8 olduğu görülmektedir.

Tablo 4.22: Beton Dayanımı (MPa)

Numune No.	Yüzey Alanı (cm ²)	Kırılma Yüğü (kN)	Dayanımı (MPa)
1	22,05	23,14	10,49
2	22,05	13,95	6,32
3	22,05	20,58	9,19
Ortalama	22,05	19,22	8,66

Yapılan tek eksenli basınç dayanımı deneyleri baz alınarak donatı varlığı hesaba katılmadan bulunan kolon boyutlarına göre basınç taşıma kapasiteleri Tablo 4.23'te gösterilmiştir.

Tablo 4.23: Kolonların Kaldırabileceği Maksimum Eksenel Yük (kN)

Kolon Boyutları	Yüzey Alanı (m ²)	Beton Kalitesi (Mpa)	Basınç (kN)
0,4x 0,2	0,08	8,66	692,8
0,2 x 0,4	0,08	8,66	692,8
0,4 x 0,4	0,16	8,66	1385,6
0,25 x 0,4	0,10	8,66	866
0,48 x 0,4	0,19	8,66	1645,5
0,75 x 0,2	0,15	8,66	1299

Kolonlardan alınan numunelerde yapılan ses geçirgenliği deneyi sonucunda bulunan elastisite modülü ise Tablo 4.24'te gösterilmiştir.

Tablo 4.24: Betonun Elastisite Modülü (MPa)

Numune No.	S Dalgası Hızı (m/sn)	P Dalgası Hızı (m/sn)	Birim Hacim Ağırlığı (gr/cm ³)	Elastisite Modülü (MPa)
1	1874	2609	1,71	2,46 x 10 ⁴
2	1700	2481	2,17	2,25 x 10 ⁴
3	2055	2712	2,13	2,41 x 10 ⁴
Ortalama	1876	2600	2,12	2,37 x 10 ⁴

Kolonlarda kullanılan donatı miktarı, 2 adet 16 mm'lik çeliktir ve tek tarafta bulunur. Paspayı 4 cm'dir. Donatı çap alanı 402 mm²'dir. Çeliğinin hesap dayanımı (f_{yd}), normalde projelendirme aşamasında güveli tarafta kalmak için 1,15 katsayısı ile küçültülerek işlem yapılır. Bu çalışma kapsamında çeliğin korezyona uğrayacağı dayanım azaltımına gidilerek S220a çeliğinin hesap dayanımı 191,3 MPa alınmıştır.

Formulasyon üzerinden yapılacak hesapların zorluğundan Birleşik eğilme altındaki simetrik donatılı kolonların hesabı Ek-1'deki abak eğrileri kullanılarak aşağıdaki sıra ile yapılmıştır;

- Wt eğrisinin hesabı; Ek-1, Ek-2 ve Ek-3'teki abaklardaki Eşitlik 2.3 kullanarak Tablo 4.25'deki değerler bulunmuştur. Abaktaki $\omega t=0,05$ ve $\omega t=0,1$ eğrilerinin kullanılacağı tespit edilmiştir.

Tablo 4.25: Kolon Donatı Özellikleri ve Eğri Seçimi

Kolon Boyutları		Kolon Alanı (m ²)	Donatı Alanı (mm ²)	F _{yd} (MPa)	F _{cd} (MPa)	ωt	P _{om}
X Yönü (m)	Y Yönü (m)						
0,4	0,2	0,08	402	191,3	8,66	0,111	$\approx 0,1$
0,2	0,4	0,08	402	191,3	8,66	0,111	$\approx 0,1$
0,4	0,4	0,16	402	191,3	8,66	0,056	$\approx 0,05$
0,25	0,4	0,1	402	191,3	8,66	0,089	$\approx 0,1$
0,48	0,4	0,19	402	191,3	8,66	0,046	$\approx 0,05$
0,75	0,2	0,15	402	191,3	8,66	0,059	$\approx 0,05$

- Abak seçimi (z_s/h) ; paspayı 4 cm alınarak yapılan hesaplamalarda z_s/h değerleri 0,68-0,89 değerleri arasında değişmektedir. $\omega t=0,1$ eğrisinde değerlerin abaklara göre farklılıklar gösterdiği gözlemlendikten sonra her kolon için Ek-1, Ek-2 ve Ek-3'te gösterilen abaklar kullanılacaktır. Tablo 4.26'da kolon boyutlarına göre kullanılacak abaklar hesaplanmıştır.

Tablo 4.26: Abak Seçimi

Kolon Eni x Boyu (m)	Maksimum z_s (m)	Kolonun Uzun Kenarı (m)	z_s/h	Abak
0,4x 0,2	0,32	0,4	0,8	0,8
0,2 x 0,4	0,32	0,4	0,8	0,8
0,4 x 0,4	0,32	0,4	0,8	0,8
0,25 x 0,4	0,32	0,4	0,8	0,8
0,48 x 0,4	0,4	0,48	0,83	0,85
0,75 x 0,2	0,67	0,75	0,89	0,9

- Max moment ve max normal kuvvet hesabı ; Tablo 4.29'da belirlenmiş abak ve Tablo 4.27'de ωt eğrilerinden momentin sıfır olduğu maksimum eksenel kuvvet ve normal kuvvetin minimum olduğu noktada maksimum moment değerleri için n , m değerleri okunur abaktaki Eşitlik 2.4 ve 2.5 kullanılarak moment ve normal kuvvet değerleri bulunur. Tablo 4.27'de verilmiştir.

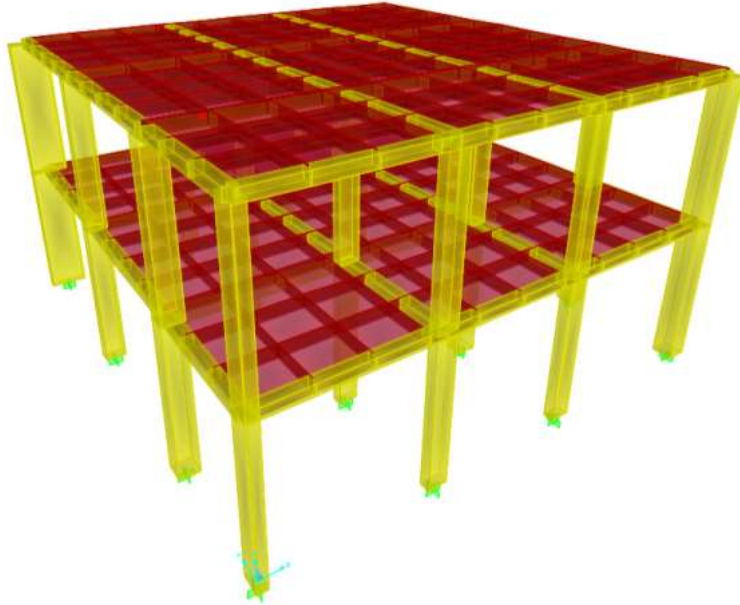
Tablo 4.27: Kolonların Tesiri Altında Kaldığı Eksenel Yüklere Göre Dayanabilecekleri Moment Yükları

Kolon Boyutları (m)	Moment Değeri	Tablo Değeri		X Yönü		Y Yönü	
		nu	mu	N	M	N	M
0,4 x 0,2	Min.	0,95	0	608	0	608	0,00
	Max.	0,45	0,136	288	20,79	288	41,57
0,2 x 0,4	Min.	0,95	0,00	608	0,00	608	0,00
	Max.	0,45	0,136	288	41,57	288	20,79
0,4 x 0,4	Min.	0,9	0	1247	0	1247	0
	Max.	0,45	0,122	623,5	66,5	623,5	66,5
0,25 x 0,4	Min.	0,95	0	822,7	0,00	2929,52	0,00
	Max.	0,45	0,136	389,7	30,31	2528,63	48,5
0,48 x 0,4	Min.	0,95	0,00	1578,59	0,00	1578,59	0,00
	Max.	0,45	0,121	748,224	95,77	748,224	79,81
0,75 x 0,2	Min.	0,95	0	1234,05	0	1234,05	0
	Max.	0,45	0,122	584,55	237,72	584,55	31,7

4.2.3. Binanın Statik Dengesi

Binanın statik dengesini belirlemek amacıyla SAP2000 programından yararlanılmıştır.

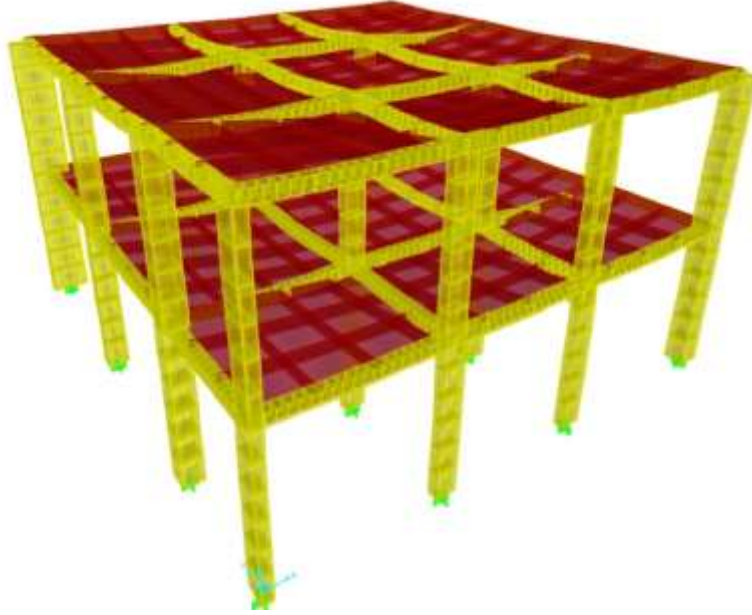
Şekil 4.38’de gösterilen SAP2000’de çizilmiş olan bina, hiçbir tesir altında kalmadan binanın durumunu göstermektedir.



Şekil 4.38: SAP2000’de Çizilmiş Olan Test Binasının Hiçbir Tesir Altında Kalmadanki Halinin Görüntüsü

Şekil 4.38’deki görüntü binanın herhangi bir yük tesiri altında kalmadan halidir. Bu tesirleri belirlerken şu değerler dikkate alınmıştır. Tüm bu yükler programa tanıtıldıktan sonra binanın kendi ağırlığı altındaki statik durumu belirlenmiştir. Binanın kendi

ağırlığı altındaki davranışı gösteren SAP2000 programından alınmış görüntü Şekil 4.39'da gösterilmiştir.



Şekil 4.39: Test Binanın Kendi Ağırlığı Altındaki Davranışı Gösteren SAP2000 Programından Alınmış Görüntü

Binanın hiçbir etki dış etki altında kalmadan kendi statik dengesi ile kolonlara tesir eden yatay yönde moment ile eksenel kuvvetler Ek 5'te verilmiştir.

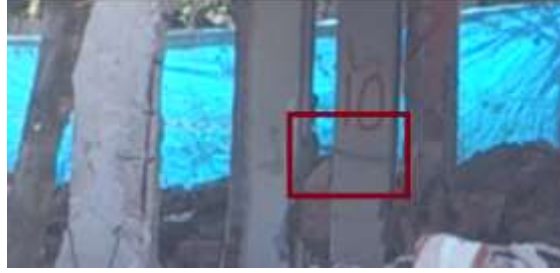
4.2.4. Yıkım Tasarımının Belirlenmesi

4.2.4.1. Patlayıcı Madde Miktarı ve Sıkılama Boyunun Belirlenmesi

Akfil AutoStem Kartuşları, 20 gr, 40 gr ve 60 gr 'lık olmak üzere üç çeşittir. Piroteknik malzemelerin ilk kez yapı yıkımı için kullanılacağından ötürü davranışı bilinmemektedir. Bu yüzden deneme atımları yaparak en uygun kartuşun bulunması amaçlanmıştır.

Bu kapsamda, ilk olarak 60 gr'lık kapsül 11 numaralı kolonda denenmiştir. 40 cm'lik kısım 35 cm'e kadar delinmiştir. Patlayıcı boyutu da 30 cm'dir. Geriye kalan 5 cm'lik kısım ise delme işleminde açığa çıkan toz ile doldurulmuştur, ayrıca deliğin dış kısmı harç ile kaplanmıştır. Kartuşta kendine ait sıkılama malzemesi oluşu ve ayrıyetten sıkılamaya gerek olmadığı bilgisi firma yetkileri tarafından verildiğinden bu parametrelerin uygun olduğu öngörülmüştür. Ancak, ateşleme gerçekleştiğinde yetersiz sıkılamadan ötürü kartuş delikten fırlamış ve kolonda herhangi bir hasara yol

açmamıştır. Kartuşun delikten fırlama anı Şekil 4.40'da bordo kutu arasında gösterilmiştir.



Şekil 4.40: Kartuşun Delikten Fırlama Anı

Bu parametrelerin yanlış olduğunun anlaşılmasıyla beraber 60 gr'lık kartuşun yarı boyutlarında olan 20 gr'lık kartuş kullanılmıştır. Bu sefer sıkılama boyu 15 cm olmuştur. Ateşleme öncesi herhangi bir güvenlik önlemi alınmamıştır.



Şekil 4.41: 11 Numaralı Kolonun Ateşleme Öncesi ve Ateşleme Sonrası Durumu

Ateşleme sonucunda çok miktarda ve hızlı bir şekilde parça savrulması gerçekleşmiş, savrulan parçalar 39 m uzaklığa kadar gitmiştir. Ayrıca ateşleme aşırı miktarda gürültüye sebebiyet vermiştir. Ancak kolonda yarattığı hasarın oldukça iyi olduğu görülmüştür. Şekil 4.41'de kolonun önceki ateşleme öncesi durumu ile ateşlemeden sonraki durumu gösterilmektedir.

Piroteknik malzemenin hasar verme konusunda başarılı sonuçlar vermesi üzerine yıkımda kullanılması planlanan delik dizaynı ile bir deneme patlatması daha yapılmasına karar verilmiştir.

İkinci deneme atımında ise 3 numaralı kolonda, delikler arası mesafe 30 cm olacak şekilde iki delik delinip deliklere birer adet 20 gr'lık kartuş yerleştirilmiştir. Bu sefer

güvenlik önlemleri alınarak ateşleme yapılmıştır. Ateşleme sonucunda kolonda yaratılan hasar Şekil 4.42'de verilmiştir.



Şekil 4.42: 3 Numaralı Kolonun Ateşleme Sonrası Durumu

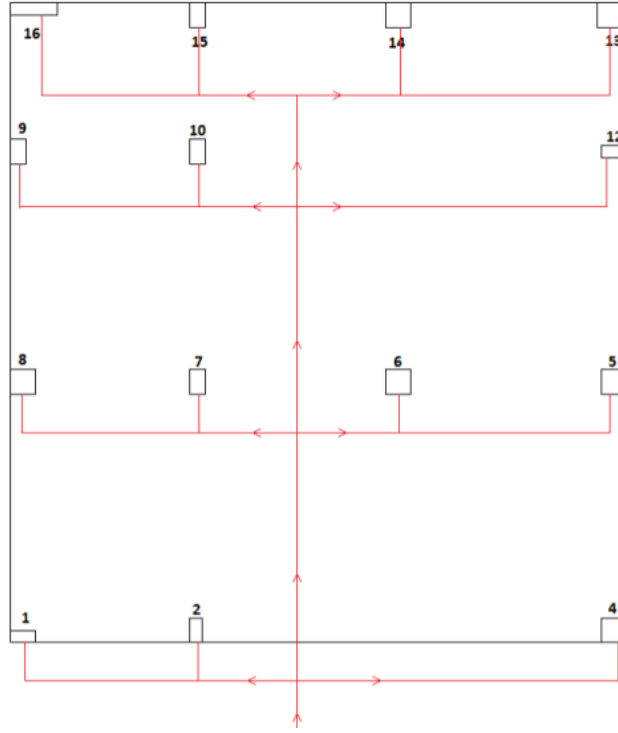
Ateşleme, kolonda yeterince hasara sebebiyet vermiş ve 95 cm açıklık yaratmıştır. Ateşleme sonrası savrulan parçalar 45 m uzaklığa kadar gitmiştir. Kullanılan patlayıcı miktarı iki katına çıkmasına karşın parça savrulmasında fazla bir artış olmamıştır. Bu da alınan güvenlik önlemlerinin başarılı ancak daha fazla güvenlik önleminin alınmasının gerektiğini göstermiştir. Ayrıca, çıkan gürültü önemli derecede azaltılmıştır. Şekil 4.43'te meydana gelen parça savrulması gösterilmektedir.



Şekil 4.43: 3 Numaralı Kolonun Ateşlenmesi Sonucu Parça Savrulması

4.2.4.2. Ateşleme Sırasının Belirlenmesi

Kartuşlara gecikme verilemeyişi, yıkım için en basit ateşleme dizaynının belirlenmesine sebep olmuştur. Bu da Şekil 4.44'te gösterilmiştir. Bunun dışında gecikmelerin ayrı hatlara bağlı olması ve ayrı ayrı ateşlenmesi olumsuz sonuçlar doğurabilmektedir. Bağlanan hatlardan birinin bozulması ve ateşlenmemesi sonucu yıkımda olumsuz sonuçlara sebebiyet verebilmektedir. Bunların yanında ateşlenen hat, sonraki hatlara hasar verip bozulmalarına da sebebiyet verebilir.



Şekil 4.44: Yıkım İçin Uygulanan Ateşleme Sırası

Her kolonda 2 adet kartuş kullanmıştır, ancak yalnızca 16 numaralı kolona 3 adet kartuş yerleştirilmiştir. Sadece zemin katta bulunan kolonlar ateşlenecektir.

Kartuşlara tek bir hattın gecikme verilemediği için beraber patlatılacak kartuşlar gruplara ayrılarak 4 ayrı hat bağlanmıştır. Gecikme aralıkları ateşleyicinin el hızına bağlı olarak değişmektedir, yani kontrol dışıdır.

4.2.4.3. Kullanılan Malzemeler ve Alınan Güvenlik Önlemleri

Yıkım tasarımı belirlendikten sonra sıra kullanılacak malzemeleri ve alınacak güvenlik önlemlerinin belirlenmesine gelmiştir. Sıkılama malzemesi olarak delik delme işlemi sırasında meydana gelen toz ve alçı kullanılmıştır.

Deneme atımlarında parça savrulması ve gürültünün oldukça yüksek boyutlarda olduğu görülmüştür. Bu nedenle her bir kolon önce naylonla kaplanmıştır. Gürültüyü düşürmek amacıyla naylonun üzerine cam yünü örtülmüştür. Bunların üstünde tel örgü ile sarılmıştır. Bunların dışında binanın zemin katı boydan boya esnek bir şekilde bağlanmış naylon ile kaplanmıştır. Kolonlarda alınan güvenlik önlemlerinin görüntüsü Şekil 4.45'te verilmiştir.

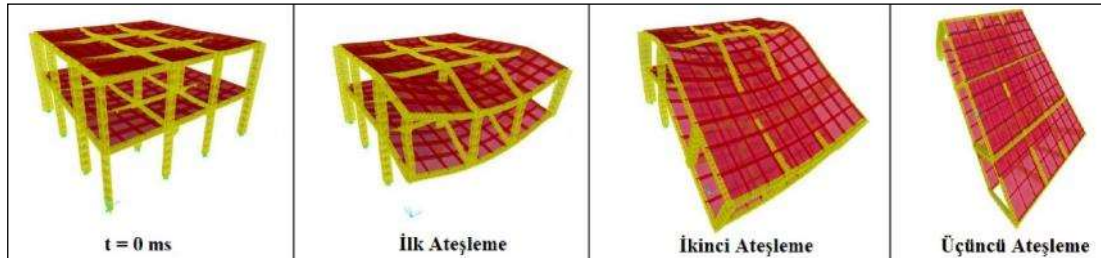


Şekil 4.45: Kolonlarda Alınan Güvenlik Önlemleri

4.2.5. Binanın Tahmini Davranışı

Şekil 4.46'da test binasının yıkım anının gecikme sürelerine göre SAP2000 programında modellenmiş hali gösterilmiştir. Buna göre; ateşleme başladığı andan itibaren ateşlenen kolonların yanında bulunan kolonlara etki eden eksenel kuvvet ve/veya momentlerde artış gözlenmektedir. Bu artışla beraber bazı kolon ve/veya kirişlerin ateşlenme esnasında patlayıcı kullanılmadan, tesir altında kaldığı yüklerin etkisiyle kırıldığı görülmektedir.

Ateşlenen kolonların yok olduğu varsayılarak yapılan analizlerde ateşlenen kolonların üst kattaki eşdeğerlerinin taşıma özelliği kaybolmuş olup kendi ve taşıdığı yükü yakın kolonlara aktararak yaptığı deformasyonla oluşturduğu moment diğer uç kolonlara çekme kuvveti şeklinde yansıyarak eksenel kuvveti azaltıcı etkide bulunmuştur.



Şekil 4.46: Test Binasın Yıkım Anının Gecikme Sürelerine Göre SAP2000 Programında Modellenmesi

4.2.6. Yıkım Sonrası Yapılan Analizler

4.2.6.1. Binanın Yıkım Sonrası Durumunun Gözlemlenmesi

Yıkım sonrası binanın son hali Şekil 4.47'de gösterilmiştir. Yıkım, sadece piroteknik malzemenin yapı yıkımlarında kullanılabilirliğine dair bir deneme çalışması olduğundan yıkım sonuçları sadece performans açısından değerlendirilmiştir.



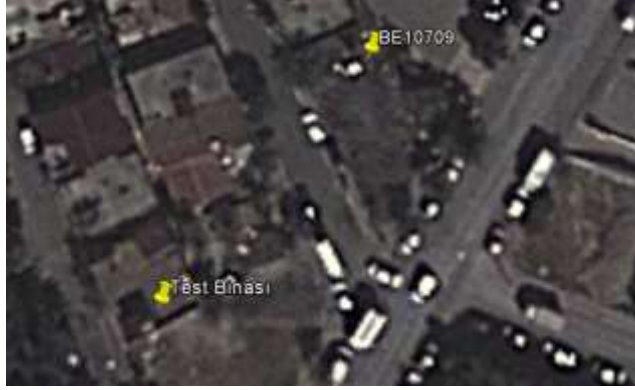
Şekil 4.47: Test Binasının Yıkım Sonrası Durumu

Gecikme aralıklarının düşük olması, binanın tesir altında kaldığı yüklerin etkisiyle deforme olmasına izin vermemiştir. Bunun sonucunda binada bulunan döşemeler üst üste binmiştir. En üst kata patlayıcı konulmamasından ve gecikme aralıklarının çok düşük olmasından üst katta deformasyon olmuştur ancak yıkım olmamıştır.

Patlatma sonrasında çevre binalar, beton parçalarının savrulmasından ötürü zarar görmüşlerdir. Binanın karşısında bulunan ve yaklaşık olarak 45-50 m uzaklıkta bulunan binanın otoparkındaki araçların camlarına beton parçaları geldiğinden, camlar kırılmıştır.

4.2.6.2. Titreşim Kaydı

Yıkımda sadece bir adet titreşim ölçer cihaz ile ölçüm alınmıştır. Koordinatları almak için Google Earth kullanılmıştır. Ancak x ve y koordinatlarının bulunmasına karşın z koordinatları Google Earth vasıtasıyla alınamamaktadır. Bu yüzden z koordinatları yerine yükseklik farklarından yararlanılmıştır. Test binası ile cihazın konumu Şekil 4.48’de gösterilmiştir.



Şekil 4.48: Test Binası ile Titreşim Ölçer Cihaz Noktası

Tablo 4.28’de ateşlemenin başlangıç koordinatları, titreşim ölçer cihazların konumu ve atıma olan uzaklığı verilmiştir.

Tablo 4.28: Titreşim Ölçer Cihazı ve Atım Noktası Koordinatları

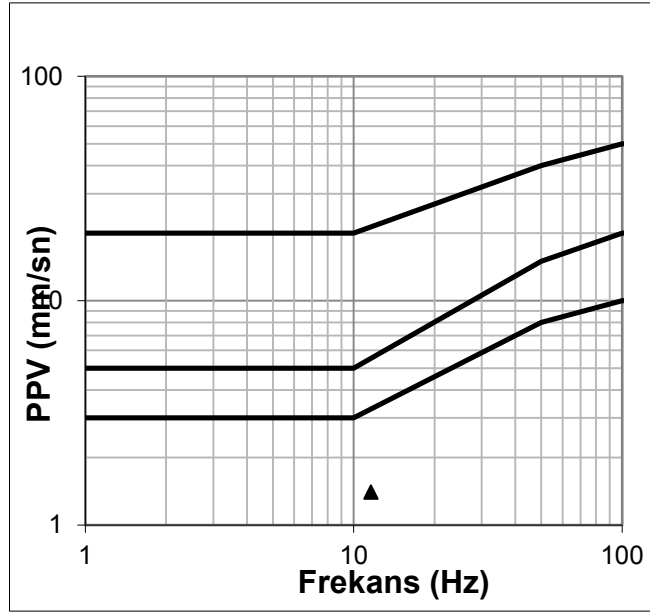
Titreşim Ölçer Modeli	İstasyon Koordinatları			Atım Noktası Koordinatları			Yatay Mesafe (m)
	Y	X	h	Y	X	h	
BE10709	653131	4543624	0	653156	4543655	0	39,82

Tablo 4.29’da kullanılan patlayıcı madde miktarları ve titreşim ölçerlerin kaydettikleri titreşim ölçümleri gösterilmektedir.

Tablo 4.29: Titreşim Ölçer Cihazının Kaydettiği Kayıtlar

Titreşim Ölçer Modeli	Toplam Şarj Miktarı (kg)	Gecikme Başına Şarj Miktarı (kg)	Ölçekli Mesafe (SD)	Max. Parçacık Hızı (PPV)	Frekans (f)	Hava Şoku (dB)
BE10709	0,58	0,18	93,86	1,4	11,6	126,80

Şekil 4.49’da Alman-DIN Hasar Normu’na göre titreşim hızı-frekans grafiği verilmiştir. Bu grafiği yorumlamak gerekirse; ölçülen titreşim değerleri eski veya tarihi yapılara zarar verici boyutlardadır. Ancak bu değerlerin patlatmadan kaynaklı titreşim değeri olduğunu söylemek güçtür. Bu değerler binaların yıkım anında yere çarpması sonucu oluşmuş olabileceği de mümkündür.



Şekil 4.49: Alman-DIN Normu'na Göre Hız-Frekans Grafiği

4.2.7. Piroteknik Malzeme İle Jelatinit Dinamitin Karşılaştırılması

4.2.7.1. Hasar Yaratma Bakımından Karşılaştırması

Bu tez kapsamında yapılan çalışmalar sonucunda, jelatinit dinamit ile piroteknik malzeme nin yarattıkları hasar Tablo 4.30'da verilmiştir.

Tablo 4.30: Jelatinit Dinamit ve Akfil AutoStem Kartuşlarının Yarattığı Hasar

Patlayıcı Türü	Beton Dayanımı (MPa)	Şarj Miktarı (gr)	Kolonda Oluşan Açıklık (cm)
Akfil AutoStem Kartuşları	8,66	40	95
Jelatinit Dinamit	10,21	250	62

Piroteknik malzeme ile jelatinit dinamitin hasar meydana getirme bakımından karşılaştırılmasında aşağıdaki adımlar izlenmiştir;

- 40 gr piroteknik malzeme $0,076 \text{ m}^3$ C8 sınıfı betonu ortadan kaldırmıştır. Buradan yola çıkılırsa 1 gr piroteknik malzeme $19 \times 10^{-4} \text{ m}^3$ C8 sınıfı betonu ortadan kaldırmaktadır.
- 250 gr jelatinit dinamit $0,0837 \text{ m}^3$ C10 sınıfı betonu ortadan kaldırmıştır. Buradan yola çıkılırsa 1 gr jelatinit dinamit $33 \times 10^{-5} \text{ m}^3$ C10 sınıfı betonu ortadan kaldırmaktadır.

Bulunan bu sonuçlardan yola çıkarak, piroteknik malzemenin jelatinit dinamite oranla çok daha fazla hasar meydana getirdiği söylenebilir. Ancak bu farkın miktarı, farklı beton kalitelerinde denemeler yapıldığından ötürü tam olarak belirlenememiştir.

4.2.7.2. Çevresel Etkiler Bakımından Karşılaştırma

Deneme atımlarında belirlenen güvenli mesafe ve meydana gelen gürültünün tespitinden yola çıkarak jelatinit dinamitin meydana gelen çevresel etkiler bakımından bir adım önde olduğu söylenebilir.

İki delikte eşit miktarda kullanılan toplam 250 gr jelatinit dinamit ile hiçbir güvenlik önlemi alınmadan gerçekleştirilen C10 sınıfı betondan meydana gelen kolonun patlatması sonucu kolondan savrulan beton parçaları 37 m uzağa gitmiştir. Ancak C8 sınıfı betonun tek delikte bulunan 20 gr piroteknik malzeme ile patlatılması sonucunda 39 m'ye kadar parça savrulması meydana gelmiştir.

Jelatinit dinamit ile yapılan deneme atımlarında özel olarak gürültüyü azaltıcı etkide bulunacak malzeme kullanımını gerektirecek bir rahatsızlıkla karşılaşılmamıştır. Ancak piroteknik malzeme ile yapılan deneme atımlarında yüksek miktarda gürültü meydana gelmiştir. Gürültüyü azaltmak için cam yünü kullanımına gidilmiştir.

4.2.7.3. Maliyet Bakımından Karşılaştırma

20 gr'lık Akfil AutoStem Kartuşları'nın fiyatının yaklaşık olarak 65 TL/adet olduğu öğrenilmiştir. Jelatinit dinamitin kilosu ise yaklaşık olarak 20 TL civarındadır. Jelatinit dinamitin kullanımında her ne kadar kapsül gereksinimi olsa da en pahalı kapsül çeşidi olan elektronik kapsül kullanılsa dahi fiyat bakımından piroteknik malzemeden daha avantajlı olmaktadır.

5. TARTIŞMA VE SONUÇ

Edirne Kapıkule Gümrük Lojman binalarının yıkılmasından varılan sonuçlar;

- Her ne kadar yan yatırma metoduna yakın bir tasarım uygulansa da bina olduğu yere çökmüştür. Bunun sebebi ateşleme yönü boyunca binanın boyunun yan yatamayacak kadar uzun olmasıdır.
- Yıkım gerçekleşirken yüksek miktarda parça savrulması gerçekleşmiştir. Bu parçalar, deneme atımları sonucu güvenli mesafe olarak karar kılınan bölgenin daha ötesine (yıkılan binaya 45 metre uzaklıkta) kadar gelmiştir. Bu da yetersiz güvenlik önlemleri ve yıkım süresinin kısa olmasının bir sonucudur.
- Yıkım sonrası bina gözlemlendiğinde, döşemeler üst üste binmiş ve patlayıcı yerleştirilmeyen yapı elemanlarının yeterli hasarı almadığı görülmüştür. Bunun sebebinin uygulanan yıkım tasarımının neden olduğu düşünülmektedir. Bunun üzerine yıkım SAP2000 programında modellenmiştir. Bu modelleme sonucunda Ek-7'de gösterilen uygulanan tasarım için gecikme başına kolonlara tesir eden yükler tespit edilmiştir ve ateşlemenin ileriki aşamalarında bazı kolon aşırı yük altında deforme olup yıkılması gerektiği görülmüştür. Bunun üzerine yapı elemanlarının deforme olmamasının sebebinin sadece ateşleme sırası olmadığı anlaşılmıştır ve aynı önerilen tasarımda olduğu gibi yıkım sırasında yeterli süre tanınırsa şayet yapı elemanlarının altında kaldıkları yük etkisiyle yıkılacağı görüşmüştür. Sonuç olarak, patlayıcı yerleştirilmeyen yapı elemanlarının deforme olmamasının sebebi ateşleme süresinin çok düşük olmasıyla binaya kendini taşıması için gereken süre binaya tanınmamasıdır.
- Edirne Kapıkule Gümrük Lojmanları Binası'nın patlayıcı ile yıkım maliyeti, makine ile yıkım maliyetinden daha fazladır. Bunun sebebi ise, işçi maliyetlerinden kaynaklanmaktadır. Bir delik ortalama 8 dakikada delinmektedir. Ancak binanın yıkıma hazır hale getirilmesi 10 gün sürmüştür. Daha planlı çalışmalarda, hazırlık süresi hem çok daha kısa hemde çok daha az maliyetli olarak halledilebilir.

Piroteknik malzemenin yapıların kontrollü yıkılmasında kullanılabilirliğinin test edilmesinde varılan sonuçlar;

- Deneme atımlarında kartuş üzerinde sıkılama elemanı olmasına rağmen bunun yetersiz gelmesi sonucu kartuş kolona zarar vermemiştir. Yeterli sıkılama uygulandığında ise kolonda jelatinit dinamitin yarattığı hasardan daha fazla hasar meydana getirmiştir. Ancak çevreyi rahatsız edecek boyutta gürültü ve parça savrulmasına neden olmaktadır.
- Piroteknik malzeme, patlayıcılar gibi yapı yıkımında etkili sonuçlar vermiştir. Ancak, gecikme verilemeyişi kontrollü yapı yıkımında kullanılmasına imkan vermemektedir. Kartuş içerisine bir gecikme elemanı eklenirse şayet kontrollü yapı yıkımlarında başarılı bir şekilde kullanılabilir.

KAYNAKLAR

- AKATAY, K., 2000, “Betonarme Binaların Kontrollü Patlatmalarla Yıkımı”, Yüksek Lisans Tezi, İstanbul Teknik Üniversitesi, Fen Bilimleri Enstitüsü, İnşaat Mühendisliği Bölümü
- AKFİL, 2013, Autostem Kartuşları Ürün Kataloğu, <http://www.akfil.net/tr/akfil-autostem-kartuslari>, (Ziyaret Tarihi:01/04/2013)
- ALDAŞ, G., ÖZKAZANÇ, M.O., 2000. “Patlayıcı Maddeler ve Patlatma Teknikleri” Kursu 2000, Barutsan, s. 103
- ALPSAR, 2012, M., http://www.maden.org.tr/resimler/ekler/44a4f59f6915741_ek.pdf, (Ziyaret Tarihi:20/11/2012)
- ALVER, Y., 2002, “Yapıların Patlayıcı Kullanılarak Yıkılması”, Yüksek Lisans Tezi, Ege Üniversitesi, Fen Bilimleri Enstitüsü, İzmir
- BARUTSAN ÜRÜN KATALOĞU, 2000, Elmadağ Barut Sanayi ve Ticaret A.Ş., Ankara
- BİLGİN H. A., 1999. “Patlatma Kaynaklı Çevre Sorunları”, Barutsan dergisi, s. 38-40
- BRAUER, K., 1974, Handbook of Pyrotechnics, 402 pp.
- ÇAKIROĞLU, A. VE ÇETMELİ, E., 1983, Yapı Statiği I, Cilt I, 301 s.
- DELME PATLATMA PORTALI, 2012, <http://www.delmepatlatma.org/>, (Ziyaret Tarihi:15/11/2012)
- DİKİCİ, G., 2012, Patlayıcı Maddeler, <http://www.genbilim.com/content/view/973/75/>, (Ziyaret Tarihi:05.01.2013)
- DOWDING, H.C., 1996, Construction Vibration, pp. 265-283, Prentice Hall, Upper Saddle River, NJ, U.K.
- DRILLER, 2013, D&L Thomas Equipment Corp. Şirketi Web Sitesi, [www.Driller, 2013.com/Driller, 2013.htm](http://www.Driller.com/Driller,2013.htm), (Ziyaret Tarihi:15/03/2013)
- EKİZ, İ., 2010, Yapı Statiği I - İzometrik Sistemler, 578 s.
- EKİZ, İ., 2008, Yapı Statiği II – Yapı Sistemlerinde Yer Değiştirmelerin ve Hiperstatik Sistemlerin Hesap Yöntemleri, 632 s.

- ELLIOT, R.J., WOOLF, R., 2001, Demolition Blasting of Reinforced Concrete Structures, Proceedings of the 1st World Conference of Explosives & Blasting Technique, Munich, Germany, 6-8 September, 397-403
- ERKOÇ, Ö.Y., 1990, Kaya Patlatma Tekniği, Çelikler Matbaacılık, s. 164
- EXTREME EXPLOSIONS, 2010, Discovery Channel Belgesel Seti,
- GOEBEL, G., 2002, Pyrotechnics, Explosives & Fireworks, <http://www.faqs.org/docs/air/ttpyro.html>, (Ziyaret Tarihi:10/04/2014)
- GÖRGÜN, S., 2002, “Kontrollü Patlatma İlkelerinin Yapıların Yıkılmasında Kullanılabilirliği”, Yüksek Lisans Tezi, İstanbul Üniversitesi, Maden Mühendisliği Bölümü
- 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
- KAHRİMAN, A., 1999, “Açık Maden ve Taş Ocaklarında Kaya Patlatma Teknolojisi”, Eğitim Semineri,
- KALAYCI, Ü. 2011, ‘Patlatmada Harcanan Faydalı Enerji İle Patlatma Verimi Arasındaki İlişkinin Araştırılması’, Yüksek Lisans Tezi, İstanbul Üni.
- KOCA, O., 2006, “Patlayıcı Maddelerle Kontrollü Yapı Yıkımı”, Yüksek Lisans Tezi, İstanbul Teknik Üniversitesi, İnşaat Mühendisliği Bölümü
- KÖMÜRCÜGİL, T., 1969, Patlayıcı Maddeler ve Atım Tekniği, DSİ Matbaası, Ankara
- NİTROMAK, 2001, Patlayıcı Maddeler ve Patlatma Teknikleri
- OEHM, W., 1992, Kinematische bedingungen beim sprengen starrer bauwerke, Nobel Hefte, Heft 1:16-20
- OLOFFSON, S.O., 1980, Applied Explosives Technology for Construction and Mining, pp. 268-277
- ONUR, A.H., KOCAK, G., KARAKUŞ, D., 2001, "Patlatmadan Kaynaklanan Yer Sarsıntılarının Binalar Üzerindeki Etkisinin Araştırılması", Tübitak Proje No: YDABÇAĞ-199Y002
- OSMRE, Federal Regulations, 2004. Code of Federal Regulations 30 CFR Part 700,
- ÖZER, Ü.; KARADOĞAN, A., 2012, “Patlatmalı Yapı Yıkım Tekniği, Binalarda Patlayıcı Kullanılarak Yıkım Tekniği”, İleri Yıkım Teknikleri Eğitimi

- SALTOĞLU, S. 1970, Madenlerde Hazırlık ve Kazı İşleri, İstanbul Teknik Üniversite Matbaası, s. 89-127
- ŞERAN, O. ve AKAY, T., 1999, “Açık Ocaklarda Delme Patlatma Tasarımı ve Türkiye Kömür İşletmeleri Çan Linyitleri İşletmesinin Delme Patlatma Etüdü”, Bitirme Projesi, İ.Ü. Mühendislik fakültesi Maden Mühendisliği Bölümü, İstanbul.
- ŞİMŞİR, F. ve KÖSE, H., 1996, Yapı Yıkımında Patlatma Uygulamaları, T.M.M.O.B. Madencilik Dergisi, Ankara , 3, 39-56
- SOSYAL, Ö., 1998, “Betonarme Binaların Kontrollü Patlatmalarla Yıkılması”, Yüksek Lisans Tezi, İTÜ Fen Bilimleri Enstitüsü
- STEVENSTON, A., 1972, Blasting Practice, Nobel’s Explosives Company Limited, Scotland
- THOMAS, K., 1985, Formeln zur landemengenberechnung für das sprengen von bauwerken und bauverkeilen, Nobel Hefte, April-Juni: 83-90
- TOPAL, İ., 2004 “Madencilikte Çevreye Duyarlı Patlatma Tasarımı Programı”, Yüksek Lisans Tezi
- TOPÇU, A., 2011, “Yapılarda Patlatma Hasarlarını Azaltıcı Önlemler”, Eskişehir Osmangazi Üniversitesi, İnşaat Mühendisliği Bölümü
- TS500, 2000, Türk Standardı
- TS708, 2010, Türk Standardı
- TÜRK, K., 2011, Betonarme I Ders Notları, Harran Üniversitesi, Mühendislik Fakültesi, İnşaat Mühendisliği Bölümü
- UYSAI, H. 2012, “Bilgisayar Destekli Yapı Tasarımı”, Bitirme Ödevi, Yıldız Teknik Üniversitesi, İnşaat Mühendisliği Bölümü
- ÜNAL, D., 2005, “Açık İşletmelerde Kullanılan Patlayıcılar ve Patlamalardaki Yeni Teknolojiler ve Uygulamaları”, Dokuz Eylül Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü Yüksek Lisans Tezi
- YTÜ Ders Notları, Yıldız Teknik Üniversitesi SAP2000 Ders Notları
- ZORBOZAN ve AYDEMİR, 2013, Bileşik eğilme etkisindeki dikdörtgen kesitli betonarme kolonların karşılıklı etkileşim diyagramları (Ara donatısız S220), <http://www.yildiz.edu.tr/~caydemir/bet1/abak1.pdf>

EKLER

EK 1: Simetrik Donatılı Kolonların Karşılıklı Etki Diyagramı ($z_s/h=0,8$) (Zorbozan ve Aydemir, 2013)

EK 2: Simetrik Donatılı Kolonların Karşılıklı Etki Diyagramı ($z_s/h=0,85$) (Zorbozan ve Aydemir, 2013)

EK 3: Simetrik Donatılı Kolonların Karşılıklı Etki Diyagramı ($z_s/h=0,9$) (Zorbozan ve Aydemir, 2013)

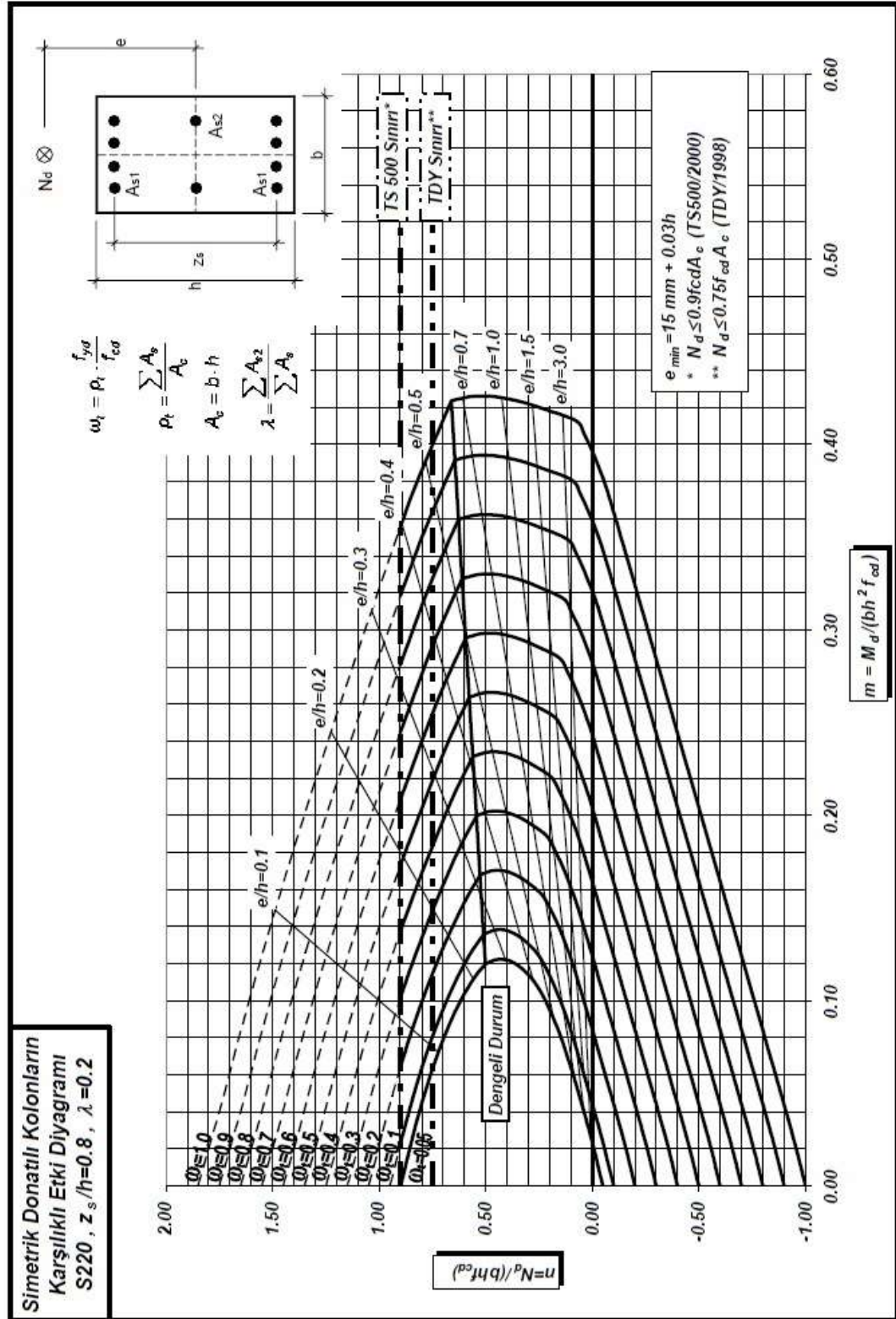
EK 4: Edirne Kapıkule Gümrük Lojman Binası Başlangıç Anında Kolonlara Tesir Eden Yükler

EK 5: Test Binası Başlangıç Anında Kolonlara Tesir Eden Yükler

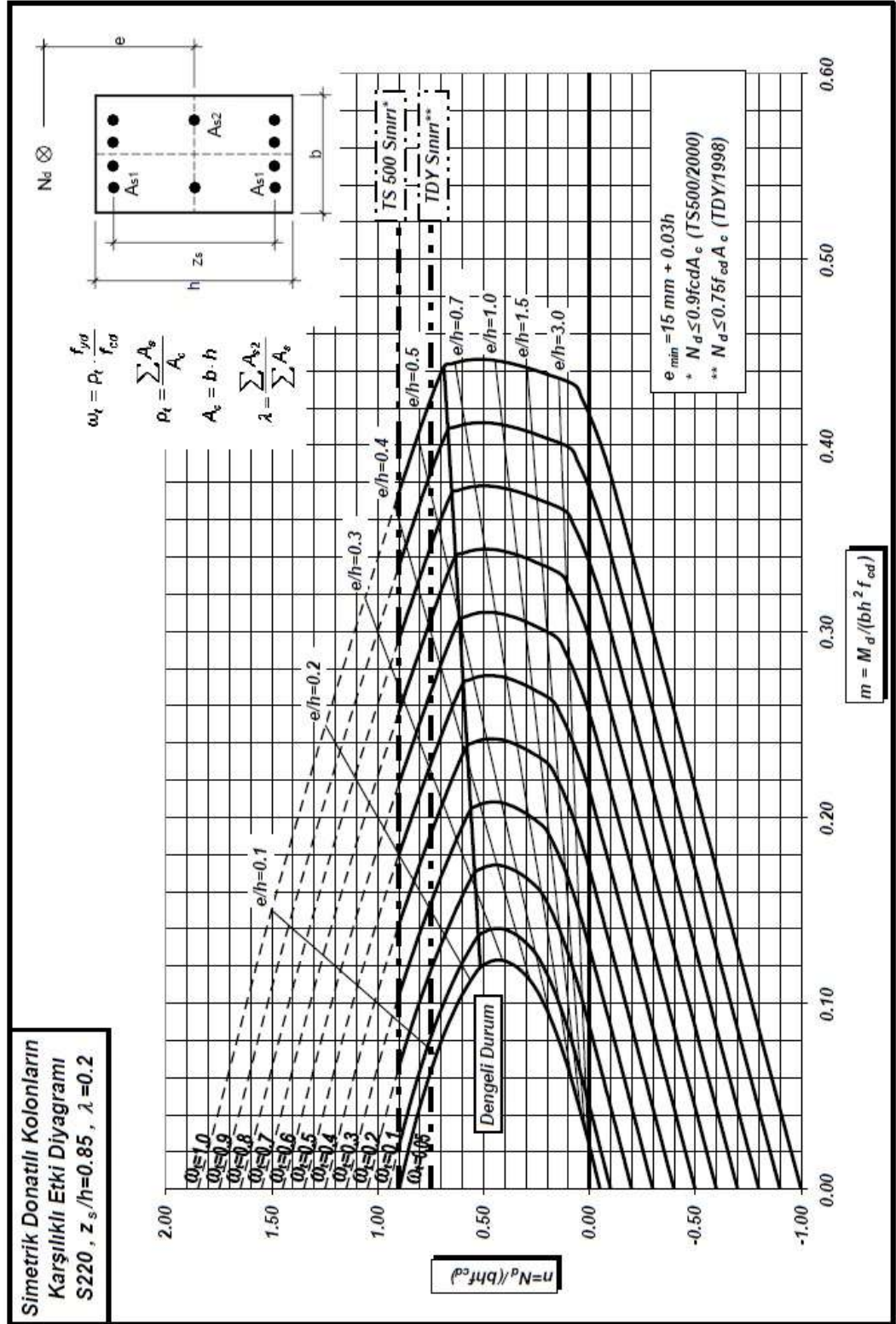
EK 6: CD'deki Önerilen Tasarımda Gecikme Başına Kolonlara Tesir Eden Yükler

EK 7: CD'deki Uygulanan Tasarımda Gecikme Başına Kolonlara Tesir Eden Yükler

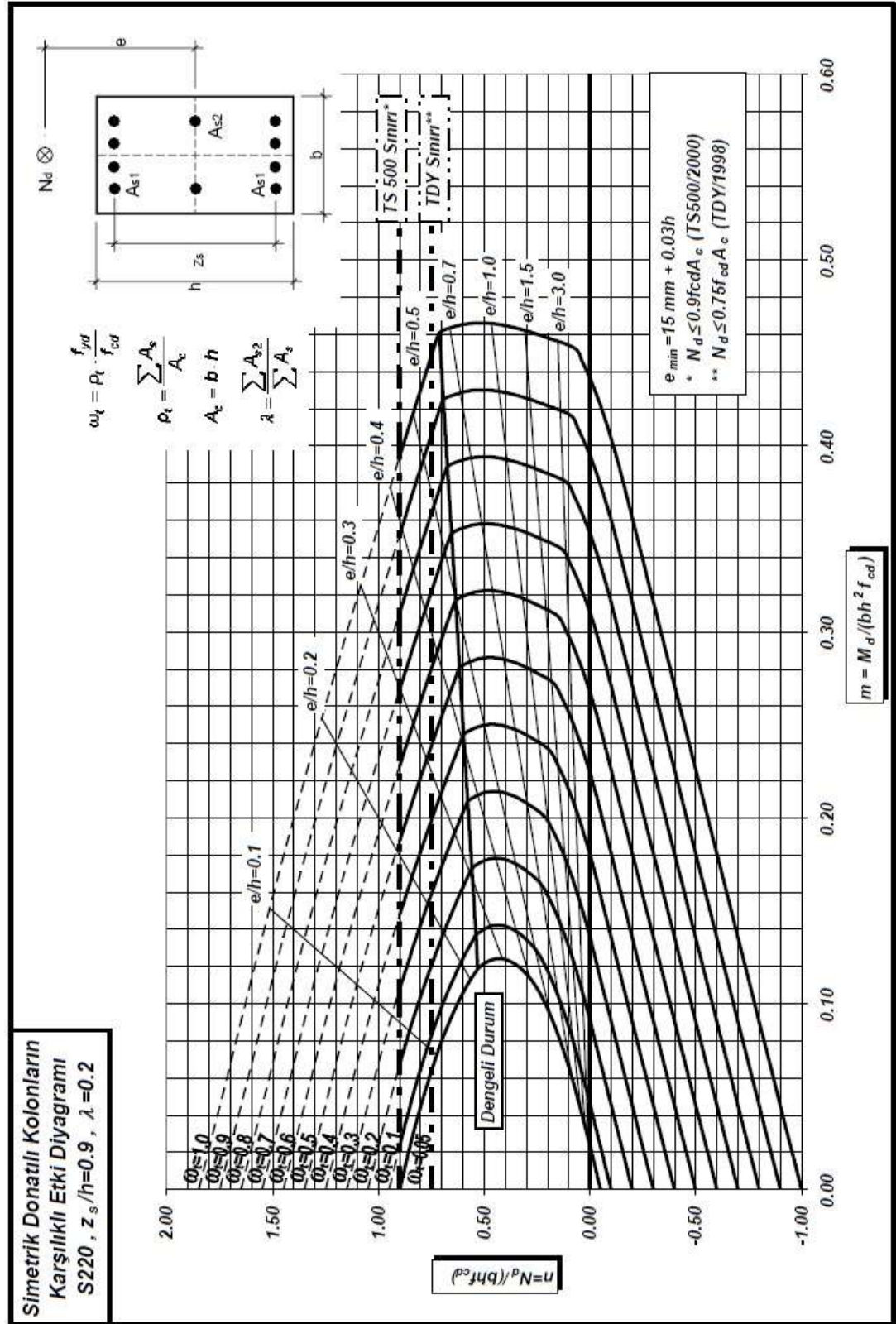
EK 1: Simetrik Donatılı Kolonların Karşılıklı Etki Diyagramı ($z_s/h=0,8$) (Zorbozan ve Aydemir, 2013)



EK 2: Simetrik Donatılı Kolonların Karşılıklı Etki Diyagramı ($z_s/h=0,85$) (Zorbozan ve Aydemir, 2013)



EK 3: Simetrik Donatılı Kolonların Karşılıklı Etki Diyagramı ($z_s/h=0,9$) (Zorbozan ve Aydemir, 2013)



EK 4: Edirne Kapıkule Gümrük Lojman Binası Başlangıç Anında Kolonlarına Tesir Eden Yükler

KOLON		ZEMİN		1. KAT		2. KAT		3.KAT	
No.	Kısım	P (kN)	My (KN-m)	P (kN)	My (KN-m)	P (kN)	My (KN-m)	P (kN)	My (KN-m)
1	Alt	-128,47	-1,02	-100,90	-3,44	-67,68	-4,74	-30,76	-5,97
1	Orta	-123,41	0,51	-95,84	0,26	-62,62	0,12	-25,70	0,47
1	Üst	-118,35	2,04	-90,77	3,96	-57,56	4,98	-20,64	6,91
2	Alt	-322,61	-4,15	-237,87	-11,76	-157,03	-10,45	-79,18	-12,32
2	Orta	-317,55	2,13	-232,81	-0,29	-151,97	-0,17	-74,12	1,51
2	Üst	-312,48	8,40	-227,75	11,19	-146,91	10,10	-69,05	15,34
3	Alt	-167,40	-3,02	-127,72	-8,64	-85,68	-8,33	-41,74	-10,11
3	Orta	-162,33	1,53	-122,66	-0,09	-80,62	-0,07	-36,68	1,31
3	Üst	-157,27	6,07	-117,60	8,46	-75,56	8,18	-31,61	12,74
4	Alt	-125,00	-1,60	-100,20	-5,14	-67,85	-6,05	-30,35	-7,78
4	Orta	-119,93	0,82	-95,14	0,18	-62,78	0,09	-25,29	0,77
4	Üst	-114,87	3,25	-90,08	5,50	-57,72	6,22	-20,23	9,32
5	Alt	-444,54	-5,51	-312,77	-16,42	-201,24	-16,20	-102,65	-18,49
5	Orta	-439,48	2,85	-307,71	-0,08	-196,18	0,01	-97,59	1,27
5	Üst	-434,41	11,21	-302,65	16,25	-191,12	16,22	-92,53	21,03
6	Alt	-327,12	-1,86	-258,60	-4,90	-178,23	-3,97	-90,54	-4,79
6	Orta	-322,06	0,92	-253,54	-0,21	-173,16	-0,14	-85,48	0,93
6	Üst	-316,99	3,70	-248,48	4,49	-168,10	3,69	-80,41	6,66
7	Alt	-211,32	1,34	-159,90	4,07	-107,82	3,61	-55,43	4,80
7	Orta	-205,69	-0,71	-154,28	0,07	-102,20	0,08	-49,81	-0,74
7	Üst	-200,07	-2,77	-148,65	-3,94	-96,57	-3,44	-44,18	-6,27
8	Alt	-373,30	1,40	-276,78	4,40	-183,73	3,77	-92,94	4,90
8	Orta	-367,68	-0,77	-271,15	0,09	-178,10	0,07	-87,32	-0,54
8	Üst	-362,05	-2,94	-265,53	-4,22	-172,48	-3,63	-81,69	-5,97
9	Alt	-149,70	-1,89	-120,23	-5,90	-80,67	-5,56	-34,08	-7,55
9	Orta	-144,08	1,07	-114,61	-0,02	-75,05	-0,19	-28,46	1,52
9	Üst	-138,45	4,03	-108,98	5,86	-69,42	5,17	-22,83	10,58
10	Alt	-417,45	-3,77	-303,55	-11,32	-201,72	-10,86	-108,27	-13,75
10	Orta	-411,83	2,08	-297,92	-0,08	-196,10	-0,16	-102,64	2,13
10	Üst	-406,20	7,92	-292,30	11,16	-190,47	10,54	-97,02	18,00
11	Alt	-212,53	-0,35	-162,09	-0,75	-109,35	-2,05	-55,12	-2,33
11	Orta	-206,91	0,08	-156,47	0,23	-103,72	0,11	-49,49	0,47
11	Üst	-201,28	0,52	-150,84	1,21	-98,10	2,27	-43,87	3,28
12	Alt	-185,96	0,18	-139,24	0,78	-92,85	1,15	-46,68	1,54
12	Orta	-180,33	-0,10	-133,62	-0,08	-87,23	-0,05	-41,05	-0,06
12	Üst	-174,71	-0,39	-127,99	-0,93	-81,60	-1,25	-35,43	-1,65
13	Alt	-280,46	0,18	-209,43	1,13	-138,59	1,79	-67,68	2,77
13	Orta	-274,83	-0,13	-203,81	-0,16	-132,96	-0,08	-62,06	-0,18
13	Üst	-269,21	-0,44	-198,18	-1,46	-127,34	-1,95	-56,43	-3,14
14	Alt	-212,40	-0,06	-161,29	0,14	-108,42	0,43	-54,50	0,90
14	Orta	-201,71	0,01	-150,60	-0,09	-97,73	-0,01	-43,82	-0,16
14	Üst	-191,03	0,09	-139,91	-0,31	-87,05	-0,44	-33,13	-1,22
15	Alt	-355,65	-0,01	-269,74	0,58	-181,20	0,74	-90,71	1,58
15	Orta	-344,96	-0,05	-259,05	-0,09	-170,51	-0,01	-80,02	-0,14
15	Üst	-334,27	-0,09	-248,36	-0,75	-159,82	-0,76	-69,34	-1,86
16	Alt	-224,33	0,48	-177,43	1,25	-118,87	0,53	-52,11	0,71
16	Orta	-218,71	-0,27	-171,81	0,13	-113,25	0,13	-46,48	-0,41
16	Üst	-213,08	-1,02	-166,18	-0,98	-107,62	-0,28	-40,86	-1,53
17	Alt	-490,87	1,57	-361,52	4,64	-242,14	3,54	-130,08	4,36
17	Orta	-485,24	-0,90	-355,89	0,21	-236,51	0,16	-124,45	-0,76
17	Üst	-479,62	-3,37	-350,27	-4,23	-230,89	-3,22	-118,83	-5,89
18	Alt	-802,89	-0,09	-592,15	-0,24	-389,79	-1,27	-192,97	-1,77
18	Orta	-797,26	-0,01	-586,53	0,21	-384,16	0,06	-187,34	0,47
18	Üst	-791,64	0,07	-580,90	0,67	-378,54	1,40	-181,72	2,72
19	Alt	-221,27	-0,37	-166,97	-0,98	-111,80	-1,07	-56,07	-1,26
19	Orta	-210,58	0,17	-156,28	0,01	-101,11	0,00	-45,38	0,19
19	Üst	-199,89	0,72	-145,60	0,99	-90,42	1,08	-34,69	1,64
20	Alt	-413,09	-0,29	-309,70	-0,66	-206,47	-1,05	-103,03	-1,18
20	Orta	-402,41	0,11	-299,02	0,06	-195,78	0,02	-92,34	0,24
20	Üst	-391,72	0,51	-288,33	0,77	-185,10	1,09	-81,65	1,65
21	Alt	-297,76	-3,25	-230,97	-9,66	-154,91	-8,51	-72,36	-10,95
21	Orta	-292,14	1,81	-225,34	-0,20	-149,28	-0,27	-66,74	2,04

21	Üst	-286,51	6,87	-219,72	9,25	-143,66	7,96	-61,11	15,02
22	Alt	-518,04	-3,28	-380,04	-9,55	-252,75	-8,12	-133,02	-9,88
22	Orta	-512,41	1,82	-374,41	-0,29	-247,13	-0,24	-127,40	1,59
22	Üst	-506,79	6,92	-368,79	8,97	-241,50	7,65	-121,77	13,05
23	Alt	-572,84	0,61	-433,62	2,02	-289,77	2,01	-142,75	2,88
23	Orta	-567,21	-0,36	-427,99	-0,03	-284,15	0,08	-137,13	-0,61
23	Üst	-561,59	-1,32	-422,37	-2,08	-278,52	-1,85	-131,50	-4,09
24	Alt	-204,04	-0,37	-155,31	-1,40	-104,72	-2,22	-52,97	-3,19
24	Orta	-197,74	0,18	-149,01	0,18	-98,42	0,05	-46,67	0,46
24	Üst	-191,44	0,74	-142,71	1,76	-92,12	2,32	-40,37	4,10
25	Alt	-288,98	0,39	-215,37	1,22	-142,70	1,07	-70,46	1,31
25	Orta	-282,68	-0,21	-209,07	0,02	-136,40	0,01	-64,16	-0,10
25	Üst	-276,38	-0,82	-202,77	-1,18	-130,10	-1,05	-57,86	-1,50
26	Alt	-627,10	0,00	-467,26	0,00	-310,96	0,00	-157,38	0,00
26	Orta	-621,48	0,00	-461,64	0,00	-305,33	0,00	-151,76	0,00
26	Üst	-615,85	0,00	-456,01	0,00	-299,71	0,00	-146,13	0,00
27	Alt	-558,05	0,00	-413,10	0,00	-274,14	0,00	-139,71	0,00
27	Orta	-551,75	0,00	-406,80	0,00	-267,84	0,00	-133,41	0,00
27	Üst	-545,45	0,00	-400,50	0,00	-261,54	0,00	-127,11	0,00
28	Alt	-242,30	0,00	-185,43	0,00	-124,66	0,00	-60,87	0,00
28	Orta	-236,00	0,00	-179,13	0,00	-118,36	0,00	-54,57	0,00
28	Üst	-229,70	0,00	-172,83	0,00	-112,06	0,00	-48,27	0,00
29	Alt	-297,76	3,25	-230,97	9,66	-154,91	8,51	-72,36	10,95
29	Orta	-292,14	-1,81	-225,34	0,20	-149,28	0,27	-66,74	-2,04
29	Üst	-286,51	-6,87	-219,72	-9,25	-143,66	-7,96	-61,11	-15,02
30	Alt	-518,04	3,28	-380,04	9,55	-252,75	8,12	-133,02	9,88
30	Orta	-512,41	-1,82	-374,41	0,29	-247,13	0,24	-127,40	-1,59
30	Üst	-506,79	-6,92	-368,79	-8,97	-241,50	-7,65	-121,77	-13,05
31	Alt	-572,84	-0,61	-433,62	-2,02	-289,77	-2,01	-142,75	-2,88
31	Orta	-567,21	0,36	-427,99	0,03	-284,15	-0,08	-137,13	0,61
31	Üst	-561,59	1,32	-422,37	2,08	-278,52	1,85	-131,50	4,09
32	Alt	-204,04	0,37	-155,31	1,40	-104,72	2,22	-52,97	3,19
32	Orta	-197,74	-0,18	-149,01	-0,18	-98,42	-0,05	-46,67	-0,46
32	Üst	-191,44	-0,74	-142,71	-1,76	-92,12	-2,32	-40,37	-4,10
33	Alt	-288,98	-0,39	-215,37	-1,22	-142,70	-1,07	-70,46	-1,31
33	Orta	-282,68	0,21	-209,07	-0,02	-136,40	-0,01	-64,16	0,10
33	Üst	-276,38	0,82	-202,77	1,18	-130,10	1,05	-57,86	1,50
34	Alt	-221,27	0,37	-166,97	0,98	-111,80	1,07	-56,07	1,26
34	Orta	-210,58	-0,17	-156,28	-0,01	-101,11	0,00	-45,38	-0,19
34	Üst	-199,89	-0,72	-145,60	-0,99	-90,42	-1,08	-34,69	-1,64
35	Alt	-413,09	0,29	-309,70	0,66	-206,47	1,05	-103,03	1,18
35	Orta	-402,41	-0,11	-299,02	-0,06	-195,78	-0,02	-92,34	-0,24
35	Üst	-391,72	-0,51	-288,33	-0,77	-185,10	-1,09	-81,65	-1,65
36	Alt	-224,33	-0,48	-177,43	-1,25	-118,87	-0,53	-52,11	-0,71
36	Orta	-218,71	0,27	-171,81	-0,13	-113,25	-0,13	-46,48	0,41
36	Üst	-213,08	1,02	-166,18	0,98	-107,62	0,28	-40,86	1,53
37	Alt	-490,87	-1,57	-361,52	-4,64	-242,14	-3,54	-130,08	-4,36
37	Orta	-485,24	0,90	-355,89	-0,21	-236,51	-0,16	-124,45	0,76
37	Üst	-479,62	3,37	-350,27	4,23	-230,89	3,22	-118,83	5,89
38	Alt	-802,89	0,09	-592,15	0,24	-389,79	1,27	-192,97	1,77
38	Orta	-797,26	0,01	-586,53	-0,21	-384,16	-0,06	-187,34	-0,47
38	Üst	-791,64	-0,07	-580,90	-0,67	-378,54	-1,40	-181,72	-2,72
39	Alt	-212,40	0,06	-161,29	-0,14	-108,42	-0,43	-54,50	-0,90
39	Orta	-201,71	-0,01	-150,60	0,09	-97,73	0,01	-43,82	0,16
39	Üst	-191,03	-0,09	-139,91	0,31	-87,05	0,44	-33,13	1,22
40	Alt	-355,65	0,01	-269,74	-0,58	-181,20	-0,74	-90,71	-1,58
40	Orta	-344,96	0,05	-259,05	0,09	-170,51	0,01	-80,02	0,14
40	Üst	-334,27	0,09	-248,36	0,75	-159,82	0,76	-69,34	1,86
41	Alt	-149,70	1,89	-120,23	5,90	-80,67	5,56	-34,08	7,55
41	Orta	-144,08	-1,07	-114,61	0,02	-75,05	0,19	-28,46	-1,52
41	Üst	-138,45	-4,03	-108,98	-5,86	-69,42	-5,17	-22,83	-10,58
42	Alt	-417,45	3,77	-303,55	11,32	-201,72	10,86	-108,27	13,75
42	Orta	-411,83	-2,08	-297,92	0,08	-196,10	0,16	-102,64	-2,13
42	Üst	-406,20	-7,92	-292,30	-11,16	-190,47	-10,54	-97,02	-18,00
43	Alt	-212,53	0,35	-162,09	0,75	-109,35	2,05	-55,12	2,33
43	Orta	-206,91	-0,08	-156,47	-0,23	-103,72	-0,11	-49,49	-0,47
43	Üst	-201,28	-0,52	-150,84	-1,21	-98,10	-2,27	-43,87	-3,28
44	Alt	-185,96	-0,18	-139,24	-0,78	-92,85	-1,15	-46,68	-1,54
44	Orta	-180,33	0,10	-133,62	0,08	-87,23	0,05	-41,05	0,06

44	Üst	-174,71	0,39	-127,99	0,93	-81,60	1,25	-35,43	1,65
45	Alt	-280,46	-0,18	-209,43	-1,13	-138,59	-1,79	-67,68	-2,77
45	Orta	-274,83	0,13	-203,81	0,16	-132,96	0,08	-62,06	0,18
45	Üst	-269,21	0,44	-198,18	1,46	-127,34	1,95	-56,43	3,14
46	Alt	-211,32	-1,34	-159,90	-4,07	-107,82	-3,61	-55,43	-4,80
46	Orta	-205,69	0,71	-154,28	-0,07	-102,20	-0,08	-49,81	0,74
46	Üst	-200,07	2,77	-148,65	3,94	-96,57	3,44	-44,18	6,27
47	Alt	-373,30	-1,40	-276,78	-4,40	-183,73	-3,77	-92,94	-4,90
47	Orta	-367,68	0,77	-271,15	-0,09	-178,10	-0,07	-87,32	0,54
47	Üst	-362,05	2,94	-265,53	4,22	-172,48	3,63	-81,69	5,97
48	Alt	-125,00	1,60	-100,20	5,14	-67,85	6,05	-30,35	7,78
48	Orta	-119,93	-0,82	-95,14	-0,18	-62,78	-0,09	-25,29	-0,77
48	Üst	-114,87	-3,25	-90,08	-5,50	-57,72	-6,22	-20,23	-9,32
49	Alt	-444,54	5,51	-312,77	16,42	-201,24	16,20	-102,65	18,49
49	Orta	-439,48	-2,85	-307,71	0,08	-196,18	-0,01	-97,59	-1,27
49	Üst	-434,41	-11,21	-302,65	-16,25	-191,12	-16,22	-92,53	-21,03
50	Alt	-327,12	1,86	-258,60	4,90	-178,23	3,97	-90,54	4,79
50	Orta	-322,06	-0,92	-253,54	0,21	-173,16	0,14	-85,48	-0,93
50	Üst	-316,99	-3,70	-248,48	-4,49	-168,10	-3,69	-80,41	-6,66
51	Alt	-128,47	1,02	-100,90	3,44	-67,68	4,74	-30,76	5,97
51	Orta	-123,41	-0,51	-95,84	-0,26	-62,62	-0,12	-25,70	-0,47
51	Üst	-118,35	-2,04	-90,77	-3,96	-57,56	-4,98	-20,64	-6,91
52	Alt	-322,61	4,15	-237,87	11,76	-157,03	10,45	-79,18	12,32
52	Orta	-317,55	-2,13	-232,81	0,29	-151,97	0,17	-74,12	-1,51
52	Üst	-312,48	-8,40	-227,75	-11,19	-146,91	-10,10	-69,05	-15,34
53	Alt	-167,40	3,02	-127,72	8,64	-85,68	8,33	-41,74	10,11
53	Orta	-162,33	-1,53	-122,66	0,09	-80,62	0,07	-36,68	-1,31
53	Üst	-157,27	-6,07	-117,60	-8,46	-75,56	-8,18	-31,61	-12,74

EK 5: Test Binası Başlangıç Anında Kolonlara Tesir Eden Yükler

KOLON		Zemin Kat			Üst Kat		
		Etkiyen Yükler			Etkiyen Yükler		
No.	Kısım	P (kN)	My (kN-m)	Mx (kN-m)	P (kN)	My (kN-m)	Mx (kN-m)
1	Alt	-7,76	-0,96	-1,43	-3,10	-4,03	-4,55
1	Orta	-5,06	0,65	0,50	-0,40	0,53	0,26
1	Üst	-2,36	2,27	2,42	2,30	5,10	5,08
2	Alt	-168,65	-2,12	-0,51	-84,32	-7,34	-0,28
2	Orta	-165,95	1,05	-0,65	-81,62	0,54	-0,09
2	Üst	-163,25	4,23	-0,79	-78,92	8,42	0,09
3	Alt	-178,19	-2,21	-0,22	-88,80	-7,59	0,99
3	Orta	-175,49	1,06	-0,81	-86,10	0,54	-0,31
3	Üst	-172,79	4,32	-1,40	-83,40	8,68	-1,61
4	Alt	-29,96	-2,04	0,69	-14,27	-6,62	7,41
4	Orta	-24,56	0,12	-2,20	-8,87	0,76	-1,80
4	Üst	-19,16	2,27	-5,09	-3,47	8,15	-11,02
5	Alt	-199,18	-2,34	2,61	-100,44	-8,19	14,43
5	Orta	-193,78	0,28	-2,80	-95,04	1,10	-3,16
5	Üst	-188,38	2,91	-8,22	-89,64	10,40	-20,76
6	Alt	-97,75	-0,79	-1,47	-49,47	-1,68	-2,57
6	Orta	-92,35	-0,09	-0,76	-44,07	-0,10	0,13
6	Üst	-86,95	0,61	-0,06	-38,67	1,48	2,84
7	Alt	-84,86	-0,34	-0,58	-42,96	-0,95	0,16
7	Orta	-82,16	0,16	-0,50	-40,26	-0,02	-0,28
7	Üst	-79,46	0,65	-0,42	-37,56	0,92	-0,72
8	Alt	-197,94	-1,30	-4,93	-99,79	-6,27	-16,41
8	Orta	-192,54	0,97	0,95	-94,39	1,14	2,69
8	Üst	-187,14	3,24	6,84	-88,99	8,55	21,79
9	Alt	-240,85	0,18	-7,95	-119,76	0,47	-29,51
9	Orta	-237,47	-0,02	3,56	-116,39	-0,02	3,66
9	Üst	-234,10	-0,22	15,07	-113,01	-0,51	36,82
10	Alt	-90,31	0,04	0,04	-45,67	-0,45	0,78
10	Orta	-87,61	-0,06	-0,15	-42,97	0,16	-0,20
10	Üst	-84,91	-0,15	-0,35	-40,27	0,78	-1,19
11	Alt	-90,39	0,00	-0,81	-45,53	-0,21	-2,55
11	Orta	-87,69	-0,05	-0,10	-42,83	0,05	0,52
11	Üst	-84,99	-0,09	0,60	-40,13	0,31	3,59
12	Alt	-230,99	-0,06	6,68	-114,14	-0,07	26,52
12	Orta	-228,29	-0,08	-4,07	-111,44	-0,02	-3,10
12	Üst	-225,59	-0,11	-14,83	-108,74	0,03	-32,71
13	Alt	-56,56	1,42	1,48	-28,06	8,60	9,12
13	Orta	-50,08	-1,85	-1,72	-21,58	-2,12	-1,99
13	Üst	-43,60	-5,11	-4,93	-15,10	-12,85	-13,09
14	Alt	-205,95	3,37	0,21	-103,78	13,90	2,40
14	Orta	-200,55	-2,07	-0,66	-98,38	-3,09	-0,49
14	Üst	-195,15	-7,51	-1,52	-92,98	-20,08	-3,37
15	Alt	-172,82	3,05	0,03	-86,12	11,51	1,06
15	Orta	-169,44	-1,56	-0,37	-82,74	-1,39	-0,14
15	Üst	-166,07	-6,17	-0,78	-79,37	-14,28	-1,34
16	Alt	-42,64	1,78	-3,54	-21,18	6,40	-9,31
16	Orta	-37,57	-0,83	0,11	-16,12	-0,61	1,99
16	Üst	-32,51	-3,45	3,77	-11,06	-7,62	13,29

ÖZGEÇMİŞ

Ad - Soyad: Meriç Can ÖZYURT

Doğum Tarihi: 8 Temmuz 1988

Doğum Yeri: Fatih/İSTANBUL

Medeni Hali: Bekar

Eğitim Bilgileri

2003-2006, İhsan Mermerci Lisesi,

2007-2011, İstanbul Üniversitesi Mühendislik Fakültesi Maden Mühendisliği Bölümü,

2011-?, İstanbul Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü Maden Mühendisliği Bölümü

Yabancı Diller

İngilizce (İyi), Almanca (Başlangıç)

Bilgisayar Bilgisi

Microsoft Office, Surpac, NetCAD, AutoCAD, Adobe Photoshop, Split Desktop, SAP2000, Del-Pat, ProAnalyst, Kinovea, Blastware, Minesight

Mesleki Deneyim

2009, TTK Kozlu (Stajyer),

2010, Cebeci Taş Ocakları (Stajyer),

2013-Devam Ediyor, İstanbul Üniversitesi (Araştırma Görevlisi)

İletişim Bilgileri

Adres: Sümer Mahallesi, Turan Güneş Caddesi, Bausan Veliefendi Evleri, Eren Apt.,
D:24 Zeytinburnu/İSTANBUL

İş Adresi: İstanbul Üniversitesi, Mühendislik Fakültesi, Maden Mühendisliği Bölümü,
Avcılar/İSTANBUL

E-mail: mericcan.ozyurt@gmail.com

İş E-mail: meric.ozyurt@istanbul.edu.tr

Telefon: 0212 547 76 76

Cep Telefonu: 0536 773 22 88

İş Telefonu: 0212 473 70 70 - 17871