



**T.C.
Bursa Uludağ Üniversitesi
Fen Bilimleri Enstitüsü**

**BETONARME YAPILARIN YIKIMI VE YIKIM
TEKNİKLERİNİN UYGULANABİLİRLİK, ZAMAN VE
MALİYET AÇILARINDAN İRDELENMESİ**

Ferhat GÜVEN

Yüksek Lisans Tezi



**BETONARME YAPILARIN YIKIMI VE YIKIM
TEKNİKLERİNİN UYGULANABİLİRLİK, ZAMAN VE
MALİYET AÇILARINDAN İRDELENMESİ**

Ferhat GÜVEN



T.C.
BURSA ULUDAĞ ÜNİVERSİTESİ
FEN BİLİMLERİ ENSTİTÜSÜ

**BETONARME YAPLARIN YIKIMI VE YIKIM TEKNİKLERİNİN
UYGULANABİLİRLİK, ZAMAN VE MALİYET AÇILARINDAN
İRDELENMESİ**

Ferhat GÜVEN

Prof. Dr. Adem DOĞANGÜN
(Danışman)

YÜKSEK LİSANS TEZİ
İNŞAAT MÜHENDİSLİĞİ ANABİLİM DALI

BURSA – 2019

TEZ ONAYI

Ferhat GÜVEN tarafından hazırlanan “BETONARME YAPILARIN YIKIMI VE YIKIM TEKNİKLERİNİN UYGULANABİLİRLİK, ZAMAN VE MALİYET AÇILARINDAN İRDELENMESİ” adlı tez çalışması aşağıdaki jüri tarafından oy birliği ile Bursa Uludağ Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü İnşaat Anabilim Dalı’nda **YÜKSEK LİSANS TEZİ** olarak kabul edilmiştir.

Danışman : Prof. Dr. Adem DOĞANGÜN

Başkan : Prof. Dr. Adem DOĞANGÜN
Uludağ Üniversitesi, Mühendislik Fakültesi,
İnşaat Mühendisliği Anabilim Dalı

İmza

Üye : Dr. Öğr. Üyesi Serkan SAĞIROĞLU
Uludağ Üniversitesi, Mühendislik Fakültesi,
İnşaat Mühendisliği Anabilim Dalı

İmza

Üye : Dr. Öğr. Üyesi Erkan KARAMAN
Balıkesir Üniversitesi, Mühendislik Fakültesi,
İnşaat Mühendisliği Anabilim Dalı

İmza

Yukarıdaki sonucu onaylarım

Prof. Dr. Hüseyin Aksel EREN
Enstitü Müdürü
30/05/2019

U.Ü. Fen Bilimleri Enstitüsü, tez yazım kurallarına uygun olarak hazırladığım bu tez çalışmada;

- tez içindeki bütün bilgi ve belgeleri akademik kurallar çerçevesinde elde ettiğimi,
- görsel, işitsel ve yazılı tüm bilgi ve sonuçları bilimsel ahlak kurallarına uygun olarak sunduğumu,
- başkalarının eserlerinden yararlanılması durumunda ilgili eserlere bilimsel normlara uygun olarak atıfta bulunduğumu,
- atıfta bulunduğum eserlerin tümünü kaynak olarak gösterdiğimi,
- kullanılan verilerde herhangi bir tahrifat yapmadığımı,
- ve bu tezin herhangi bir bölümünü bu üniversite veya başka bir üniversitede başka bir tez çalışması olarak sunmadığımı

beyan ederim.

30/05/2019

Ferhat GÜVEN



ÖZET

Yüksek Lisans Tezi

BETONARME YAPILARIN YIKIMI VE YIKIM TEKNİKLERİNİN
UYGULANABİLİRLİK, ZAMAN VE MALİYET AÇILARINDAN İRDELENMESİ

Ferhat GÜVEN

Bursa Uludağ Üniversitesi
Fen Bilimleri Enstitüsü
İnşaat Mühendisliği Anabilim Dalı

Danışman: Prof. Dr. Adem DOĞANGÜN

Türkiye’de, yaklaşık olarak her 10 yılda bir hasar verici deprem meydana gelmektedir. Bir kısım yapılar deprem etkisi altında yıkılarak can kaybına sebep olurken, diğer bir kısım yapılar ise deprem sonrasında yıkılması gereken bir hal almaktadır. Bu konuya geniş kapsamlı ve kalıcı bir çözüm sunmak adına 2012 yılında 6306 sayılı “Afet Riski Altındaki Alanların Dönüştürülmesi Hakkında Kanun” çıkarılarak, olası deprem durumlarında can ve mal kayıplarının önüne geçilmesi; eski ve kalitesiz binaların yıkılıp yerine yeni binaların yapılması amaçlanmıştır. İlgili kanunun amacına ulaşabilmesi için uygulanan çeşitli teşvikler sonucunda kontrollü yapı yıkım sayısında hızlı bir artış meydana gelmiştir. Konuyla ilgili olarak, Çevre ve Şehircilik Bakanlığının 2016 yılında yapmış olduğu bir çalıştayda, ülkemizde 6,5 milyon yapının riskli olduğu ve 20 yıllık bir süreçte bu riskli yapıların yıkılmasının planlandığı öngörülmüştür.

Ülkemizde yapı yıkımı konusunda standart ve yönetmeliklerin bulunmaması, ülkemizdeki yapı türlerine ve biçimlerine uygun yıkım teknikleri konusunda araştırma ve çalışmaların gerekli ve yeterli düzeyde olmaması, özellikle bina yıkımı çalışmaları icra edilirken yaşanan iş kazaları ile daha net anlaşılmaktadır. Bu çalışmada öncelikli olarak, yapı yıkımı sırasında dikkat edilmesi gereken hususlara yer verilmiştir. Akabinde, daha sık rastlanabilecek taşıyıcı sisteme ve yüksekliğe sahip betonarme binalar göz önüne alınmak suretiyle, yapı yıkım teknikleri; uygulanabilirlik, zaman ve maliyet açılarından irdelenmiştir. Beş temel bölümden oluşan bu çalışmanın birinci bölümünde yıkım ile ilgili kavramlara yer verilmiştir. İkinci bölüm, yapı yıkım kararı ile yıkım işlerinin başlamasına kadar geçen süreçleri işlemektedir. Üçüncü bölümde yıkım teknikleri incelenerek, bu tekniklerin etkinliklerine yer verilmektedir. Dördüncü bölümde, seçilen örnek yapılara uygulanan yıkım teknikleri; uygulanabilirlik, zaman ve maliyet açısından karşılaştırmalı olarak irdelenmektedir. Beşinci bölümde çalışmadan çıkarılan sonuç ve öneriler sunulmuştur.

Anahtar Kelimeler: Yapı yıkımı, bina yıkım teknikleri, yıkım teknikleri, yıkım maliyeti, yıkım süresi, patlayıcı ile bina yıkımı, makinelerle bina yıkımı, yapısal yıkım.

2019, xi + 91 sayfa.

ABSTRACT

MSc Thesis

DEMOLITION OF CONCRETE STRUCTURE AND EXAMINATION OF DEMOLITION TECHNIQUES FROM APPLICABILITY, TIME AND COST

Ferhat GÜVEN

Bursa Uludağ University
Graduate School of Natural and Applied Sciences
Department of Civil Engineering

Supervisor: Prof. Dr. Adem DOĞANGÜN

In Turkey, a damaging earthquake occurs approximately every 10 years. While some of the buildings are destroyed under the influence of earthquake, they cause loss of life, while other buildings are in a state that needs to be demolished after the earthquake. The Law on Transformation of Disaster Risk Areas was enacted in 2012 in order to provide a comprehensive and permanent solution to this issue. Thus, in order to prevent loss of life and property in the event of earthquake, it is aimed to demolish the old and poor quality buildings and build new buildings instead. There has been a rapid increase in the number of controlled building demolitions as a result of various incentives applied to achieve the aim of the relevant law. In a workshop held by the Ministry of Environment and Urbanization in 2016, it was predicted that 6.5 million structures in our country are risky and that these risky structures will be demolished over a period of 20 years.

The absence of comprehensive standards and regulations on demolition in our country, lack of necessary and sufficient level of research and studies on demolition techniques appropriate to the types and forms of construction in our country, is understood more clearly with the occupational accidents experienced especially during the demolition of buildings. In this study, the issues that should be taken into consideration during the demolition of buildings are given priority. Subsequently, by taking into consideration the reinforced concrete buildings with a more frequent bearing system and height, the building demolition techniques; applicability, time and cost. In the first part of this study, which consists of five main chapters, concepts related to destruction are given. The second section deals with the process of demolition by the demolition decision. In the third chapter, the demolition techniques are examined and their effectiveness is given. In the fourth section, the demolition techniques applied to the selected sample structures; applicability, time and cost. In the fifth chapter, the conclusions and recommendations of the study are presented.

Key words: Demolition of buildings, demolition methods of structure, techniques for demolition of reinforced concrete structure, demolition of building with explosives, cost of demolition, time for demolition.

2019, xi + 91 pages.

TEŞEKKÜR

Bismillahirrahmanirrahim. Bu tezin ÷lkemiz için hayırlı olmasını temenni ediyorum.

Eğitim - öğretim hayatıma devam edebileceğim zemini ve imkânı sağlayan rahmetli babam Mehmet Güven'e minnetimi sunmak istiyorum. Mekânı cennet olsun.

Tezimizi hazırlarken bizlere olan desteğini esirgemeyen kıymetli eőim Duygu Güven'e gönülden teőekkürlerimi sunmak istiyorum.

Yaptığımız çalışmalarda bizlere yol gösteren kıymetli hocam Prof. Dr. Adem Doğangün'e teşekkür ederim.

Ferhat GÜVEN
30/05/2019

İÇİNDEKİLER

	Sayfa
ÖZET	iii
ABSTRACT.....	iv
TEŞEKKÜR.....	v
KISALTMALAR VE SİMGELER DİZİNİ	viii
ŞEKİLLER DİZİNİ.....	ix
ÇİZELGELER DİZİNİ	xii
1.GİRİŞ	1
2. YAPILARIN YIKIM SÜREÇLERİ	4
2.1 Yapıların Yıkımı ile İlgili Seçenekler	4
2.2.Yıkım Seçeneği Belirlenirken Dikkat Edilmesi Gereken Hususlar	4
2.3.Yıkım Tekniğini Belirleme Kriterleri	5
2.4.Yıkım Projelerinin Planlanması ve Yönetimi	6
2.5.Risk Faktörü	7
2.5.1. Risk belirleme çalışmaları.....	7
2.5.2.Risk yönetimi	8
2.6.Yapısal Tehlikeleri Tanımlamak.....	8
2.6.1. Yapısal durumun incelenmesi	9
2.7. Yıkım Öncesi Hazırlıklar ve Yıkım Süresince Saha Çalışmaları	9
2.8.Yapı Yıkım Tekniklerini Oluşturan Bazı Unsurlar	14
2.8.1. Aşamalı yıkım	14
2.8.2.Yapıları kasıtlı çöktürme mekanizmaları	14
2.8.3. Yapı elemanlarının sökülmesi.....	15
2.8.4. Yapı onarımı veya güçlendirilmesi için kısmi yıkım.....	15
2.8.5. Yapısal yenilemede yıkım faaliyetleri	16
3. YIKIM TEKNİKLERİ VE BUNLARIN YETKİNLİKLERİ	17
3.1. El ile Yıkım	20
3.1.1. Elmas disk kesici (Elmas bıçak)	26
3.1.2. El çekiçleri	27
3.1.3. Elmas tel testere	29
3.2. Makine ile Yıkım	30
3.2.1. Delme ve kesme	30
3.2.2. Uzaktan kontrol edilebilir makineler ve robotik cihazlar	34
3.2.3. Kompakt makineler.....	35
3.2.4 Uzun erişimli makineler	38
3.2.4.1 Hidrolik eklentiler	41
3.2.5 Kule tipi ve diğer uzun erişimli vinçler ile yıkım	45
3.2.5.1. Hidrolik olmayan mekanik eklentiler ile yıkım	46
3.2.6. Kajıma kesme ve kaldırma yöntemi ile yıkım	49
3.3. Kimyasal Maddeler ile Yıkım.....	53
3.3.1. Sıcak kesme.....	53

3.3.2 Patlayıcı kullanmak sureti ile kontrollü yıkım	55
3.3.3 Patlatma ile yıkım tekniği	61
3.4. Yüksek Basıncılı Su Jeti.....	62
4. YIKIM TEKNİKLERİNİN UYGULANABİLİRLİK, ZAMAN VE MALİYET AÇISINDAN İRDELENMESİ	66
4.1 Yapı Yıkımı İle İlgili Varyasyonlar	66
4.1.1.Yapı türlerini içeren varyasyonlar.....	66
4.1.2.Yapı yıkım tekniklerini içeren varyasyonlar.....	69
4.2.Yapı Yıkım Varyasyonlarına Göre Maliyet ve Süreç Analizleri	69
4.3. Patlayıcı Kullanmak Sureti İle Yıkılacak Olan Yapılara Örnekler.....	75
4.4. Patlayıcı Yıkımların Makineli Yıkımlarla Kıyaslanması	80
4.5. Diğer Yıkım Varyasyonları.....	83
5. SONUÇ	85
KAYNAKLAR	88
ÖZGEÇMİŞ	91

KISALTMALAR VE SİMGELER DİZİNİ

Kısaltmalar	Açıklama
AFAD	Afet ve Acil Durum Yönetim Başkanlığı
Bkz	Bakınız
C4	Kompleman 4
CC	Motor silindiri-hacmi
ÇŞB	Çalışma ve Sosyal Güvenlik Bakanlığı
DEPAR	Deprem Müh. Uygulama ve Araştırma Merkezi, Gazi Üni.
dB	Desibel
İSG	İş Sağlığı ve Güvenliği
Kg	Kilogram
Mm	Milimetre
Mw	Magnitüd
NFDC	National Federation of Demolition Contractors
Örn	Örnek
RDX	Research Department eXplosive
TDK	Türk Dil Kurumu
TL	Türk Lirası
TMMOB	Türk Mühendis ve Mimar Odaları Birliği
TNT	Trinitrotoluen
TTB	Türk Tabipler Birliği
Vb	Ve Benzeri

Simgeler	Açıklama
ρ	Yoğunluk
σ	Çekme Dayanımı
E	Elastisite Modülü
β	Termal Genleşme Katsayısı
τ	Kesme Dayanımı

ŞEKİLLER DİZİNİ

Sayfa

Şekil 3.1. Yıkım teknikleri	19
Şekil 3.2. El aletleri ile duvar yıkımı	22
Şekil 3.3. El aletleri ile döşeme yıkımı	23
Şekil 3.4. El aletleri ile giriş yıkımı 1	24
Şekil 3.5. El aletleri ile giriş yıkımı 2	24
Şekil 3.6. El aletleri ile kolon yıkımı 1	25
Şekil 3.7. El aletleri ile kolon yıkımı 2	25
Şekil 3.8. Elmas disk kesici 1	26
Şekil 3.9. Elmas disk kesici 2	27
Şekil 3.10. Pnömatik çekiç.....	28
Şekil 3.11. Elmas tel testere	29
Şekil 3.12. Elmas kesici – Karot alma makinesi	31
Şekil 3.13. Elmas yol ve zemin kesici	32
Şekil 3.14. Elmas parça kesici.....	33
Şekil 3.15. Elmas tel kesici	34
Şekil 3.16. Uzaktan kontrol edilebilir makineler	35
Şekil 3.17. Kompakt makineler - Mini ekskavatör	36
Şekil 3.18. Mini ekskavatör ile döşeme yıkımı.....	36
Şekil 3.19. Mini ekskavatör ile giriş yıkımı.....	37
Şekil 3.20. Mini ekskavatör ile kolon yıkımı.....	37
Şekil 3.21. Mini ekskavatör ile kolonun yerde parçalanması	38
Şekil 3.22. Uzun erişimli makine ve ekipmanları	40
Şekil 3.23. Uzun erişimli makineler.....	41
Şekil 3.24. Hidrolik eklentiler - Kırıcılar	42
Şekil 3.25. Hidrolik kesici.....	43
Şekil 3.26. Kıskaç	44
Şekil 3.27. Kule vinç.....	45
Şekil 3.28. Çelik top.....	46
Şekil 3.29. Sallanarak düşen çelik top ile serbest düşüş yapan çelik top.....	47
Şekil 3.30. Çelik halat ile bina yıkımı.....	48
Şekil 3.31. Çelik halat ile çekerek minare yıkımı	49
Şekil 3.32. Kajima yöntemi ile yıkım	50
Şekil 3.33. Kajima kesme ve kaldırma yöntemi ile yıkımın uygulanması.....	51
Şekil 3.34. Kajima yöntemi 1	52
Şekil 3.35. Kajima yöntemi 2.....	52
Şekil 3.36. Kajima yöntemi 3.....	52
Şekil 3.37. Kajima yöntemi 4.....	53
Şekil 3.38. Termik kesici 1	54
Şekil 3.39. Termik kesici 2 - Güney Portland, ABD (Scrapmetals 2019)	54
Şekil 3.40. Termik kesici 3 - Güney Portland, ABD (Scrapmetals 2019)	55
Şekil 3.41. Almanya Frankfurt'ta Henninger Fabrikası bacasının yıkılması.....	56
Şekil 3.42. RDX tabanlı patlayıcı	59
Şekil 3.43. Model 1, yapının kendi içine çöktürmesi.....	60

Şekil 3.44. Model 2, yapının belirlenen yöne doğru devrilmesi	61
Şekil 3.45. Yüksek basınçlı su jeti	62
Şekil 3.46. Su jeti sistemi genel görünümü.....	63
Şekil 3.47. Robot başlığının iç kısmı	64
Şekil 3.48. Basınlı suyun katı malzemeyi parçalaması	64
Şekil 4.1. Bitişik nizamlı binalardan oluşan sokak	66
Şekil 4.2. Ayırık nizamlı bloklardan oluşan site	67
Şekil 4.3. Ayırık nizamlı yüksek katlı bloklardan oluşan site.....	68
Şekil 4.4. Yapı yüksekliği - süre (gün) grafiği.....	72
Şekil 4.5. Maliyete katılmayan ve birbirine denk varsayılan giderler	73
Şekil 4.6. Yapı yüksekliği - maliyet (TL) grafiği.....	74
Şekil 4.7. Patlayıcı ile yıkılması planlanan 9 katlı yapının zemin kat planı	75
Şekil 4.8. 9 katlı yapının düşey elemanlarına etkileyen eksenel yükler	76
Şekil 4.9. Yapıda oluşan gerilmeler ve patlayıcı yerleştirilmesi planlanan katlar	78
Şekil 4.10. 16 katlı yapı düşey elemanlarına etkileyen eksenel yükler	78
Şekil 4.11. Yükseklikleri aynı, taban alanları farklı yapılar	83

ÇİZELGELER DİZİNİ

	Sayfa
Çizelge 4.1. Örnek konut türü yapılar için alınan yıkım maliyetleri teklifleri.....	71
Çizelge 4.2. Örnek konut dışı yapılar için alınan yıkım maliyetleri teklifleri	80
Çizelge 4.3. Patlayıcı yıkımların makineli yıkımlarla kıyaslanması	82
Çizelge 5.1. Yıkım varyasyonları.....	86
Çizelge 5.1. Yıkım varyasyonları (devamı) ve açıklamaları.....	87



1. GİRİŞ

Yıkım; sözlük anlamı olarak, yok olmaya sebep olabilecek şey, büyük zarar, felaket gibi anlamlara gelmektedir (TDK 2019). Yıkım kelimesi yapı için değerlendirildiğinde, yapının sökülmesi ve parçalara ayrılarak enkaz haline getirilmesini ve ortadan kaldırılmasını ihtiva etmektedir.

Bir proje olarak yapıların yıkımı; binaların veya insan yapımı diğer yapıların, gerekli ve yeterli güvenlik tedbirinin alınarak, uygun görülen teknik veya tekniklerle parçalanmasını ve oluşan enkazın ortadan kaldırılmasını içeren işlemlerin sırasıyla uygulanmasıdır.

Yapıyı oluşturan elemanların sökülmesi işlemine “de-montaj” veya diğer adıyla “yapısızlaştırma” da denilmektedir. Bu şekilde yapının ortadan kaldırılması da yapıların yıkımı kapsamına girmektedir. Çünkü bir yapının ortadan kaldırılması için kullanılacak metotlar, çoğu kez birkaç yıkım, söküm, de-montaj/yapısızlaştırma tekniğinin beraber kullanılması ile mümkün olabilmektedir.

Ülkemizde, yaklaşık olarak her 10 yılda bir hasar verici deprem meydana gelmektedir. Bu depremlerde ağır hasar gören binaların büyük çoğunluğu, orta hasarlı binaların da bir kısmı için yıkım kararı alınmaktadır. Dolayısıyla yıkıcı depremlerde, ağır hasar görmüş ya da kısmen göçmüş yapıların yıkılması bir zorunluluk olmaktadır. Yıkıcı depremlerden sonra bölgede yıkım ekiplerinin yoğun bir şekilde çalışması bu durumun bir göstergesi olarak kabul edilebilir. Depremlerde yapıların ağır hasar görmesi ya da yıkılması sonucunda can ve mal kayıplarının meydana gelmesi ve bu kayıpların önemli boyutlara ulaşması yetkililerin önlemler almasına yol açmıştır. Bu bağlamda, 2012 yılında 6306 sayılı “Afet Riski Altındaki Alanların Dönüştürülmesi Hakkında Kanun” çıkarılarak niteliksiz ve kalitesiz binaların yıkılıp, yerlerine yeni binaların yapılmasının yolu açılmıştır. Yetkililer tarafından ülkemizde 6,5 milyonun üzerinde binanın deprem açısından riskli olduğu belirtilmektedir (Kotan 2017). Dolayısıyla bu binaların depremde yıkılmadan önce, kontrollü bir şekilde yıkılması planlanmaktadır.

Bina yıkımı ya da sökümü yapı malzemesinin özelliklerine göre değişmektedir. Ahşap binalar çok rahatlıkla sökülüp yeniden kullanılabilirken, çelik binalar ağırlığından dolayı daha zor sökülme ve yıkılmaktadır. Yığılma binalarda da yatay ve düşey taşıyıcı sistem

malzemelerinin özelliklerine bağılı olarak, yıkılmasında zorluklar bulunmaktadır. Ancak, betonarme binaların, donatılı betona sahip olması nedeniyle, söküm ve yıkımının en zor olduğu belirtilebilir. Bu nedenle de betonarme binaların yıkımı sırasında meydana gelen kaza haberleri medyada sıklıkla yer almaktadır.

Yapılan literatür taramasında, ülkemizde, temel konusu itibariyle “yapıların yıkımını” ele alan ve yıkım tekniklerini irdeleyerek önerilerde bulunan yönetmelik bulunmamaktadır. İçeriğinde yapı yıkım konusuna kısmen temas eden bazı düzenlemeler bulunmaktadır. Bunlar;

- a) Yapıların Yıkıtılmasına İlişkin Yönetmelik Taslağı (2012): Çevre ve Şehircilik Bakanlığı'nın TMMOB ye göndermiş olduğu bu yönetmelik taslağının amacı; yıkım işlerinin, can ve mal güvenliğinin, çevre ve insan sağlığının dikkate alınmak suretiyle gerçekleştirilebilmesinin usul ve esaslarını düzenlemektir. Bu yönetmelik taslağı görüş ve önerilerin alınması için ÇŞB tarafından çeşitli kurumlara gönderilmiştir.
- b) Afet Riski Altındaki Alanların Dönüştürülmesi Hakkında Kanunun Uygulama Yönetmeliğı: Bu Yönetmeliğın amacı; 16/5/2012 tarihli ve 6306 sayılı Afet Riski Altındaki Alanların Dönüştürülmesi Hakkında Kanun uyarınca, riskli yapılar ile riskli alan ve rezerv yapı alanlarının tespitine, riskli yapıların yıkıtılmasına, yapılacak planlamaya, dönüştürmeye tabi tutulacak taşınmazların değerinin tespitine, hak sahibi olacaklarla yapılacak anlaşmaya ve yapılacak yardımlara, yeniden yapılacak yapılara ve 6306 sayılı Kanun kapsamındaki diğer uygulamalara ilişkin usul ve esasları belirlemektir.
- c) TMMOB Maden Mühendisleri Odası'nın yayınlamış olduğu “Patlayıcı Maddeler Tüzüğü (87/12028)”: Maden mühendisliğı içerisinde yer alan ve patlayıcı temini ve kullanımını içeren düzenlemeleri barındıran bir tüzüktür.
- d) Meri mevzuatımızda yer alan yıkım ile ilgili en kapsamlı düzenleme, 12.09.1974 tarihli ve 15004 sayılı Resmi Gazete 'de yayımlanan “Yapı İşlerinde İşçi Sağlığı ve Güvenliğı Tüzüğü” kabul edilebilir. Bu Tüzüğün “Yıkım İşlerinde Alınacak Güvenlik Tedbirleri” başlıklı “Beşinci Kısmı”ndaki (11) madde yıkım işlerindeki güvenlik konularına ayrılmıştır (Kotan 2017).

- e) Yıkım konusunda diğerk bir düzenleme ise İşçileri Bakanlığı tarafından 15.08.2012 tarihli ve 28385 sayılı Resmî Gazete ‘de yayımlanan “Yanan ve Yıkılan Yapılar Formu Kullanılmasına İlişkin Mecburî Standard Tebliğidir”. Bu Tebliğ gereğince ilgili idarelerce, yanan ve yıkılan yapılar için “TS 13264 Yanan ve Yıkılan Yapılar Formu” düzenlenmektedir.
- f) Yine yıkım sonucu ortaya çıkacak atıkların değerlendirilmesi ve bertarafı konusunda 18.03.2004 tarihli ve 25406 sayılı Resmî Gazete ‘de yayımlanan “Hafriyat Toprağı, İnşaat ve Yıkıntı Atıklarının Kontrolü Yönetmeliğidir” mevcuttur.

Bu maddelerde yer alan çalışmalar bina yıkımının öncesi ve sonrasını, yıkım tekniklerini, can ve mal güvenliğı ile çevre ve insan sağlığını bir arada ele aldıktan sonra, yıkım tekniklerini irdelerek öneri yapan çalışmalar değildir. Yukarıda sıralanmış olan maddeler bu çalışmada ele alınan konuların bir kısmına değinmektedir.

Bu tezde, herhangi bir yapıyı yıkmak üzere karar almadan önce dikkat edilmesi gereken hususlar ile belirli bir parsel üzerinde yapılması planlanan kısmi veya tümünden yıkım planlaması ele alınmıştır. Buna ilave olarak, parsellerin oluşturduğu ada üzerindeki yapıların tamamının yıkılması durumunda karşılaşılabilecek maliyet ve süreç kıyaslamalarının yapılabileceğı tüm alternatif opsiyonlar ele alınmış, kullanılabilecek tüm yapı yıkım teknikleri ayrı ayrı irdelenmiştir.

Bu çalışmada, yapıların yıkımına ilişkin çalışmalara sahip ülkelerin standartları da göz önüne alınmış ve özgün bir yaklaşım sergilenmiştir. Yapı yıkım tekniklerinin açıklandığı bölümde, bu yöntemlerin hangi yapı türlerinde ve hangi çevre koşullarında kullanılabileceğı açıklanmış, bu yıkım teknikleri uygulanabilirlik, zaman ve maliyet açılarından değerlendirilmiştir. En sonunda da, konu ile ilgili olarak değişik yüksekliklere sahip betonarme binaların, farkı yıkım tekniklerine göre ayrı ayrı maliyet ve süre analizleri yapılmış, yapı türü ve çevre koşullarına göre “en uygun yapı yıkım tekniğini belirleme” hususunda örnek çalışmalar yapılmıştır.

Yıkım uygulamaları sırasında en önemli konunun iş güvenliğı olduğu göz önüne alınarak, yıkım tekniklerinde karşılaşılabilecek risklere karşı önerilere de ayrıca değinilmiştir.

2. YAPILARIN YIKIM SÜREÇLERİ

2.1 Yapıların Yıkımı ile İlgili Seçenekler

Yıkım; yapısal yenilenmenin bir parçası olan “kısmi yıkım”ında dâhil olduğu, bazı durumlarda yapı onarımını ve güçlendirilmesini içerebilen ya da yapının tamamen yıkılmasını gerektiren birçok seçenekleri ihtiva etmektedir. Geniş kapsamlı değerlendirmeler sonucunda yapının bir kısmının yıkılmasına ve yenilenmesine karar verilebileceği gibi, yapının tamamının yıkılması da söz konusu olabilir. Yapılan değerlendirmelerin iyi bir sonuç verebilmesi için, uygun olabilecek temel yaklaşımların birer seçenek olarak ele alınması ve ayrı ayrı irdelenmesi gerekmektedir.

*Yapı temel alanının yeniden kullanılabilmesi için, yapının tamamen yıkılması.

*Yapının tamamen yıkılması ve yeni bir yapının inşa edilmesi.

*Yapının kısmen yıkılması ve yıkılan kısım yerine yeni bölümün inşa edilmesi.

*Yapının Onarımı ve Güçlendirme Seçenekleri;

- Yapının kullanılmadığı hallerde onarımı.

- Yapının kullanım sırasında onarımı.

Yukarıda sıralanan ve değerlendirilmesi gereken seçeneklerden biri tercih edilebileceği gibi, birden fazla yaklaşımın kombinasyonu da seçilebilir. Yıkım işlemleri ve fiziksel müdahaleler, zaman, maliyet ve çevresel etkiler gibi ciddi konuları etkileyeceğinden, gerekli değerlendirmelerin çok yönlü ve detaylı yapılması gerekmektedir.

2.2.Yıkım Seçeneği Belirlenirken Dikkat Edilmesi Gereken Hususlar

Yapılan çeşitli değerlendirmeler sonucunda belirlenen yıkım seçeneği ve bu yaklaşımın gerektirdiği kapsama göre uygun bir yıkım yöntemi-tekniği belirlenmelidir. Yapının kısmen yıkımı, yenilenmesi veya tamamen yıkımı için belirlenmiş faaliyetler ve uygulanacak olası yöntemler öncesinde dikkat edilmesi gereken temel ilke, planlanan ya da planlanmayan yapısal çökmelerinin mümkün olabileceğinin unutulmaması ve oluşabilecek tüm potansiyel risklerin değerlendirilmesidir. Yıkım projesi; yapının planlı ve kontrollü bir biçimde yıkılmasını ve yıkıntının yine kontrollü bir biçimde

kaldırılmasını, böylelikle planlanmamış bir yapı yıkımından, yani yapının ani çöküşünden kaçınılmasını sağlamalıdır.

Bir yıkım faaliyetinde geriye dönüş mümkün olmayacağı için, yaşanabilecek ekstra zaman ve maliyet kayıplarını önleyebilmek adına, yıkım yaklaşımlarının aşağıdaki hususlara dikkat edilerek irdelenmesi gerekmektedir.

- a) Yıkım tekniklerini içeren mevzuatlar, şartnameler ve yönetmelikler.
- b) İş sağlığı ve güvenliği yönetmelikleri ve çevre şartları.
- c) Kullanılacak personel, makine ve ekipman gibi çeşitli iş gücü ihtiyaçları.
- d) Yapının tipi, yaşı, durumu, kullanımı ve elverişli ise iş faaliyeti ile yapıya erişim, yapıdaki mevcut iş-çalışma faaliyetleri gibi yerel koşullar ve kısıtlamalar.
- e) Yapı yıkımı veya onarımı sırasında bitişikteki ve/veya yakınlardaki yapılarda oluşabilecek aksaklıklar sebebiyle gerekli olan tedbirler.
- f) Yıkım ruhsatı, patlayıcı madde ile yıkım yapılacaksa bununla ilgili gerekli izinler ve benzeri gibi çeşitli yasal zorunluluklar.
- g) Yapı bitişik nizamlı ise gerekli olacak kısıtlamalar.
- h) Maliyet ve ticari faydalar:
 - Farklı yıkım tekniklerinin değişen maliyetleri
 - Mevcut gelir ile yıkım-yapım işleri sonrası gelir hesaplamaları.

2.3. Yıkım Tekniğini Belirleme Kriterleri

Başarılı bir sonuç elde edebilmek için, yıkım tekniklerinden hangisinin benimsenmesi gerektiğine ilişkin karar verilirken, sürdürülebilirlik, yıkıntı atıklarının kaldırılması ve nakledilmesi, yapı malikleri aralarındaki anlaşmazlıklar, risk faktörleri, çevresel faktörler gibi konular dikkate alınmalıdır. Olası bir kaza veya yaralanma riskinin tüm yıkım teknikleri açısından değerlendirilmesinin gerektiği gibi, yıkım veya onarım yapılan yapının çevresinde meydana gelebilecek şikâyetler sonucunda karşılaşılabilecek yasal kısıtlamalar konusunun da dikkate alınması önemlidir. Yıkım teknikleri en genel haliyle;

- * El Aletleri ile Yıkım,
- * Mekanik Yıkım (makine ve robot kullanımı),
- * Kimyasal Yöntemlerle Yıkım,
- * Veya birkaç tekniğin beraber kullanımı, şeklindedir.

Yıkım teknikleri Bölüm 3'te ayrıntılı bir şekilde ele alınmıştır.

2.4. Yıkım Projelerinin Planlanması ve Yönetimi

Yapıların yıkımı konusunda verimli bir iş bitirme için, ayrıntılı bir planlama ve program dâhilinde bir projelendirmenin yapılması gerekmektedir. Seçilen bir yıkım yaklaşımı sonucu, karar verilen yıkımın tekniğinin kabul edilebilir bir proje haline gelebilmesi için;

- *Yıkımı yapılacak yapının konumunun, nizamının, projesinin, teknik özelliklerinin, kullanım amacının, varsa hasar durumu ve fotoğraflarının incelenmesi sonucunda, belirlenen yıkım tekniği için uygun faaliyet sırası oluşturulması,
- *Bu faaliyet sıralaması için belirlenecek makul bir zaman çizelgesinin hazırlanması,
- *Yıkım sırasında tehlike oluşturulacak; elektrik, su ve gaz şebekelerinin iptal edilmesi ve bu iptal belgelerinin muhafaza edilmesi (ÇŞB 2012),
- *Bu çizelgeye uygun bir iş yönetiminin yapılması,
- *Oluşacak her türlü ve her miktarda yıkıntının kaldırılması, geçici depolanması, yeniden kullanımı, geri dönüşümü veya imhasının planlanması,
- *Tamamen veya kısmen, planlanmamış ani çökmeler ile patlayıcı kullanılması durumunda oluşabilecek hatalı ateşlemelerin risklerinin ayrı ayrı değerlendirilerek, acil durum düzenlemelerinin yapılması,
- *Yine patlayıcı kullanılması gibi titreşim içeren bir yıkım tekniğinin kullanılması durumunda civardaki hastane, benzin istasyonu, baraj gibi yapıların hesaba katılması,
- * Mutabık kalınacak başlangıç ve bitiş tarihlerinin belirlenmesi ve bu tarihlere riayet edilmesi, gibi hususlara dikkat edilmesi gerekmektedir.

2.5. Risk Faktörü

Uygulanacak projenin yeri ve konumu, kullanılacak makine ve ekipmanlar, makine ve ekipmanlar için uygun personeller gibi unsurların, yıkım faaliyetleri süresince oluşturabileceği ve karşılaşılabileceği her türlü tehlike belirlenmelidir. Bu tehlike taramasına ilave olarak, tüm teçhizat ve aracın kullanım kılavuzundaki uyarıları da dikkate alınmalıdır. Projede yer alacak olan yıkım tekniğine göre bir faaliyet sıralaması yapılırken, uygun ve yeterli risk değerlendirmeleri yapılmalıdır. Bir sonraki aşamada ise tespiti yapılan risklerin ortadan kaldırılması ve/veya risk seviyelerinin en aza indirilmesi için çalışmalar yapılmalıdır. Bazen, risklerin tamamen ortadan kaldırılabilmesi için veya risklerin seviyelerinin kabul edilebilir bir düzeye indirilebilmesi için, yıkım tekniklerinin, makine ve ekipmanların veya teçhizatların değiştirilmesi gerekebilir.

2.5.1. Risk belirleme çalışmaları

Yapıların yıkımına ilişkin yöntem-teknik ve iş sırası belirlenirken, oluşabilecek riskleri kontrol edebilme adına, aşağıdaki risk faktörlerinin göz önünde bulundurulması gerekmektedir.

- *Önerilen makine, ekipman ve araçlarla ilgili tehlikeler ayrıntılı olarak belirlenmelidir.
- *Çalışma sahasında bulunacak personel ile sahada bulunması muhtemel olan kontrolcülerin veya her türlü ziyaretçinin karşılaşılabileceği tehlikeler belirlenmelidir.
- *Sağlıklı bir uygulama için, tecrübe edilen riskli durumlar ve uygulamaların risk seviyesi dikkate alınarak, şiddetine göre sıralamak kaydı ile risk listesi oluşturulmalıdır.
- *Elde edilen bulgulara göre uygun tedbirler belirlenmeli ve gereken önlemler alınmalıdır.
- *Risk değerlendirmeleri daha sonra tekrar gözden geçirilmeli ve gerekirse tedbirler tekrar tekrar güncellenmelidir.

Risk değerlendirmeleri yapılırken proje sahiplerinin belirlediği kısıtlamalar hesaba katılmalıdır. Önerilen yıkım tekniklerinin birinden veya birkaçından faydalanacak olan

yüklenici firma, yıkım tekniği ile ilgili risklere hakim olmalı, iş başlamadan önce riskleri ortadan kaldıracak veya azaltacak adımlar atmalıdır.

2.5.2. Risk yönetimi

Etkili bir şekilde riskleri kontrol altına alabilmek için gereken ilk adım tehlikenin tamamen ortadan kaldırılıp kaldırılmayacağını belirlemektir. Ortadan kaldırılamayan risk kabul edilemez bir seviyede ise yıkım teknikleri, makinalar ve ekipmanlar üzerinde değişiklikler yapılarak, riskin kabul edilebilir bir seviyeye düşürülmesi sağlanmalıdır.

Riskleri ortadan kaldırmak ya da kontrol altına almak adına yapılmasında fayda olan bazı ilkeler aşağıda sıralanmıştır.

- a) Mümkünse, daha farklı ve güvenli yöntemler kullanarak mevcut olan riski tamamen yok etmek.
- b) Gerekli durumlarda, geri dönüşümü veya yeniden kullanımı planlanan yıkım artıklarının oluşturacağı riskleri gidermek için, geri dönüşümlü veya yeniden kullanılabilir bir yıkım yöntemi yerine, yıkım artıklarının imha edilmesine göz yumacak yöntemler belirlemek.
- c) Yıkım projesini yüklenen firma açısından, mevcut birçok yıkım tekniği içerisinde, ekibin en çok aşına olduğu yöntemi seçmek.
- d) Genellikle daha güvenli ve daha verimli çalışma yöntemleri için fırsatlar sunan teknolojik ilerlemeden, makine, araç ve ekipmanlardan mevcut imkânlar dâhilinde olabildiğince faydalanmak.
- e) Tamamen önlenemeyen riskleri, çalışma koşullarını da dikkate alarak, koruyucu ve önleyici tedbirleri planlamak ve planlandığı gibi uygulamak.

2.6. Yapısal Tehlikeleri Tanımlamak

Yapı imalatının projesine uygunluğunu ve taşıyıcı eleman malzemelerinde zamanla meydana gelen bozulmayı tespit etmek, yük taşıma kapasitesini belirlemek son derece önemlidir. Yapının yıkımı sırasında ani çökme veya öngörülemeyen herhangi bir yapı davranışı ile karşılaşmamak için, bazı deneysel çalışmaların yapılması ve yıkım süreci için potansiyel olarak risk ihtiva edecek sebeplerin ortadan kaldırılması gerekmektedir.

Bunu başarabilmek için öncelikle yapının zati ve hareketli yüklerini hangi yollardan zemine aktardığını belirlemek gerekmektedir. Belirlenen yük taşıma yolları boyunca orantılı olacak şekilde malzeme incelemeleri yapılmalı ve oluşabilecek her türlü kötü senaryo taşıdığı risk oranı ile beraber kaydedilmelidir. Bir yıkım projesi oluşturulurken bu tür risklerin göz önüne alabilmesi için aşağıdaki formata göre incelemelerin yapılması gerekmektedir.

2.6.1. Yapısal durumun incelenmesi

Betonarme yapılar

- *Betondan alınacak numuneler,
- *Yapının projesine uygunluğu,
- *Sıyırma sonucu tespit edilen donatı ve korozyon,
- *Betonun kimyasını bozabilecek “alkali silika reaksiyonu” gibi kimyasal etkiler,
- *Kolon-Kiriş mesnet bölgelerinin durumu ve deformasyonlar,
- *Çatlama ve dökülmeler,
- *Prefabrik yapılarda bulunan eklem yerlerinin sağlamlığı, incelenmelidir.

Çelik yapılar

- *Çelik ve demir elemanlardan alınacak numuneler ve deformasyonları,
- *Köşebent plakaları, cıvatalar ve somunlar gibi elemanların korozyonu,
- *Bağlantı-eklem bölgelerindeki korozyonlar,
- *Kesit kayıpları,
- *Bayrak levhalarının durumu,
- *Kaynak bölgelerindeki dikişler, incelenmelidir.

2.7. Yıkım Öncesi Hazırlıklar ve Yıkım Süresince Saha Çalışmaları

Yıkım çalışmaları; güvenlik, sağlık ve çevresel etkileri göz önüne alan bir çalışma sistemi kullanılarak planlanmalıdır. Projelendirme aşamasından uygulamanın bitimine kadar

geçen süre boyunca yapılacak faaliyetlerin birbirini etkilememesi ve uzlaşısı içerisinde devam edebilmesi için etkili bir planlama ve iletişim sağlamalı, bu süreci başarılı bir şekilde sonlandırabilmek için gerekli ve yeterli zaman harcanmalıdır.

Çevre ve Şehircilik Bakanlığı, Altyapı ve Kentsel Dönüşüm Hizmetleri Genel Müdürlüğü'nün 3 Kasım 2012 de TMMOB'ye incelenmesi ve görüş belirtilmesi için göndermiş olduğu; "Yapıların Yıkıtılmasına İlişkin Yönetmelik Taslağı"nda Madde 12 ve Madde 13'te sırasıyla; "Yıkım Projesi" ve "Yıkım Faaliyetine Hazırlık" ilkeleri aşağıdaki gibi ele alınmıştır. Buna göre;

Yıkım Projesi

MADDE 12-(1) Yıkım müteahhitleri, yıkılacak yapılar ile ilgili olarak, yıkım projesi hazırlar veya hazırlatırlar. Yıkım projesi;

a) Yıkılacak yapının elektrik, su, doğalgaz, baraj, kimyasal ve akaryakıt gibi risk unsuru içeren tesislere olan uzaklığını gösterir mahal krokisini, yapının ilgili teknik özelliklerini, yapının konumunu, kullanım amacını, var ise proje ve tadilat detaylarını, yapı hasarlı ise hasar detaylarını, komşuluk durumunu, fotoğraflarını ve uydu fotoğrafını,

b) Yıkılacak yapıda yıkım faaliyeti safhasında tehlike arz edebilecek olan elektrik, su ve doğalgaz, gibi altyapı tesisatına ve tehlikeli atıkların neler olduğuna dair liste ile bu tehlikelere karşı alınacak önlemleri

c) Yıkım mahalli sınırında veya yakın civarında akaryakıt istasyonu, akarsu, baraj, kanal veya dere yatağı olması ile güvensiz hale gelen yapılar için yıkım faaliyeti kaynaklı titreşim, basınç, toz, atık gibi tehlike oluşturması muhtemel riskler de dikkate alınarak; yıkım faaliyetleri kapsamında alınacak çevre ve güvenlik tedbirlerini,

ç) Yıkım faaliyetinin hangi yıkım tekniğinin veya tekniklerinin kullanılarak yapılacağına dair ayrıntılı uygulama planını,

d) İşin başlangıç bitiş tarihlerini içeren iş programını,

e) Yıkım neticesi ortaya çıkacak inşaat ve yıkıntı atığı ya da tehlikeli, atıkların geri dönüşüm durumlarına göre ayrılmış listesini bunların nerede depolanacağını ve nasıl nakledileceğine ilişkin atık yönetimi planını,

f) Yıkım projesini uygulayacak, mühendislere ve teknik elemanlara ait diploma, oda kayıt veya dernek üyelik belgesi ve ehliyetleri ile sorumluluğu kabul ettiklerine dair taahhüt beyanını,

g) Yıkım projesinin uygulanacağı bölge ve alanlarda bulunan ve yıkım faaliyeti safhasında tehlike arz edebilecek olan elektrik, su ve doğalgaz gibi altyapı tesisatı ile yer altı tesisi gibi tesisler konusunda ilgili kurum ve kuruluşlardan kendi görev alanlarına giren hususlarda projenin uygulanması açısından bir sakınca olmadığına dair belgeyi,

h) Yıkım faaliyetleri esnasında alınması gereken güvenlik önlemleri ile çevre koruma önlemlerinin detaylarını içeren Risk Değerlendirme Raporunu, ihtiva eder.

Yıkım Faaliyetine Hazırlık

MADDE 12-(1) Yıkım müteahhitleri, yıkım faaliyetlerine başlamadan önce güvenlik ve çevre koruma tedbirlerini almakla yükümlüdür.

(2) Güvenlik tedbirleri kapsamında,

a) Yıkılacak yapının cepheleri, en az 220 cm yüksekliğinde seyyar veya sabit paravan ile çevrilerek, yıkım şantiyesine giriş ve çıkışlar kontrol altına alınır, üçüncü şahısların ve çalışanların görebileceği yerlere yeteri kadar uyarı levhası asılır.

b) Yıkım esnasında düşebilecek her türlü malzemenin yıkım şantiyesi dışındaki insan ve taşıt trafiğine ulaşması durumunda, yapının tehlike doğuran cephesi veya cepheleri güvenlik iskelesi ile emniyet altına alınır. Kalan açık cepheler yıkım tekniğine göre koruma filesi ile kaplanır.

c) Yıkılacak yapının 18 metreden daha yüksek olması ve yıkım esnasında düşebilecek her türlü malzemenin, yıkım şantiyesi dışındaki insan ve taşıt trafiğine ulaşması durumunda güvenlik iskelesi yerine, en az iki adet asma iskele kullanılması zorunludur. Asma iskele yıkım faaliyeti yürütülen kat ile bir alt kata kurulur.

- ç) Yıkım şantiyesinde çalışacak personel için koruyucu malzemeler ilgili mevzuat hükümlerince hazır edilir.
- d) Yıkımda çalışanların günlük olarak iş bitiminde yıkım sahasını terk ettiğini teyit amacıyla vardiya kontrol sistemi oluşturulur.
- e) Yıkım şantiyesinde önemli ve riskli konular başta olmak üzere bütün personele, iş güvenliği uzmanı tarafından iş güvenliği eğitimi verilir.
- f) Yıkım şantiyesinde gerekli yangın güvenlik tedbirleri alınarak yeterli miktarda yangınla mücadele donanımı hazır edilir.
- g) Yıkım şantiyesinde acil tıbbi yardım donanımı hazır edilir, kurtarma ve acil yardım ekipmanı bulundurulur, acil durum ve acil çıkış planı hazırlanarak çalışanlar bilgilendirilir.
- ğ) Çalışma mahallinde doğal aydınlatmanın yetersiz olduğu durumlarda uygun şekilde aydınlatma yapılması sağlanır.
- h) Çalışanlar için güvenilir ve etkili bir haberleşme sistemi oluşturulur.
- ı) Bina içerisinde yapılacak yıkım çalışmalarında, yıkım mahalline güvenli erişim ve güvenli çalışma alanlarının belirlenmesi sağlanır.
- i) Yıkımı yapılacak binanın elektrik, su, doğalgaz ve telefon bağlantıları ilgili kuruluşlar nezaretinde kapatılır veya kapattırılır. İlgili kuruluşlardan söz konusu hizmetin durdurulduğuna dair yazılı bir belge alınır.
- j) Yıkım şantiyesinde, yıkım faaliyetleri sırasında elektrik, su ve telefon abonelikleri ile şantiye ihtiyaçları için kullanılacak ise gerekli abonelikler yıkım ruhsatı ile başvuran yıkım müteahhidi adına ilgili kuruluşlar tarafından oluşturulur. Bu hatlar şantiye içerisinde görülecek şekilde haricen döşenir.
- k) Toz emisyonunu asgariye indirmek için, gerekli tedbirlere ilaveten sabit veya seyyar sulama donanımı hazır edilir.
- l) Yıkım mahallinin solunuma elverişsiz olması durumuna karşı ortamın kontrolü yapılarak, gerektiğinde uygun teçhizat kullanılır veya ortamda havalandırma yapılması sağlanır.

m) Gürültü emisyonunu azaltmak için gerekli tedbirler alınır.

n) Aşırı miktarda su sızıntısı olan yerlere gerektiğinde geçici su tahliye pompaları kurulur.

o) Yıkım öncesi yapının kullanım amacı dikkate alınarak, radyasyon kaynakları ve patojenlerin bulunması halinde gerekli sağlık tedbirleri alınır.

ö) Atık bertaraf yerleri, havagazi işletmeleri, atık su arıtma tesisleri, hurdalıklar, manevra hattı ve depoları, demiryolu arazileri, kömür depoları, benzin istasyonları, maden dökümhaneler, mühimmat üretim ve test yerleri, asbest tesisleri, kesim depoları ve mezbahalar, balık ve et pazarları ile tabakhaneler, kâğıt ve basım tesisleri, ahşap koruyucu işlem tesisleri, tecrit ve karantina binaları, her türlü sağlık kuruluşları, sanayi laboratuvarları, morglar ve patoloji laboratuvarları, mezarlıklar, yün depoları ve tesisleri, çatı yalıtım ve hayvan kılı içeren sıva donatısı işleme tesis ve depoları gibi kirlenmesi muhtemel yerlerde yıkım yapılacak olması halinde sağlık tehlikelerine karşı özel tedbirler alınır.

(3) Çevre koruma tedbirleri kapsamında,

a) Seçici yıkım esasına dayanılarak çalışma planı düzenlenir. Yıkılacak yapılarda tehlikeli atıklar, 14/03/2005 tarihli ve 25755 sayılı Resmi Gazetede yayımlanan "Tehlikeli Atıkların Kontrolü Yönetmeliği"nde belirtilen esaslara göre bertaraf edilir. Çalışanların sağlığını ve güvenliğini korumak amacıyla, asbest içeren malzemelerin kullanıldığı yapıların sökümü sırasında 26/12/2003 tarihli ve 25328 sayılı Resmi Gazete 'de yayımlanarak yürürlüğe konulan Asbestle Çalışmalarda Sağlık ve Güvenlik Önlemleri Hakkında Yönetmelikte belirtilen esaslarına uyulur.

b) Yapıda geri dönüşümü olabilecek bütün malzemeler uygun söküm yöntemiyle sökülerek şantiyeden uzaklaştırılır.

c) Yıkım esnasında kullanılacak olan makinelerden kaynaklanan atık yağların toprağa karışmaması için gerekli tedbirler alınır,

ç) Yıkılacak yapıda LPG tank, petrol tankı gibi yanıcı ve tutuşucu özelliğe sahip bölümler bulunması halinde güvenli gaz boşaltımı işlemi yapılmadan bu bölümlerde yıkım ve söküm yapılmaz.

d) Şantiye sahasında sökümle veya yıkım işlemleri ile ortaya çıkabilecek yanıcı ve tutuşucu bütün malzemeler şantiye sahasında depolanmadan uygun şekilde bertaraf edilir.

e) Atıklar çevreye verdikleri zarar potansiyelleri ve bileşenleri göz önüne alınarak sınıflandırılır. Tehlikeli atık maddeler lisanslı bir tesise bertaraf edilmeden önce ön işleme tabi tutulur. Sevk notu sistemi yoluyla bir atık yönetimi tesisine ulaştırıldığı ana kadar atıklar izlenir.

f) Yıkım faaliyetlerini yürütecek ekip, çevre ve atık yönetimi kirlilik kontrolü, yaban hayatını koruma, çevreye olan etkileri azaltma gibi konularda uzmanlardan bilgi alır.

2.8. Yapı Yıkım Tekniklerini Oluşturan Bazı Unsurlar

2.8.1. Aşamalı yıkım

Aşamalı yıkım, yapının bazı bölümlerinin kontrollü olarak sökülüp kaldırılmasını veya yıkılmasını, geri kalanının istikrarını korumasını içermektedir. Böylece her bir bölümün veya her bir katın sökülüp-yıkılmasından sonra, daha önce istikrarı korunan bölümün sökülmesine-yıkılmasına geçilmiş olur. Birbirini takip eden bu yıkım zinciri sonunda, yapının bir etabı veya tamamı yıkılmış olur.

Aşamalı yıkım tercih edildiğinde, yapının istikrarını sağlayan taşıyıcı elemanların sökülme ve yıkılma sıraları yıkım projesinde mutlaka beyan edilmeli, gerektiği halde yerinde gösterilmez. Bazı gerekli hallerde, mühendis onayı ile bu sıralarda değişiklik yapılabilmektedir.

2.8.2. Yapıları kasıtlı çöktürme mekanizmaları

Kasıtlı bir çöküşle yapıyı yıkmak için, yapının bir kısmının ya da tamamının çökmesine neden olacak kritik yapısal üyelerin belirlenmesi ve bu üyelerin en uygun şekilde yıkılması-imha edilmesi gerekmektedir. Buradaki temel amaç; yapıda bir ön zayıflatma yaparak, yapıyı planlı bir çöküşe karşı savunmasız bırakmaktır. Bu yöntem yıkım uygulaması esnasında süreyi kısaltarak zaman açısından avantaj sağlayacaktır fakat güvenlik açısından yeni riskler doğuracaktır.

Bu mekanizmanın işleyebilmesi için belirlenen kritik taşıyıcı elemanların imha edilmesi aşamasında, yapının planlanmamış ani bir çöküşe maruz kalmasını engellemek ve can

kaybı risklerini ortadan kaldırmak için, gerekli olan tüm tedbirlerin alınmış olduğundan emin olunmalıdır.

2.8.3. Yapı elemanlarının sökülmesi¹

Genellikle çelik veya prefabrik betonarme yapılar gibi modüler sistemlerde, yapının seçilen bölümlerinin sökülmesini içermektedir. Bu işlem ayrıca, karkas betonarme yapılarda, taşıyıcı elemanların mesnetlerinden kırılarak serbest hale getirilmesi ve serbest haldeki bu parçaların yapıdan uzaklaştırılması şeklinde de kullanılabilir.

Yapının sökülmesi işleri, yapısal yenileme faaliyetleri için veya tadilat çalışmalarının bir parçası olarak kullanılmaktadır. Yıkım uygulamasına başlanmadan önce, sökümü yapılacak elemanlar projede belirtmeli ve ayrıca bu elemanlar sahada da işaretlenmelidir.

Yapı elemanlarının insanlara olası bir tehlike oluşturması durumunda sökümünün yapılmaması ya da uzman kişilerden tavsiyeler alınarak tedbirli bir şekilde yapılması gerekmektedir.

Yapısal yenilemede kısmi yıkım için, yapının yıkılacak kısmı haricinde geri kalan bölümünün stabilizesini korunması için, gerekirse yeni destek elemanları kullanılmalı veya alternatif olarak mevcut taşıyıcı elemanlara takviye yapılarak güçlendirme yapılmalıdır.

2.8.4. Yapı onarımı veya güçlendirilmesi için kısmi yıkım

Mevcut yapının taşıyıcı elemanlarını yıkıp-söküp yeniden yaparak değiştiren yapısal yenilemedir. Bunun yanında yapının taşıyıcı elemanlarını yıkıp-sökmeden takviye ederek güçlendirmek amacıyla yapılabildiği gibi mevcut yapının tekrardan inşa edilmemek kaydıyla kısmen yıkılmasını da içermektedir. Kısmi yıkım, yapının yalnızca yıkılan kısmının taşıyıcı ve/veya taşıyıcı olmayan elemanları üzerinde çalışma imkânı verir. Bu yüzden, yıkım çalışmaları sırasında ve sonrasında yapının kalan bölümlerinin yapısal stabilizesinin korunması aşağıdaki yöntemlerin biri veya birkaçı kullanılarak sağlanmalıdır.

¹ Sökülme: Demonte edilme, demontaj.

*Kalması planlanan yapının, istikrarlı, stabil durumuna devam edebilmesi için, yeterli yapısal analizlerin yapılması ve yıkım sırasında aşırı yüklenmenin önüne geçebilmek için bu analizlere dayanarak uygun yöntemlerin geliştirilmesi,

*Yapılan analizlere ve tecrübelerle dayanarak, geçici, destekleyici yapıların planlanması ve uygulanması,

*Önceden belirlenmiş bir işlem sırası içeren kısmi yıkım planının oluşturulması.

2.8.5. Yapısal yenilemede² yıkım faaliyetleri

Yapısal yenileme çalışmaları, kısmen veya tamamen yapı onarımını ve/veya güçlendirilmesini kapsayabilir. Bu yıkım faaliyetleri yapının taşıyıcı sistemlerinin onarımını veya güçlendirilmesini de içerebileceğinden, aşağıdaki konulara dikkat edilmesi gerekmektedir.

- a) Yük taşıyan yapı elemanları rehabilite edilirken gerekli geçici destek sistemleri kullanılmalıdır.
- b) Yapı imalatının yapı projesine uygun olarak gerçekleşmediği veya yapı taşıyıcı eleman dayanımlarının projeye uygun olmadığı durumlarda, yapının plansız çökmesi³ olasılığına dikkat edilmelidir.
- c) Olası bir yangın durumunda kaçış güvenliğinin sağlanmasına dikkat edilmelidir.
- d) Elektrik, su, internet ve gaz da dâhil olmak üzere tüm hizmetlerin kullanımının devam edilebilmesi açısından, güvenliğinin sağlanabilmesine ve izole edilmesine dikkat edilmelidir.
- e) Kullanılacak onarım ve güçlendirme araçlarının gürültü ve titreşim gibi çevresel etkileri ile asbest, kurşun, silis vb. gibi atıkların sağlıksal etkileri değerlendirilmelidir.

² Yapısal Yenileme: Yapı onarım-güçlendirme.

³ Plansız Çökme: Ani çökme veya ani yıkılma.

3. YIKIM TEKNİKLERİ VE BUNLARIN YETKİNLİKLERİ

Yapıların yıkımı, öncesi ve sonrasıyla bir projedir ve “yıkım projesi” hazırlanırken birçok farklı yıkım tekniğinden faydalanmak mümkündür. Bunun yanında aynı yıkım alanının çeşitli bölümlerinde farklı yıkım teknikleri de kullanılabilir. Bir yıkım projesi hazırlanırken dikkat edilecek ilk husus can güvenliğidir, keza bunu sağlayabilmek için ise çalışmalara ilk olarak risk değerlendirmeleri yapılarak başlanmalıdır.

Yıkım tekniğini belirlemede diğer bir unsur, yapı elemanlarının kısmen ya da tamamen yeniden kullanımına veya geri dönüşümüne olanak verip-vermeyeceğidir. Kısmi bir geri dönüşüm yapılabilecekse bunun adı seçici yıkım olacaktır. Seçici yıkım mevcut yapının bazı elemanlarının tekrar kullanılmak üzere sökülmesini ve/veya yine yapının bazı elemanlarının geri dönüşüme kazandırılabilmesini içermektedir. Bu hususta alınacak kararlar tahribatlı bir yıkım, tahribatsız bir yıkım veya seçici bir yıkım direktifi verilmiş olacaktır. Bu seçimin dolaylı olarak bağlı olduğu kavram ise zamandır.

Bir yapının yıkılıp yerine ihtiyaca daha uygun yeni bir yapının yapılarak faaliyete geçmesinden sonra sağlayacağı getiriler göz önüne alınarak, yapının daha uzun süren seçici yıkım ile mi, yoksa daha kısa sürede seçici olmayan, tam tahribatlı bir yöntem ile mi yıkılması gerektiğini belirlemek için zaman-maliyet hesaplarının yapılması gerekli olmaktadır.

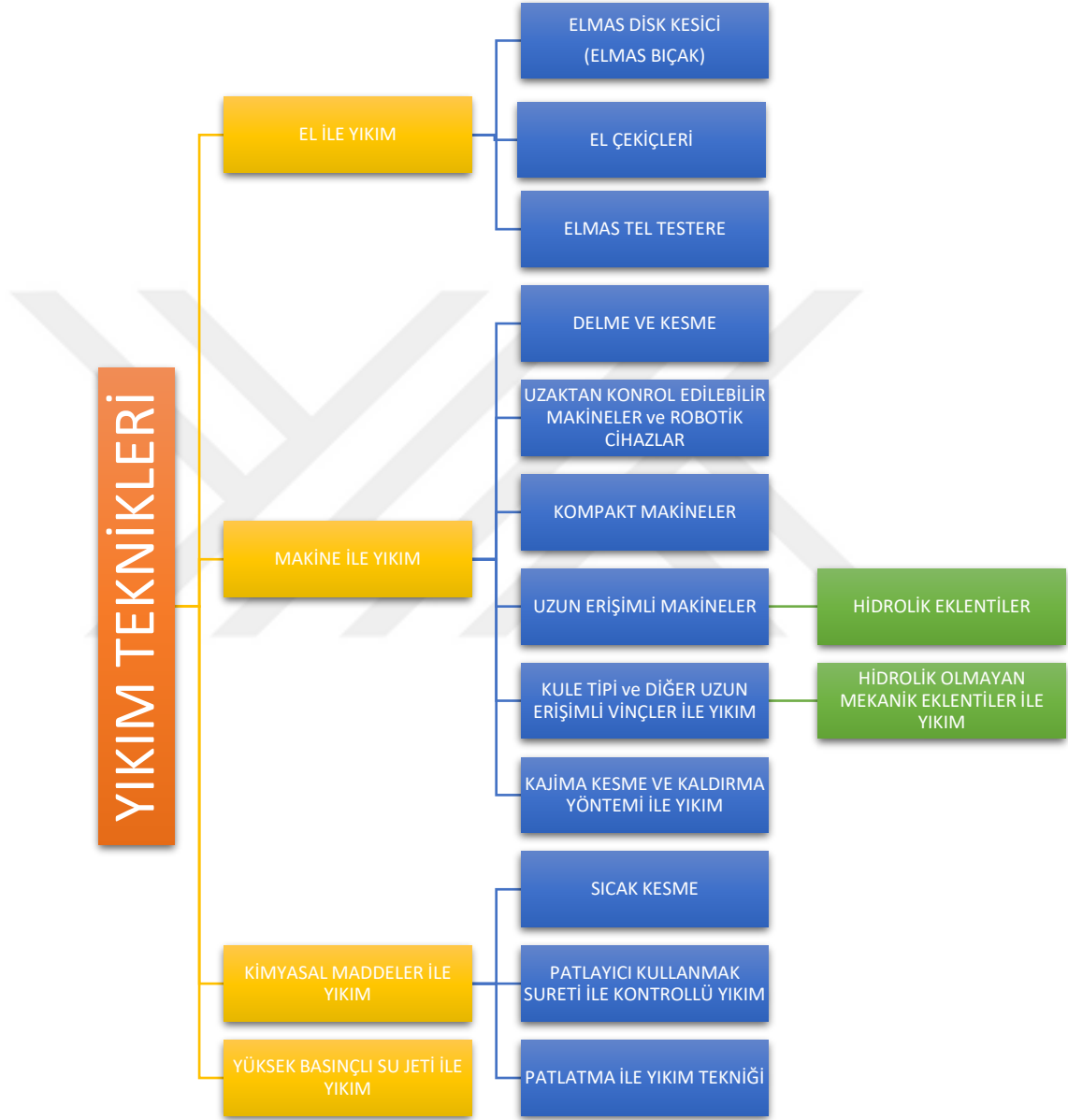
Diğer teknik belirleyici unsurlar ise yapının sistemidir. Bu noktada yeri geldiğinde zamanın maliyet kaybına yol açmadığı geri dönüşümlü bir seçici yıkıma imkân olamayabileceği gibi, yeri geldiğinde de zamanın çok büyük ekonomik kayba yol açabileceği durumlarda, hızlı bir yıkım tekniği olan makineli yıkıma veya daha hızlı bir yıkım tekniği olan patlayıcı yıkıma elverişli durumlar oluşabilir. Dolayısıyla yıkım tekniği, ekonomik açıdan “zaman”, yapı nizamı ve konumu açısından “mekân”, uygun araç ve cihazların kullanılabilmesi açısından “yapı sistemi”, “ulaşım” ve “çevresel etkenler” gibi yapboz parçasına benzeyen birçok etkenin, beraber ve uyumlu çalışması sonucu oluşturduğu en son resimdir.

Her yıkım tekniği, kendi yıkım şartlarına en uygun yöntem olarak gelişmiş, buna göre araç ve teçhizat modellerini geliştirme ihtiyacını meydana getirmiştir. Bu çalışmada diğer faktörler de ayrıca irdelenmiştir.

Yıkım tekniğinin seçimi, insan hayatı açısından riski en aza indirecek anlayışa dayanmalıdır. Yıkım araçlarını kullanan operatörlerin güvenli bir yıkımı gerçekleştirebilmeleri için uygun yöntemin seçilmesi ve uygulama aşamasında da özel ihtiyati tedbirlerin alması son derece önemlidir. Yapılan değerlendirmeler ile uygun yıkım tekniği bulunduğundan sonra, izlenecek metot ile ilgili güvenlik önlemleri yıkım projesinde açıkça belirtilmelidir. Sahada çalışacak her personel, yıkım projesindeki tekniğin gerekliliğinin farkında olmalı, ayrıca kullanılacak araç, ekipman ve makinelere aşina olmalıdır.

Yıkım Teknikleri Şematığı Şekil 3.1'deki gibidir.





Şekil 3.1. Yıkım teknikleri

3.1. El ile Yıkım

Aşamalı yıkım tekniklerinden biri olup, el ile kullanılan araçlarla yukarıdan aşağıya doğru kat eksiltilerek yapının bir kısmının veya tamamının yıkılabilmesine olanak sağlar. Bu yöntem uzaktan yıkım yöntemlerine⁴ nazaran daha az risk ihtiva eder (BSI 6187 2011). Ekonomik bir yöntemdir fakat zaman sıkıntısının olmadığı durumlarda tercih edilmektedir. Çünkü yıkım süresi açısından daha yavaş bir tekniktir. Günümüzde yapının türü, taşıyıcı sistemi ve boyutu nasıl olursa olsun bir yapının tümünün yıkımı için tercih edilen bir yöntem değildir. Bu yöntem genellikle yapıların kısmi yıkımında veya tadilat çalışmalarında kullanılmaktadır.

Bir yapının kat eksiltme yöntemi ile birkaç katının ya da tamamının yıkılması gerektiği durumlarda, mevcut yapıların inşa edilme sırası göz önüne alınmalı ve yıkım aşamasında da bu sıranın tam tersi sırası izlenerek kat eksiltme işlemi uygulanmalıdır (IPS 1996). Böylece uygun el araçları kullanılarak kademeli yıkım yapılabilir. Ayrıca uzun menzilli makinelerin erişiminin mümkün olmadığı durumlarda, makine erişiminin mümkün olabileceği seviyeye kadar el ile kat eksiltme yöntemi kullanılarak, yapının uzun menzilli araçların çalışabileceği yüksekliğe kadar kademeli olarak yıkılmasına imkân verilebilir. Yine yapı üzerine küçük iş makinesi çıkartılması için gerekli alanın olmadığı durumlarda ve bitişik inşa edilmiş yapılarda kademeli yıkım bu yöntem ile sağlanabilir.

Betonarme binalarda el ile yıkılacak bir yapı, kat eksiltme yöntemi ile yukarıdan aşağıya doğru çatıdan başlanarak yıkılabilir. Bu yöntem yıkılacak yapının ve bölgenin durumuna göre değişik işlem sıraları içerebilir. El ile yıkım aşamasında, yıkımı gerçekleştirilen betonarme eleman içindeki donatı sağlam kalacak şekilde bütün beton parçalarından arındırılır. Bu noktada pnömatik hava basıncı ile çalışan darbeli-delici çekiç yaygın olarak kullanılan el araçlarıdır.

Aşağıya doğru yıkım yapılırken, atıkların belli bir bölgede birikmesi sonucu atık yığınının oluşması ve çalışmaların aksamasına veya kiriş ve döşeme gibi yapının önemli taşıyıcı elemanlarının çökmesine neden olabilecektir. Bu durumun oluşmaması adına, üst katlardaki yıkım atıklarının alt katlara gönderilmesi için uygun bir plan dâhilinde

⁴ Uzaktan Yıkım Teknikleri: Örneğin Makine ile yıkım.

döşemelerin belirlenen bölgelerine delikler açılmalı ya da bu görevi gören bacalar yapılmalıdır.

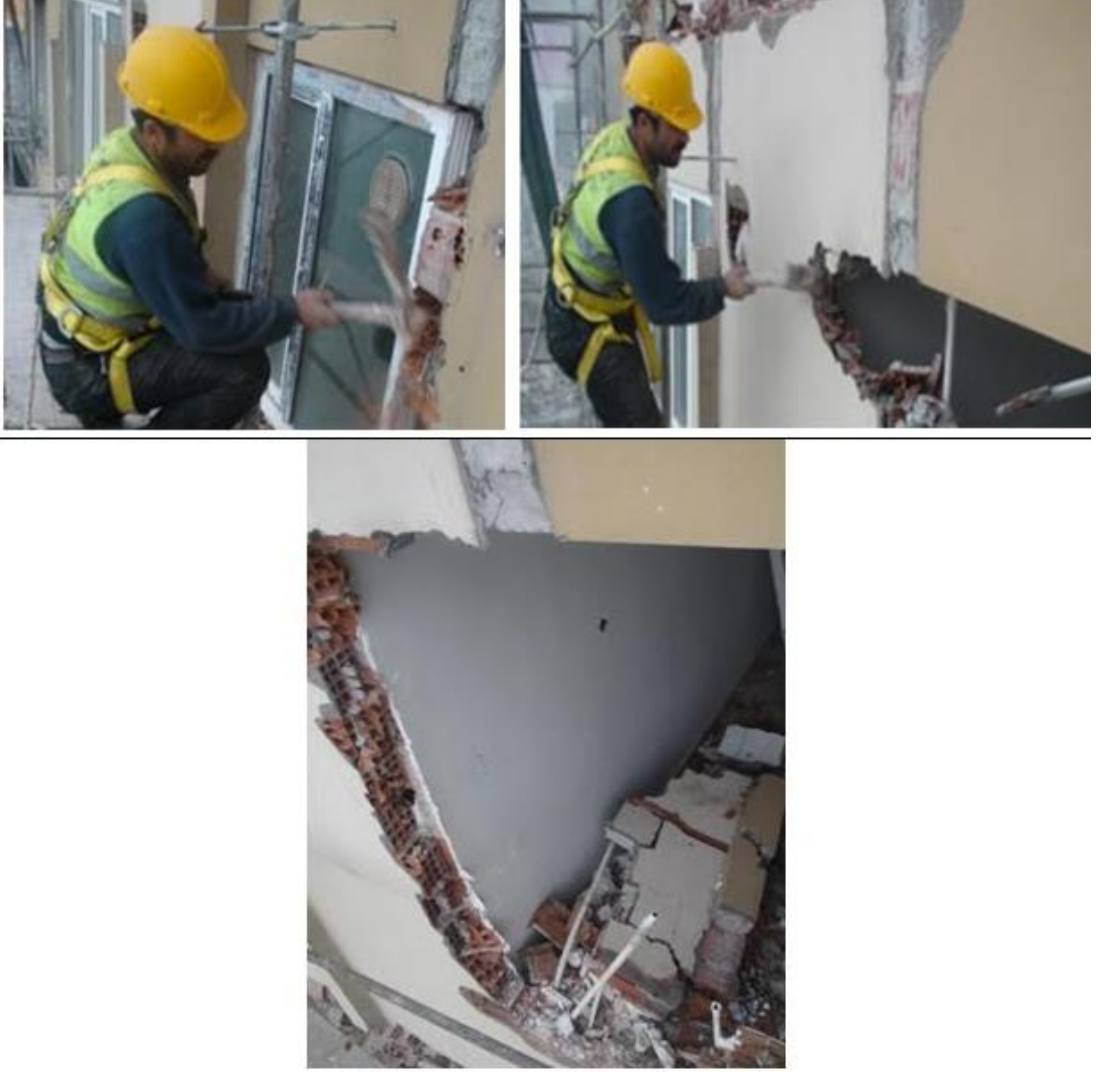
Çerçeve biçimine sahip prefabrik, yerinde döküm betonarme veya çelik yapılarda yıkım işlemi yapılırken, taşıyıcı eleman birleşim yerlerinin kesilmesi aşamalarında, serbest hale gelecek yapı elemanlarının düşerek tehlike arz etmemesi açısından geçici destekler veya vinç destekleri verilmelidir. Yıkım sürecinde şantiyeye güvenli giriş ve çıkış imkânı sağlanmalı, mümkünse giriş ve çıkışlar tek noktadan yapılmalıdır.

Balkon gibi konsol yapılar ve dış duvarlar bina yıkımları için riskli elemanlardır. Çalışma alanının gerekli ve yeterli düzeyde olmadığı dar yerlerde çevredeki insanların emniyetini almak ve bu riskli elemanları dikkatli şekilde yıkmak son derecede önemlidir.

Yıkım sırası

Yıkım esnasında izlenilecek işlem sırası, yıkım uygulamasına özgü olacak şekilde değişiklik gösterebilir. Betonarme bina konsol eleman barındırıyorsa, ana yapı yıkılmadan evvel öncelikli olarak konsol elemanlar yıkmalıdır. Konsol elemanlar, serbest uçtan itibaren mesnet bölgelerinde doğru yıkmalıdır.

a) *Duvar yıkımı*: Genel olarak, çatı katından itibaren başlayan yıkım işlerinde duvarlar, Şekil 3.2'deki gibi; duvarın üst kısmından alt kısmına doğru yıkılmalıdır.



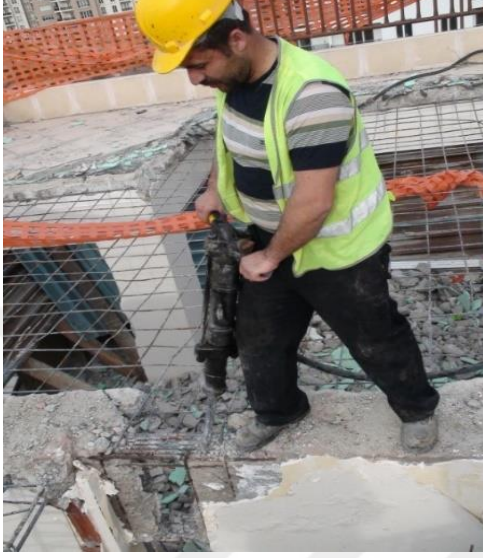
Şekil 3.2. El aletleri ile duvar yıkımı (DEPAR 2017)

b) *Döşeme yıkımı*: Kat döşemesi yıkımı Şekil 3.3'deki gibi; döşeme orta açıklığından kenarlara doğru ilerlemelidir.



Şekil 3.3. El aletleri ile döşeme yıkımı (DEPAR 2017)

c) *Kiriş yıkımı*: Yıkım sırası başlığı altında belirtildiği üzere, öncelikli olarak konsol kirişler, daha sonra tali kirişler, en sonunda da ana kirişler yıkılmalıdır. Kirişler Şekil 3.4'te görüldüğü gibi döşemelerin kırımından hemen sonra, kolon-kiriş birleşim yerlerinden yani mesnetlendikleri noktalardan kırılmaya başlanır.



Şekil 3.4. El aletleri ile kiriş yıkımı 1 (DEPAR 2017)

Her iki ucu kırılarak askıda kalan kiriş parçaları vinç/mobil vinç kullanılarak büyük parçalar halinde taşınabilir ya da olduğu katın zeminine indirilmek suretiyle daha küçük parçalara ayrılması için kırılmasına devam edilebilir.



Şekil 3.5. El aletleri ile kiriş yıkımı 2 (DEPAR 2017)

d) *Kolon yıkımı*: Kat üzerinde en son yıkılacak kısım Şekil 3.6'daki gibi kolonlardır.



Şekil 3.6. El aletleri ile kolon yıkımı 1 (DEPAR 2017)

Kolonlar, öncesinde üst döşeme bölgelerinden, sonrasında da kiriş kısımlarından ayrıldığı için Şekil 3.7'deki gibi sadece zemin döşemesinden kırılıp, serbest hale getirilir.



Şekil 3.7. El aletleri ile kolon yıkımı 2 (DEPAR 2017)

Böylece her iki ucu da serbest kalan kolon, blok halde vinç/mobil vinç yardımı ile taşınacak hale getirilir. Yine aynı şekilde bulunduğu katta kırımına devam edilerek daha küçük parçalar haline, moloz haline getirilebilir.

Güvenlik

El ile yıkım tekniğinde, yıkım işlemine başlamadan önce gerekli tedbirler alınmalıdır. Yüksekte çalışılması gereken ve yıkıma güvenli bir noktadan başlanacak yer bulunmadığı durumlarda, yüksekte çalışma kurallarına uyularak emniyetli bir çalışma platformunun sağlanması gerekli olacaktır.

El ile yıkım tekniğinde kullanılan malzemeler ne kadar küçük olursa ve ne kadar az kişi tarafından kullanılabilen bir ekipman kullanılıyorsa, o ölçüde güvenli bir çalışma yapılabilecektir. Bu araçlardan bazıları aşağıda sıralanmıştır.

3.1.1. Elmas disk kesici (Elmas bıçak)

Disk kesici, betonarme⁵ kesme özelliğine sahip olup, 1000 mm üzerinde çaplara sahip olabilir (Şekil 3.8 ve Şekil 3.9). Bu sayede yıkım esnasında karşılaşılabilecek kalın betonarme elemanlarının kesilerek yıkımın ilerletilmesi hızlandırılmış ve kolaylaştırılmış olacaktır. Ayrıca olması gerekenden daha uzun veya daha yüksek imal edilen bir çevre istinat perdesinin boyca veya yükseklikçe kısaltılmasına da olanak sağlayan bir araçtır.



Şekil 3.8. Elmas disk kesici 1 (Aquasource 2019)

⁵ Betonarme: Güçlendirilmiş beton. İçerisindeki agrega ve çelik bileşenleri de göz önüne alınmıştır.



Şekil 3.9. Elmas disk kesici 2 (Aquasource 2019)

Bu çapta bir disk kesici yüksek devirlerde çalışırken olası bir zorlanmada mekanizmasından ayrılabilir. Böyle durumlarda kesicinin kendi mekanizması birleşim yerinden kaynakla sağlamlaştırılır. Ayrıca kesme işlemi esnasında kesici disk farklı kuvvetlere maruz kalabilir ve kesici diskin zorlanmasıyla beraber sıcaklığı artabilir. Bu sıcaklığı düşürmek için soğutma sıvısının kullanılması gerekmektedir, aksi takdirde elmasın ömrü önemli ölçüde azalabilir. İşlem sırasında soğutma sıvısı gerektiren bu tür bıçaklar *ıslak kesme elmas bıçakları* olarak bilinir ve betonun kesilmesi için kullanılan en yaygın bıçak çeşitlerindedir. Kuru kesme koşullarında ise elmas disk kesiciler daha büyük sıcaklıklar meydana getirmektedir. Bu nedenle kuru kesme yapılırken daha düşük kuvvet uygulanarak kullanılmalıdır. Elmas bıçaklar çok pahalı (Abdullah 2003) olduklarından makine operatörlerinin eğitilmiş ve deneyimli olması önemlidir.

3.1.2. El çekiçleri

El çekiçleri kısmi bir yıkımda veya aşamalı gerçekleştirilen tam yıkımda kullanılabilir. Yıkım esnasında yapı dikey ve yatay elemanlarının birleşim yerlerinden zayıflatılarak yıkılması esasına dayanır. El çekicinin elektrikli, benzinli, hidrolik ve pnömatik olmak üzere dört çeşidi bulunmaktadır. El aletleri ile yıkım gerçekleştirilirken koruyucu eldiven

giyilmeli ve koruyucu gözlük takılmalıdır. Ayrıca gürültünün 80-87 dB olduğu durumlar gürültü eşik değerleri olduğundan, ilgili isg ekipmanları kullanılmalıdır (TTB, 2013).

Elektrikli çekiç (Elektrikli Darbeli Kırıcılar)

Yıkım işleri için fazla kullanılmayan bu çekiçler hem dikey hem de yatay nesnelere yıkmak için başvurulan bir araçtır. Elektrikli çekiçler benzer pnömatik veya hidrolik çekiçlerden daha düşük vuruş enerjisine sahiptirler. Ülkemizde genel adı elektrikli veya şarjlı matkap olarak bilinmekte ve yıkım konusunda darbeli delme-kesme yapılabilmektedir.

Pnömatik çekiç (Kompresörlü Darbeli Kırıcılar)

Kompresörlü çekiçlerdir. Uygun çalışma basıncı ihtiyacından dolayı bir kompresör ile birlikte kullanılan çekiç sıkıştırılmış hava ile çalışır. Çekicinin birçok türünde meydana gelen gürültüyü önlemek için mantolama işlemi uygulanabilir. Tüm pnömatik çekiçler su altında kullanılabilirler ancak suya batırılmadan önce ve çıkarılıncaya kadar basınç altında tutulmalıdırlar. Daha büyük derinliklerde çalışırken karşı basınçtan dolayı verimlilik kaybı yaşarlar. 4 - 12 kg arasında ağırlığa sahip pnömatik çekiçler (Atlas 2019), kendi ölçüsüyle doğru orantılı olacak şekilde kırım kapasitesine sahiptirler (Şekil 3.10).



Şekil 3.10. Pnömatik çekiç (Atlas 2019)

Benzinli çekici

Bu çekiciler pnömatik ve hidrolik çekicilere nazaran daha düşük yıkım-kırım kapasitesine sahiptirler. Kompresör kullanımına imkân olmayan, elektrik sıkıntısı yaşanan yerlerde ve jeneratör temin edilemediği durumlarda kullanılabilirler. Benzinle çalışan darbeli kırıcılar olarak ta tanımlanabilirler.

Hidrolik çekici

Vuruş enerjisi; yıkım-kırım gücü oldukça yüksektir. Bu kapasitesini sıkıştırılmaz bir sıvı olan yağdan alan hidrolik bir sisteme sahiptir. Bu sistemi mümkün kılmak için hidrolik çekiciler-kırıcılar nitrojen bölme ile donatılmıştır. Hidrolik çekici tamamen kapalı bir hidrolik sistemle çalışmaktadır. Buna rağmen bu çekiciler pnömatik çekiciden farklı olarak suyun altında çalışmaya uygun değildirler.

3.1.3. Elmas tel testere

Betonarme elemanı blok parçalara ayırıp, gerekli ve taşınabilir seviyede küçültmek suretiyle keserek el ile yıkım işlemine katkı sağlayan bu araç, enerjisini elektrik, benzin veya mazottan almaktadır. Genel tercih sebebi, iki yönde çalışabilen ve sürekli değişken hız sağlayabilen bir çark sistemine sahip olmasıdır. Hidrolik sisteme sahip olan bu testere, elmas daire testereleden daha etkilidir ve neredeyse her kalınlığı kesebilmektedir. Köprü, baraj ve kalın beton yapılarda gerçekleştirilen ağır yıkım için çok kullanışlıdır. Ayrıca çok az toz, ses ve titreşim meydana getirdiğinden dolayı yapılardaki yıkım çalışmaları için oldukça idealdir. Elmas tel testereyi etkin kılan parçası Şekil 3.11 görülen telidir.



Şekil 3.11. Elmas tel testere (Proneel 2019)

3.2. Makine İle Yıkım

Makine ile yıkım “uzaktan yıkım teknikleri” arasında yer almaktadır. Geçmişten bugüne kadar yıkılması icap eden ve yıkımı sırasında kendisine özgü güçlükler gösteren yıkım uygulamalarının, yıkım endüstrisinde meydana getirdiği birçok farklı tecrübeye dayalı olarak, bir o kadar da farklı makine türü modifiye edilmiş ya da yeni makine ve yüksek teknoloji robotlar geliştirilmiştir. Bu gelişimin sebebi, mevcut olan can kaybı riskini minimize etmek için, potansiyel tehlikeleri ve zararlı durumları uzak tutma ihtiyacıdır. Yıkım ile ilgili geliştirilmiş birçok makine bulunmaktadır. Avrupa ülkeleri ve Japonya’da, yıkım işlemlerinde bu metoda sıkça başvurulurken (Kibert ve Chini 2000), ülkemizde bu teknik daha dar kapsamlı olacak şekilde kullanılmaktadır. Makine ile yıkımda dikkat edilecek en önemli uygulama unsurları şunlardır;

- *Yapı ve çevre şartlarını göz önüne alarak hazırlanmış, uygun yıkım tekniği içeren bir proje,
- *Projeledeki yıkım tekniğine uygun makine ve ekipmanlar,
- *Makine ekipmanların çalışma prensiplerine haiz personel,
- *Gerekli ve yeterli güvenlik tedbiri.

Makine ile yıkım tekniğinde makinenin erişim menzili yükseldikçe, devrilme riski de aynı oranla yükselmektedir. Dikkat edilecek en önemli unsurlardan biri de yüklenen makinenin oluşturacağı momentin, makine ağırlığı ile karşılanabilecek ölçüde olmasıdır.

3.2.1. Delme⁶ ve kesme

Delme-sondaj ve kesme yöntemi daha çok kapalı alanlardaki betonarme yapılarda, yapı elemanlarını keserek zayıflatmak ve kesilen parçaları taşımak suretiyle kısmen ya da tamamen yıkmak için kullanılmaktadır. Gürültü, toz ve sarsılma oluşturmadan, istenilen yerden, istenilen şekil ve büyüklükte kesim-delme delme işlemleri bu teknikle yapılabilir. Ayrıca kalorifer tesisatı, su tesisatı, baca delikleri, doğalgaz delikleri, kapı-pencere açılımları, asansör delikleri vb. işlerde de kullanılmaktadır. Yıkım teknikleri açısından incelendiğinde karşımıza çıkan araçlar ve kullanım şekilleri aşağıdaki gibidir.

⁶ Delme: Sondaj ve kesme yöntemi olarak da adlandırılmaktadır.

Elmas kesici⁷ ile delme

Betonarme ve mukavemeti artırılmış bütün beton türlerinde delikler açmak suretiyle kısmi bir yıkıma olanak veren, ses ve sarsıntı oluşturmeyen sondaj-delme tekniğidir. Bu teknikte kullanılan deliciler yatay ve dikey şekilde çalışabildiği gibi enerjilerini elektrikli, basınçlı ve hidrolik sistemlerden alabilirler. Delik çapları 10 mm'den 1000 mm'ye kadar ulaşılabilen elmas bıçaklar ile asfalt yollar, betonarme zemin, betonarme çerçeve elemanlar da dâhil olmak üzere çok çeşitli yüzeyler herhangi bir açıyla delinebilmektedir (Ram 2019).

Bu yöntemle birkaç metre derinliğe kadar delikler açılabilirdiği gibi çoğu kez de bir tel testere yöntemini kolaylaştıran bir kısmi çalışma parçası olarak kullanılır (Şekil 3.12).



Şekil 3.12. Elmas kesici – Karot alma makinesi (Ram 2017)

⁷ Elmas Kesici: Karot alma makinası. (bkz ing: core drilling.)

Elmas, yol ve zemin kesici

Betonarme zeminlerin tam veya kısmi yıkımı, betonarme zeminlerde çukur açılması için zeminin kesimi, kat döşemelerini yırtık hale getirme gibi işler için tasarlanan elmas bıçaklı kendinden itmeli testereler, otoyol söküm-onarım ve havaalanı pist söküm-onarım işleri gibi pek çok yerde kullanılmaktadır (Şekil 3.13). Yollar, pistler, depo rüzgârlıkları ve yer döşemeleri için bu makine idealdir. Ancak gürültülü olması sebebiyle gürültüye hassas yerlerde kullanım için tercih edilmez, ayrıca yatay yüzeyler de duvarlara yaklaşmaması hasebiyle kapalı alanlarda da çokça tercih edilmemektedir.



Şekil 3.13. Elmas yol ve zemin kesici (Esisan 2019)

Elmas parça kesici

Kesme ve delme suretiyle betonarme elemanlarını sökerek, yapı yıkım işlemlerinin kısmen bir parçası olabilmektedir. Elmas kesici ile betonarme parça veya duvarlar 1000 mm derinliğe kadar rahatlıkla kesilebilmektedir. Elmas testere titreşimsizdir (Ram 2017). Ayrıca yapısal değişikliklerin gerekli olduğu durumlarda; asansör milleri veya merdiven boşlukları için zemin plakalarında yeni açıklıklara ihtiyaç duyulduğunda veya pencere ve kapı açıklıklarının kesilmesi için uygun olarak geliştirilmiş bir ekipmandır (Şekil 3.14).



Şekil 3.14. Elmas parça kesici (Ram 2017)

Elle tutulan halka zincirli kesici (Testere)

Bu ekipman, ahşap zincir testerenin gelişmiş hali olup, hidrolik olarak güçlendirilmiştir. Elmas zincir ile donatılarak kullanılmaktadır. Bu testere 375 milimlik bir kesim derinliğine ulaşabilmektedir. Taşınabilirliği ve kullanım kolaylığı sayesinde erişimin sınırlı olduğu köşelerin veya geri dönüşümlü bir yıkım da prefabrik elaman köşelerinin uygun bir şekilde kesiminin ve sökülerek yıkımının uygulanması için geliştirilmiş bir ekipmandır. Ayrıca bu ekipman ile perde duvarlarda kapı ve pencere açıklıkları oluşturulabilmektedir.

Tungsten matkabı

Kesip sökerek yıkım yapılmasına imkân sağlayan ve daha çok bir yıkım tekniğine kısmen yardımcı olmaya yarayan ekipmandır. Su ile soğutulan elmas testerelerin kullanılmadığı susuz ortamlarda tuğla, blok ve betonarme elemanlarda delikler açmak için çeşitli tungsten uçlu matkaplar kullanılarak elle yapılan delme tekniğidir.

Elmas tel kesici

Beton kesme işleminde kullanılan diğer bir teknik de elmas tel ile kesme sistemidir. Kesilecek olan kütlelerde delikler açıldıktan sonra elmaslı tel, delikten geçirilerek kesme işlemi başlatılır. Şekil 3.15'te görüldüğü gibi bu teknikte beton kalınlığı önemli değildir. İhtiyaç duyulan şey makinenin kurulabileceği bir alanın oluşabilmesidir. Bu teknikle yıkım aşaması olan “döşeme yıkımı” çok rahat bir şekilde donatı ile beraber kesilebildiği gibi, yenileme projelerinde de ideal ve sık başvurulan bir yöntem olarak karşımıza çıkmaktadır. Bu teknik betonarme yapı yıkımını tamamlamak adına sessiz ve verimlidir.

Bu ekipman kısa sürede güvenli bir uygulama imkânı sağlamaktadır. Bezen yapı içerisine yapılacak geniş şaftla veya ilave edilecek merdivenler-asansörler için gereken boşluğu açmak için uygun bir yöntemdir.



Şekil 3.15. Elmas tel kesici (Milkarot 2019)

3.2.2. Uzaktan kontrol edilebilir makineler ve robotik cihazlar

Potansiyel olarak tehlike ihtiva eden durumlarda, operatörün ve diğer yıkım personelinin tehlikeli etkenlerden uzaklaştırılmasının amaçlanmasıyla geliştirilen bir yıkım tekniği makinasıdır (Şekil 3.16). Bu tip araçların telsiz veya kablo yoluyla uzaktan kontrol edilebilmesi sayesinde makina operatörleri tehlikeli bölgeden uzak tutularak risk faktörleri minimize edilebilmektedir. Bu teknik birçok kontrollü yıkım projesi için önemli çözüm alternatifleri oluşturduğu gibi diğer yöntemlere göre ciddi avantajlar sağlamaktadır.

Uzaktan kontrol edilebilen veya direkt kontrol gerektiren her türlü makine, ekipman ve robotun üretici firma tarafından belirlenen bütün kapasite ve kullanım direktifine uygun kullanımı ve bakımlarının yapılması hayati önem arz eden hususlardır. Mekanik veya hidrolik aksama sahip her türlü makine, robot, eklenti, araç ve gereç mutlaka periyodik bakımdan geçirilmelidir.



Şekil 3.16. Uzaktan kontrol edilebilir makineler (Husqvarnacp 2019)

3.2.3. Kompakt makineler⁸

Bu yöntem yukarıdan aşağıya doğru kat eksiltme yöntemi olarak başlı başına bir yıkım tekniği olarak kullanılabilirdiği gibi, yüksek erişimli makinelerin yetişemediği yüksekliğe sahip yapıların, uygun seviyeye kadar kat eksiltme yöntemi ile yıkarak, yardımcı bir “kısmi yıkım tekniği” olarak ta kullanılabilir. 1-9 ton ağırlığındaki (Caterpillar 2019) mini ekskavatörler, 4-10 ton ağırlığındaki (Hidromek 2019) beko-loderler⁹ gibi çeşitli makineler genel olarak hidrolik kırıcı ataşmanlar¹⁰ kullanarak, yapı üzerinde kesme, taşıma, istifleme ve sıyırma gibi işlemler için kullanılabilirler (Şekil 3.17). Seri çalışabilme kabiliyetine sahip olan bu makineler yapıların içinde veya üzerinde çalışma yapacağı için, yapı statiği dikkate alınarak uygun ağırlıkta bir makine ve seçilen makineye uygun bir hidrolik eklenti (ataşman) tercih edilmelidir. Ağır bir makine çökme riskini arttıracığı gibi hafif bir makine de iş süresini uzatacağından optimum bir tercih yapmak için gerekli araştırmalar önceden yapılmalıdır. Özellikle yıkımın icra edildiği katın altında kalan kata veya katlara düşey destek elemanlarının sağlanması, olası bir plansız çökme riskini önemli ölçüde azaltacaktır.

⁸ Kompakt Makineler: Mini Makineler. Örn: Mini Ekskavatör.

⁹ Beko Loder: Kazıcı-yükleyici. (bkz. İng: Backhoe Loader)

¹⁰ Ataşman: Ekskavatör kolunun serbest ucuna eklenen kırıcı, delici, kesici, tutucu veya taşıyıcı metal eklenti.



Şekil 3.17. Kompakt makineler - Mini ekskavatör

- a) *Döşeme Yıkımı:* El ile Kullanılan aletler ile yıkımda izlenilen sıra ile yıkım gerçekleştirilir (Şekil 3.18).



Şekil 3.18. Mini ekskavatör ile döşeme yıkımı (DEPAR 2017)

b) *Kiriş Yıkımı*: Kirişler Şekil 3.19'daki gibi mesnetlerden kırılmak suretiyle kolonlardan ayrılır.



Şekil 3.19. Mini ekskavatör ile kiriş yıkımı (DEPAR 2017)

c) *Kolon Yıkımı*: Daha önce üst mesnedi döşeme ve kirişlerden ayrılan kolonlar, sonrasında alt döşeme seviyesinden yukarıda kalacak şekilde, alt mesnetlerinden kırılarak serbest hale getirilirler (Şekil 3.20).



Şekil 3.20. Mini ekskavatör ile kolon yıkımı (DEPAR 2017)

Mesnet bölgelerinden kırılan kolon ve kirişler istenirse kat döşemesine indirilerek kırılabilir ya da bunun yerine serbest kalan kolon ve kiriş açıklık blokları vinç yardımıyla direkt olarak yapı üzerinden alınabilir (Şekil 3.21).



Şekil 3.21. Mini ekskavatör ile kolonun yerde parçalanması (DEPAR 2017)

Bu yıkım tekniğinde de molozlar, el ile yıkım tekniğinde olduğu gibi tüm katlarda döşeme ortasına delik açmak suretiyle oluşturulacak şafttan veya uygun bir bacadan¹¹aşağıya gönderilmelidir. Bu yıkım tekniği uygulanırken gerekli olabilecek en uygun ve yaygın makine mobil vinçtir. Bu sayede büyük beton bloklar kırılmadan yapıdan uzaklaştırılabilir ve yıkım süresi önemli ölçüde kısaltılabilir.

3.2.4 Uzun erişimli makineler

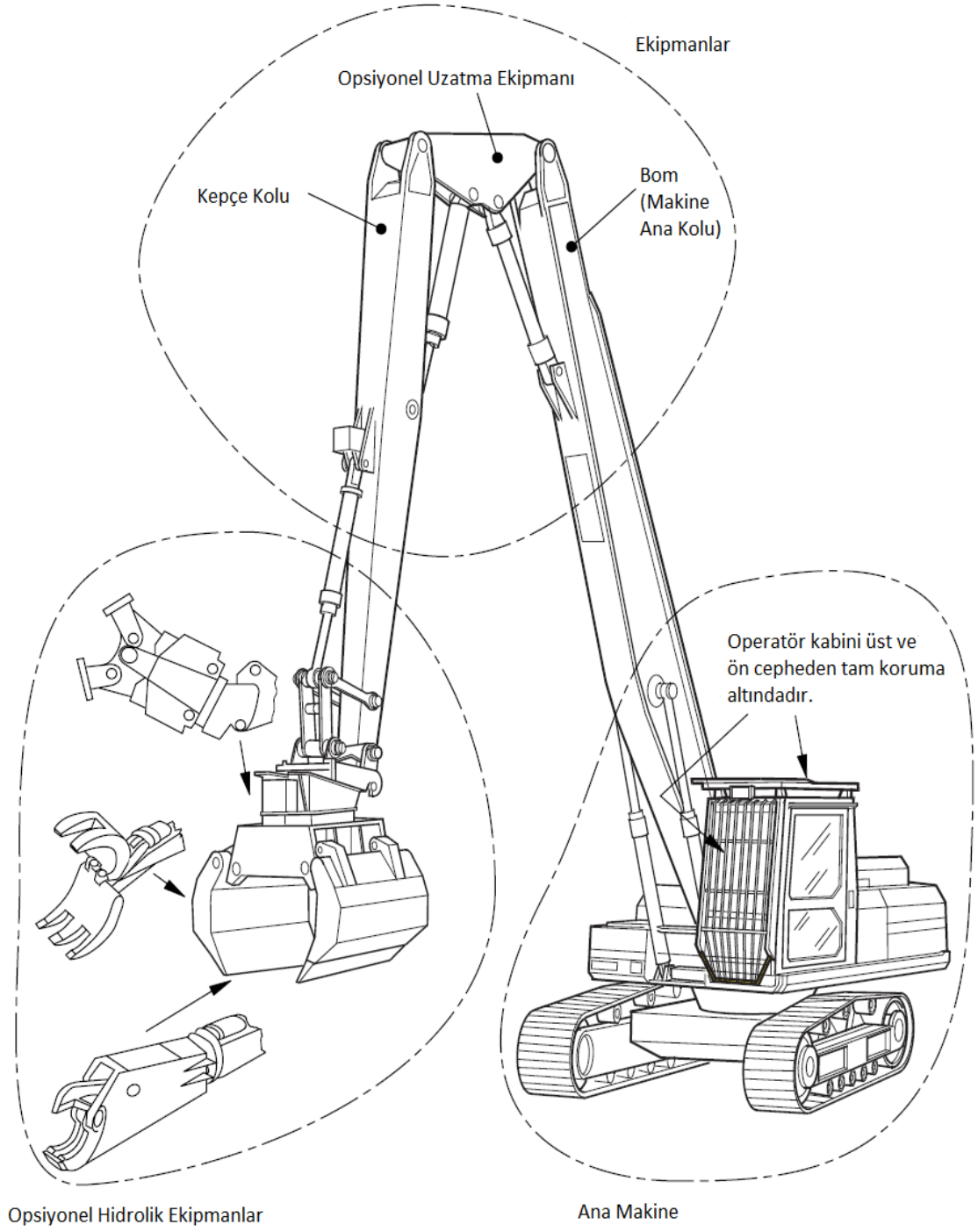
Genel olarak 15 metre ve daha fazla yüksekliğe sahip yapıların yıkımı için tasarlanan makineler “yüksek erişimli makineler” kategorisinde yer almaktadır (NFDC 2017). Bu yöntem, yıkım süreleri açısından diğer yöntemlere göre daha hızlı olmakla beraber, yıkım sırasında yapının statik yapısı bozulmadığı için bu açıdan daha emniyetli bir yöntemdir. Şekil’ 3.22’deki gibi genellikle kesici, kırıcı ve ezici çene gibi ayrı ekipmanlara sahip hidrolik sistemli bu ekskavatörler en az üç parça hareketli boma ve paletli bir yürüyen aksama sahiptirler. Ana bom; ilk yüksekliği kazandırmakta ve ağırlık merkezinin makine üzerinde kalmasını sağlamaktadır. Dirsek bom; ana bom ile kova-kepçe (eklenti) kolu arasında mafsal vazifesi görmektedir. Kepçe (eklenti) kolu; ekskavatörün güvenli

¹¹ Baca: Genellikle asansör veya havalandırma boşlukları baca olarak tercih edilmektedir.

mesafede yapıya erişimini sağlamak için yatay düzleme paralel olacak monte edilen ekipmandır ve gerektiğinde üçüncü yüksekliği kazandırmaktadır. Yüksek binaların veya yapıların yıkım ihtiyacına uygun olarak tasarlanmış bu tip makine ve ekipmanlar, yapıyı üstten en alta kadar taşınabilir parçalar halinde yıkabilirler. Yüksek katlı yapıların yıkımı, bazen bu tip ekstra uzun bomları olan makinelerle dahi mümkün olmayabilir. Bu durumda mini ekskavatörler aynı proje içinde kullanılarak, yapı kat seviyesinin uzun erişimli makinelerin menziline girebileceği kadar kat eksiltme yöntemi uygulanabilir. Yapı yüksekliğinin uzun erişimli makinelerin çalışabileceği seviyeye kadar kat eksiltme yöntemi ile indirilmesinde “el ile kullanılan makineler” yöntemi de ayrıca kullanılabilir.

Yıkım faaliyetleri yüksek erişimli makineler ile icra ediliyorsa, aşağıdaki unsurlara azami dikkat gösterilmelidir (BS 6187 2011).

- A) İşin kapsamı belirlenmeli ve değerlendirmeler yapılmalıdır.
- B) Yıkım projesine uygun ekipmanlar tespit edilmeli ve uygun bir operatör ile çalışılmalıdır.
- C) Önceden belirlenen ve yapının yıkımı aşamasında kullanılacak olan arazi incelenmeli, sonrasında da ekskavatörün çalışabilmesine uygun hale getirilmelidir (Şekil 3.23).
- D) Ekskavatör ve ekipmanların kurulumu sağlıklı bir şekilde yapılmalı, çalışmalar azami dikkatle devam ettirilmelidir. İş sonunda makineler güvenli bir yerde ve uygun şekilde park edilmelidir.
- E) Özellikle 40-60 metre yüksekliği olan yapılar yıkılırken, bom üzerindeki uygun yerlere etrafı gözetleme imkânı sunabilecek kameralar yerleştirilmelidir (NFDC 2017).



Şekil 3.22. Uzun erişimli makine ve ekipmanları (BS 6187 2011)



Şekil 3.23. Uzun erişimli makineler (Vantunen 2019)

3.2.4.1 Hidrolik eklentiler¹²

Bir ekskavatörün betonu kırabilmesi, çeliği kesebilmesi ve malzemeyi kaldırıp taşıyabilmesi için, ana makine üzerine uygun eklentinin monte edilmesi gerekmektedir. Mini ekskavatör ve kompakt makineler de dâhil olmak üzere, betonarme ve çelik yapılarda aşamalı yıkım yapılabilmesi için ekseriyetle itici kol, darbeli çekiç, makas ağızlı kepçe, çengel, pülverizatör çeşitleri, kırıcı, yıkım kazığı ve çok amaçlı eklentilere başvurulmaktadır. Şekil 3.24’te bazı kırıcılara yer verilmiştir.

¹² Eklenti: Bazı kaynaklarda Hidrolik “Ataşmanlar” olarak geçmektedir.



Şekil 3.24. Hidrolik eklentiler - Kırıcılar (Epiroc 2019)

İtici kol

Genellikle çelikten üretilmiş bir kolun makineye monte edilmesi ve bu kolun yapıya yatay bir kuvvet uygulaması sonucu gerçekleşen yıkım şeklidir. Bu teknik uygulanmadan önce kat eksiltme suretiyle yapı yüksekliği makinenin erişebileceği seviyeye indirilmelidir. Bunun yanında yıkılması planlanan yapı bitişik nizamlı bir yapı ise, öncelikle komşu bina ve yıkımı planlanan bina, el ile kullanılacak makinelerle birbirlerinden ayrılmalıdır. Bu uygulamada makinenin rahat hareket edebilmesini sağlayabilmek için yapı ile arasında en az 6 metre (IPS 1996) olması, uygulama sırasında makinenin aşağıya düşecek yıkıntı menziline dışında olması ve makinenin çalışma süresince denge durumunda bulunması gerekmektedir.

Kullanılan makinenin üretici firması tarafından önerilen tavsiyelerine ayrıca dikkat edilmelidir. İtici kol ile yıkım süresince, risk arz eden yıkım alanında gerekli ve yeterli tedbirin alınmasına dikkat edilmeli, bu tekniği uygulayacak operatörün eğitimli olmasına özen gösterilmelidir.

Hidrolik çekiçler

Hidrolik çekiçler, gerekli bir erişime göre seçilen çekiç ağırlığı ve bu ağırlığı dengeleyebilecek ağırlıkta taşıyıcı araca karar verilerek tercih edilebilen bir yöntemdir. Taşıyıcı aracın ağırlığı, çekiç bomun maksimum erişime girdiği anda oluşturduğu

momenti karşılayarak, olası bir devrilmeye mâni olacak şekilde seçilmelidir. Hafif bir taşıyıcının seçilmesi, bomun erişimini azaltacak ve devrilme riskini arttıracaktır.

Kesiciler:

Hidrolik kesiciler ile donatılmış makineler, soğuk kesim tekniği uygulayarak betonarme ve metal bölümlerin yıkımını gerçekleştirebilir. Bir ekskavatör bomuna eklenerek kullanılan bu kesicilerden bazıları şunlardır; Mobil hidrolik plaka ve tank kesme makası, Şekil 3.25'teki gibi mobil hidrolik genel amaçlı kesiciler.



Şekil 3.25. Hidrolik kesici (Caterpillar 2019)

Pülverizatörler

Makineye monte edilmiş pülverizatörler betonarme ve yığma yapıları hareketli çenesiyle ezerek yıkımı gerçekleştirmektedir. Bu teknik kiriş, kolon, döşeme ve panelleri (perdeleri) kırmak için kullanılabilir. Ayrıca çelik ve beton kirişlerin ve diğer blok malzemelerin kaldırılması ve yüklenmesi için de başvurulan bir yöntemdir.

Kırıncılar

Beton veya bitümlü zeminlerin belirli bir kalınlıkta sıyrılarak kırılmasına ve üzerinde bulunan bant sistemi ile ufaltılmasına yarayan ikili bir sistemden oluşturmaktadır. Makinenin bulunduğu zeminin istenilen kalınlıkta sıyrılmasını sağlayan sistem birinci sistemdir. İkinci sistem içten monte edilmiş hidrolik bir silindir tarafından işletilen hareketli çenelere sahip, yürütme aksamı genellikle palet olan bir makinedir. Gerektiğinde kullanılmak üzere betonu agregaya çevirerek geri dönüşme imkân sağlayabilen bu sistem, kırıcı çekiç ile meydana gelen iri beton parçalarını ayrı bir ekskavatör ya da yükleyici yardımıyla kendi haznesine alabilmektedir. Karmaşık bir iç

sisteme sahip olan bu makinelere yine opsiyonel olarak ekstra bıçaklar eklendiğinde, yüklenilen iri beton parçalarını moloz yığınlarına dönüştürebilmektedir.

Yıkım direkleri

Uzun erişimli makinelerin kullanılmadığı bir yıkım uygulamasında, alternatif makinenin erişimini arttırabilmek için geliştirilmiş bir yöntemdir. Genellikle ekskavatör olan makinenin en sonundaki bomuna bir kıskaç veya sökücü çengel gibi eklentiler monte edilir, daha sonra bu eklentilere metal yıkım direkleri sabitlenir. Böylece yapı yıkılırken daha uzun yüksekliklere erişim sağlanabilir.

Kıskaç

Genellikle Şekil 3.26'daki gibi 4 kıskaçlı ya da 3 kıskaçlı olabilen bu tür metal kıskaçlar bir ekskavatör ya da mobil vinç bomuna eklenebilen çok amaçlı bir eklentilerdir. Bu eklenti sayesinde çelik veya beton kiriş, kolon, duvar, döşeme ve çatı kirişlerinin yıkımı ya da tekrar kullanılabilmesi için sökümü gerçekleştirilebilmektedir. Kancanın çeneleri yıkım, söküm ve taşıma sırasında hizalı olarak hareket ederek, eylemin güvenli bir şekilde gerçekleşmesini sağlar. Kullanım amacına göre farklı diş sayısı ve ebatları olan değişik kanca çeşitleri mevcuttur.



Şekil 3.26. Kıskaç (Alibaba 2019)

Çok amaçlı eklentiler

Çok amaçlı eklentiler, çelik kesme, beton kırma, betonu pülverize etme veya plaka kesme gibi değiştirilebilir çeneler ile betonarmenin veya kimyasal ve yağ depolama tanklarını içeren çelik yapıların yıkımını gerçekleştirmek için kullanılabilirler. Bu eklentiler doğrudan ekskavatörün ana koluna veya uzatma bomuna monte edilebilirler.

3.2.5 Kule tipi ve diğer uzun erişimli vinçler ile yıkım

Yüksek yapıların yıkımında, oluşan enkazın yıkım alanındaki başka bir yere taşınmasında veya bazı teçhizatların aynı alanda farklı bir noktaya nakledilmesinde Şekil 3.27'deki gibi bir kule vinç veya diğer uzun menzilli vinçler kullanılabilir. Yapıların yıkımında kullanılan kule vinç ve diğer uzun menzilli vinçler, daha hızlı yıkım imkânı sağlayarak, zaman faktörü açısından fayda sağlayabilmektedir (Abdullah 2003).



Şekil 3.27. Kule vinç

3.2.5.1. Hidrolik olmayan mekanik eklentiler ile yıkım

Yıkım tekniklerinde kullanılan makinelerin birbirinden farklı ihtiyaca hizmet eden çok çeşitli mekanik eklentileri vardır. Bu bölümde hidrolik bir sisteme sahip olmayan “çelik top” ve “çekme halatı” gibi iki ayrı eklenti ele alınmıştır.

Çelik top ile yıkım

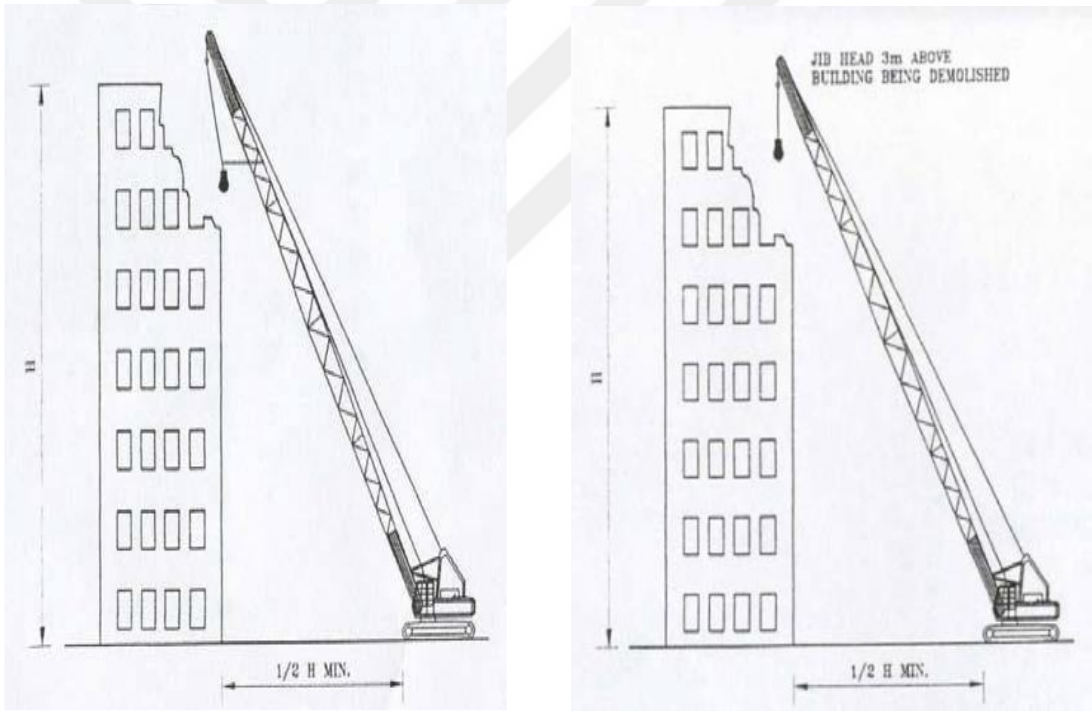
Çelik top ile yıkım, vinç ucuna asılmış çelik topun serbest bırakılarak ve sallandırılarak art arda aynı veya farklı yere çarptırılması sonucu aşamalı olarak yapının yıkımının gerçekleştirilmesidir. Bu durum yapının tamamının yıkılması boyunca devam etmektedir. Binaların yıkımı için kullanılan en eski ve yaygın tekniklerden biridir. Çelik topun ağırlığı 500 ila 5000 kg arasındadır ve bu teknik daha çok kâgir ile betonarme yapıların yıkımı için kullanılabilir. Şekil 3.28’de görüldüğü gibi genellikle dökme çelikten imal edilen toplar, farklı şekillerde olabilir; yuvarlak, dikdörtgen, silindirik veya armut.



Şekil 3.28. Çelik top (Wikiwand 2019)

Çelik top ile yıkım tekniğinde, topun asıldığı yardımcı makine topun iki tür hareket gerçekleştirmesine izin verir. Şekil 3.29’da görüldüğü gibi ilk hareket türü serbest düşüştür. İkinci hareket türü ise sallandırma veya balistik hareket denen yıkım stilidir. Bu teknikte kullanılacak yardımcı makine seçimi, topun boyutu, mesafesi, darbe yönü ve yıkılacak nesneye göre değişmektedir. Kullanılan en yaygın yardımcı unsur “dragline”dır.¹³

Çelik top ile yıkım yöntemi, günümüzde pek tercih edilmemektedir. Bunun nedenleri arasında yıkılacak olan yapının etrafında yeterince boş alan olmaması, çevredeki yapıların zarar görmesi olasılığı, yapının etrafında toz, gürültü ve zemin titreşimine neden olması sayılabilir. Ayrıca her çarpmada büyük boyutlu atık ortaya çıkarmasından dolayı bu yöntemde başvuruyu azaltmıştır (Abdullah 2003, Kibert ve Chini 2000).



Şekil 3.29. Sallanarak düşen çelik top ile serbest düşüş yapan çelik top (Code of Practice for Demolition of Buildings, 2004)

¹³ Dragline: Operatörün bulunduğu dönel kumanda kabini çerçeveye güvenli hale getirilmiş, paletle veya tekerlekle yürüyebilen aksama sahip bir makinedir. Ayrıca “Dragline Ekskavatör” olarak da adlandırılmaktadır.

Çelik halat ile yıkım

Önceden zayıflatılmış yapının taşıyıcı kolonlarının halatlar ile bağlanarak vinçler veya traktörler yardımıyla çekilerek, kendi ağırlığı ile yapının çökmesinin sağlanması esasına dayalı bir tekniktir. Şekil 3.30'da da görüldüğü gibi zayıflatılan yapı kendi ağırlık merkezine olacak şekilde aşağı doğru çekilerek yıkılmaktadır.

Güvenli bir yıkımın sağlanması için gerektiği kadar çekme halatı kullanılmalı ve bu halatların da çekme işlemi için yeterli çekme dayanımına sahip olduğundan emin olunmalıdır. Bu tekniğin kullanılmasında halat çekme elamanı olarak ekskavatör veya makara ekipmanına sahip araçlar kullanılabilir. Halat ile yıkım yapılırken, işçilerin halat, bina ve makinelere uygun mesafede bulunmaları gerekmektedir. Çekme halatının kopması durumunda halat parçaları ön görülemeyen savrulmalar yapabileceği için oldukça yüksek can kaybı riski de oluşturabilecektir.



Şekil 3.30. Çelik halat ile bina yıkımı (Anonim 2019)

Ahşap iskeletli yapılarda, ayrık nizam betonarme binalarda, Şekil 3.31'deki gibi minarelerde ve köprülerde bu tekniğin kullanımı, risk ve zaman-maliyet açısından daha uygun olacaktır.



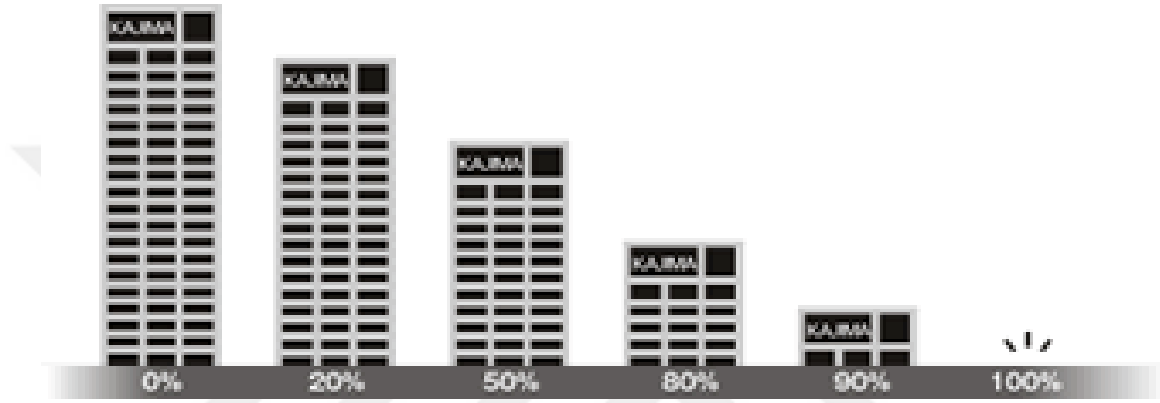
Şekil 3.31. Çelik halat ile çekerek minare yıkımı (Anonim 2019)

3.2.6. Kajima kesme ve kaldırma yöntemi ile yıkım

Japon menşeli Kajima firmasının Nisan 2007’de eski merkez binalarını (75 metre yüksekliğe sahip 20 katlı bina ile 65 metrelik yüksekliğe sahip ve 17 katlı bina) yıkmaya karar vermesi sonrasında geliştirilmiş olan bu yıkım tekniği, oldukça çevreci ve güvenli bir yöntem olup, kısmi olmayan tam bir yıkım için kullanıma uygun olarak geliştirilmiştir. Bu yöntemle yıkım ve hafriyat işleri beraber ilerleyebilmektedir, bu sebeple makine ve patlayıcılar ile yapılan yıkımlara nazaran daha yavaş ilerleyebilmektedir.

Uzun erişimli makinelerin veya patlama ile kontrollü yıkımın mümkün olmadığı durumlarda, geleneksel yıkım teknikleriyle, genellikle de el aletleri veya mini ekskavatör ile yapılan aşamalı-kademeli yıkım teknikleri uygulanırken, yapının en üst katına ağır ekipman ve işçiler yerleştirilerek yıkımlar yapılabilmektedir. Akabinde oluşan moloz yığınları ise, çeşitli yöntemlerle aşağıya indirilerek planlı bir şekilde uygun yerlere taşınabilmektedir. Fakat Kajima firması diğer tüm tekniklere alternatif olarak, eski merkez binalarını, zemin katta yıkım çalışmalarının yapılmasını sağlayan, “Kajima Kesme ve Kaldırma Yöntemi” adını verdiği bir tekniği kullanarak yıkmıştır.

Bu teknikle alt kattan (zemin kat) itibaren yıkıma başlanılmıştır. Yapılan hesaplamalar neticesinde, zemin katta belirlenen bazı noktalara kolon görevi görece krikolar yerleştirilerek, yapı taşıyıcı elemanları da dahil olmak üzere, tüm yapı elemanlarının geri dönüşümlü ve/veya tekrar kullanımlı ya da tam tahribatlı yıkımına geçilmiştir. Zemin katın temizlenmesinden sonra yapının bir üst katı mevcut krikolar yardımı ile zemin seviyesine indirilmiş ve böylece bu işlem sırası, yapı tamamen sökülene-yıkılana kadar devam ettirilerek, güvenli ve çevreci bir yıkım tamamlanmıştır (Şekil 3.32).



Şekil 3.32. Kajima yöntemi ile yıkım (Kajima 2017)

Diğer yıkım tekniklerinde çalışma gürültüsü ekseriyetle yapının üst katlarından itibaren geniş bir alana yayılma eğilimindedir. Fakat bu teknik hem gürültülü işlem sayısını hem de gürültünün duyulabileceği mesafeyi önemli ölçüde azaltabilmektedir. Atık miktarını azaltma, yeniden kullanma ve geri dönüşümde etkili olan bu teknik; makine, ekipman ve personelin yıkım çalışmaları gibi önemli unsurların güvenliği konusunda önemli ölçüde avantajlıdır. Tekniğin en büyük dezavantajı zamandır. Şekil 3.33'te görüldüğü gibi yıkım kademe kademe ilerleyen yıkım, patlayıcı ile yıkımlara göre ve hatta makineler ile yıkıma göre daha uzun sürmektedir. Bu gecikmeyi tetikleyen faktörler sadece teknik değil, yapıda yapılabilecek geri dönüşüm-söküm faaliyetleridir.



Şekil 3.33. Kajima kesme ve kaldırma yöntemiyle yıkımın uygulanması (Kajima 2017)

a) Önceden belirlenen kolonlar kesilmeden önce, kolonların mesnetlendiği kirişlerin altına destekler yerleştirilir. Daha sonra kolonlar kesilerek yerlerine Şekil 3.34’teki gibi krikolar yerleştirilir.



Şekil 3.34. Kajima yöntemi 1. adım (Kajima 2017)

b) Yerlerine yerleştirilen kriko pistonları üst kata temas edecek şekilde uzatılır.
c) Belirlenen tüm kolonlara sırasıyla aynı işlemler uygulanır (Şekil 3.35).



Şekil 3.35. Kajima yöntemi 2. adım (Kajima 2017)

d) Daha sonra, mevcut katta krikolar haricindeki tüm yapı geri dönüştürülmek üzere sökülür veya tamamen yıkılarak enkaz ortadan kaldırılır (Şekil 3.36).



Şekil 3.36. Kajima yöntemi 3. adım (Kajima 2017)

e) En sonunda, kiriş altlarına konulan mesnet direkleri dahil kolonlar dışında malzeme kalmayınca krikolar indirilerek ilgili kat zemine indirilerek Şekil 3.37'deki gibi döşeme yıkımı ve temizlenmesine geçilir. Bu işlem sırası tüm yapı eksiltilerek bitirilene kadar devam eder.



Şekil 3.37. Kajima yöntemi 4. adım (Kajima 2017)

3.3. Kimyasal Maddeler ile Yıkım

Kimyasal maddelerle yıkım, yüksek uzmanlık gerektiren bir faaliyet olup, sadece eğitimli personel tarafından belirli denetimler altında icra edilebilmektedir. Çeşitli kimyasal maddelerin kullanılmasıyla gerçekleştirilen yıkımlar; çeliklerin sıcaklık ile kesilmesi, yapıların patlayıcı madde kullanmak sureti ile kontrollü yıkılması ve çeşitli patlatma yöntemleri kullanılarak gerçekleştirilebilir.

3.3.1. Sıcak kesme

Sıcak kesme teknikleri, sürtünme, kıvılcım veya alev şeklinde yeterli ısı üreten çok çeşitli teknikleri içermektedir. Bu tekniklerde ekseriyetle oksit yakıtlı gazlar ve disk öğütücüler kullanılmaktadır. Oldukça tehlikeli olan bu aletleri kullanarak uygulanabilen bu teknikler, eğitimli ve tecrübeli kişiler tarafından tatbik edilmelidir. Isıyı, bir yapıyı zayıflatmak veya parçalamak için bir araç olarak kullanan termik kesici ve termik reaksiyon uygulamaları sıcak kesme yöntemlerindedir. Şekil 3.38, 3.39 ve 3.40'ta görüldüğü gibi çelik yapı elemanlarından her biri, termik yöntemlerle parçalara ayrılmak suretiyle yıkım işleri sürdürülebilmektedir.



Şekil 3.38. Termik kesici 1 (KRLadle 2019)



Şekil 3.39. Termik kesici 2 - Güney Portland, ABD (Scrapmetals 2019)



Şekil 3.40. Termik kesici 3 - Güney Portland, ABD (Scrapmetals 2019)

3.3.2 Patlayıcı kullanmak sureti ile kontrollü yıkım

Yapıların genellikle kritik katındaki düşey taşıyıcı elemanlarının planlı bir şekilde tahrip edilmesi sonucu, yapının kendi ağırlık merkezine çöktürülmesini amaçlayan yıkım tekniği olup, yıkıma başlandıktan sonra en hızlı sonlanan yıkım tekniğidir. Uzun erişimli makinelerin dahi erişemeyeceği yüksekliklere sahip olan ve patlayıcı kullanımı açısından uygun çevre koşullarına sahip yapılar için kullanılan bir tekniktir. Fakat projelendirme aşamasında, gerekli ruhsat ve izinlerin alınması, patlayıcıların bulunması, nakledilmesi gibi işlemlerin zorluğu göz önüne alındığında, yıkıma hazırlık ve yıkım sürecini içeren toplam zaman açısından, yeterli yüksekliğe sahip olmayan yapıların diğer yöntemlerle yıkılması daha kısa zaman içerisinde mümkün olabilecektir.

Uzun erişimli makinelerin erişebildiği ve genellikle 8 katlı binalar veya 25-30 metre yüksekliğe sahip yapılar, yıkım bölgesi izole edildikten hemen sonra yıkılabildiğinden, bu yüksekliğe kadar ki yapıların uzun erişimli makineler kullanılarak yıkılması, maliyet açısından olmasa da zaman açısından en uygun yöntem olacaktır. Fakat daha yüksek yapıların kat eksiltme sureti ile makine veya el aletleri kullanılarak, uzun erişimli makinenin erişebileceği seviyeye kadar indirilmesi gerektiği durumlar göz önüne

alındığında, harcanacak enerji ve kullanılacak personel sayısı daha fazla olacağından, zaman veya maliyet açısından patlayıcı kullanarak yapılacak yıkım daha avantajlı olacaktır. Patlayıcı ile yıkım tekniğinin uygulanabileceği durumlar bir sonraki bölümde (Bölüm 4) ayrıntılı olarak ele alınacaktır.

Bu teknik, Şekil 3.41’de görüldüğü gibi uzun sanayi bacaları, kuleler, su depoları, köprüler ve benzeri yapıların çok seri bir şekilde yıkılabilmesi için kullanılan bir tekniktir. Aynı zamanda maden endüstrisi gibi alanlarda da sıkça kullanılan bir yöntemdir.



Şekil 3.41. Almanya Frankfurt’ta Henninger Fabrikası bacasının yıkılması (Wikipedia 2019)

Başka yapılarla bitişik olmayan ayırık nizamlı yapılar ve etrafında yeterli alan bulunan her türlü yapı için oldukça avantajlı olan bu teknik, kentsel alanlarda ve belirli bir ada üzerindeki yapıların topluca yıkımını kapsamayan bir yıkım içermekte ise, oldukça dikkat edilmesi gereken bir yıkım tekniğidir.

Patlama sırasında saçılan parçaları engellemek amacıyla alınacak önlemlerin olmaması veya önlemlerin yeteri düzeyde olmaması durumunda, genişçe bir alan bazı risklerle karşı karşıya kalacaktır. Bunun yanında, hesaba katılmayan bir ayrıntı veya herhangi bir teknik sebeple meydana gelebilecek küçük bir hata, uygulamayı oldukça tehlikeli bir hale getirebilecektir. Patlamaların gereken sırada olmaması sebebiyle yapının kendi ağırlık merkezine çökmesi yerine başka bir yöne devrilmesi hiç istenmeyecek bir durumdur.

Yine olması gereken bazı patlamaların hiç gerçekleşmemesi ve yapının bir kısmının yıkılıp, bir kısmının da hiç yıkılmaması durumu, yapının ön görülemez yıkılmalara açık

hale gelebilmesine ve böylece yapının yıkılması için atılacak her türlü adımda tehlike ile baş başa kalınmasına sebep olabilecek durumlar oluşturabilecektir.

Yıkımı yapılan yapı kentsel bir alanda ise, patlama sırasında oluşacak aşırı hava basıncı ve şok dalgaları çevredeki binaların camlarını kırabilecektir. Bu durum hava şartları göz önüne alındığında, gökyüzünün açık olması halinde düşük bir olasılık iken, havanın kapalı olması ve bulut seviyelerinin 350 metreye (Bohart, 2007) kadar inmiş olduğu durumlarda, patlama enerjisinin yükselerek havada kaybolmasına engel olabilecek ve çevreyi rahatsız edebilecektir.

Projelendirme safhası

Günümüzde yapıların bilgisayar ortamında tasarlanabilmesine ve bu tasarımların performans analizlerinin yapılabilmesine imkân tanıyan çeşitli paket programları mevcuttur. Özellikle son dönemlerde bu tür paket programlarını hazırlayan firmalar, gerçekçi sonuçlar elde edebilmek adına, gerçek yapılar inşa edip, bu yapılara harici kuvvetler uygulayarak yapıda meydana gelen değişimleri çok yönlü olacak şekilde tüm verileri kaydederek incelemişlerdir. Aynı şekilde bu yapıları, birebir olacak şekilde bilgisayar ortamına aktarıp, test aşamasında uygulanan kuvvetlerin aynısını uygulayarak, paket programdaki yapı ile gerçek yapı arasındaki çok yönlü etki-tepki verileri karşılaştırılmıştır. Böylece, üç boyutlu olan ve yapı tasarımına imkân veren paket programlar yeni sürümlerine güncellenerek, bizlere gerçekçi yapı analizleri yapabileme imkânı sağlayabilmişlerdir.

Bu tür paket programlar aynı zamanda mevcut yapıları da gerçekçi olarak modelleyebilme ve performans ya da risk analizlerine tabi tutabilme imkânı verebilmektedirler. Bu noktada gerekli hazırlıklar ve incelemeler yapılarak, patlayıcı kullanmak sureti ile oldukça başarılı ve düşük riskli yıkım faaliyetleri icra edilebilecektir.

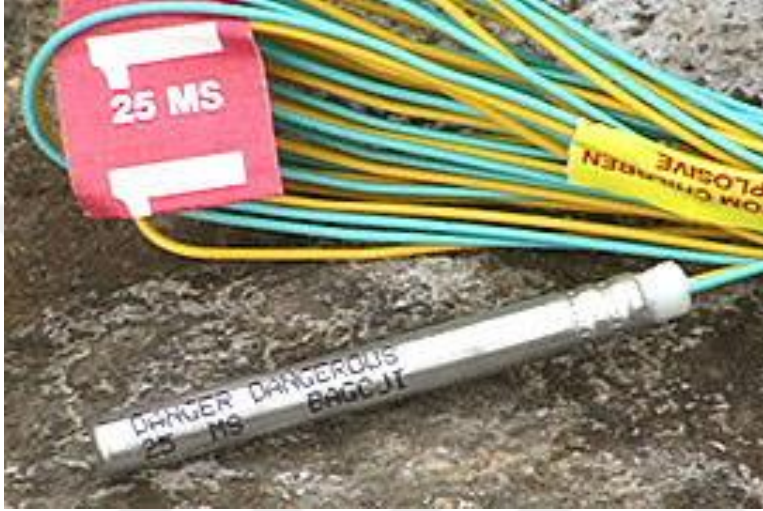
Yapı yıkımı esnasında yarım kalabilecek bir yıkım faaliyeti, kısmen yıkılıp, kısmen ayakta kalan bir yapının öngörülemez riskler oluşturması, yıkımı devam ettirebilmek adına oldukça yüksek riskler ihtiva edebilecek olduğundan, yapıların bu teknikte yıkılmasından önce oldukça kapsamlı şekilde incelenmesi gerekmektedir.

Bir yapıyı patlayıcı kullanarak yıkmak için yapılacak hazırlıklar ve incelemeler, çeşitli durumlara göre bir veya birkaç hafta sürebilmektedir. Yıkım projesi öncesinde:

- a) Yapının, varsa projesine uygun olup olmadığının kontrol edilmesi,
- b) Yapı taşıyıcı sisteminde meydana gelen çatlama, kırılma gibi deformasyonların belirlenmesi,
- c) Yapının taşıyıcı sistemindeki elemanı olan ve düşey doğrultudaki yükleri aktaran kolonlardan gerekli ve yeterli sayıda karot numunesi alınarak, beton dayanımının tespit edilmesi,
- d) Gerekli ve yeterli sayıda kolonun pas paylarının sıyırılarak, düşey donatı sayılarının ve varsa korozyon etkileri sonucu donatı kalınlıklarının belirlenmesi,
- e) Kolon açıklık ve sıklaştırma bölgelerindeki yatay donatı sayılarını belirleyebilmek adına gerekli ve yeterli sayıda kolonun röntgeninin çekilmesi.
- f) Patlayıcı miktarı ve cinsini belirleyebilmek için, önceden ölçüleri belirlenen bir adet kolona, yine belirli miktarda patlayıcı yerleştirmek sureti ile patlama testi uygulanması.
- g) Yapının oturduğu zeminin türü ve sınıfı belirlenmek sureti ile göz önüne alınması, ilgili paket programlarda zemin ile ilgili veriler kullanılması.
- h) Yapılan analizler sonucunda taşıyıcı elemanlara yerleştirilecek patlayıcı sayısının, kullanılacak olan patlayıcı miktarının ve cinsinin, patlama sıralamasını belirleyecek olan “patlama gecikme sürelerinin” belirlenmesi.
- i) Katı ve sıvı yakıt tesisleri, kimyasal tesisler ve altyapı tesisleri yakınında patlatma yapılması gerektiği durumlarda, yapının yıkılacağı yöne dikkat edilmesi ve kolonlara yerleştirilen patlayıcıların şiddetlerinin azaltılıp sayılarının çoğaltılması esasına dayanacak projelerin hazırlanması.

Yapılan bu çalışmaların yıkım sırasında öngörülmeyen sonuçlar doğurmaması için bu hususlara dikkat edilmesi gerekmektedir. Jel, sıvı, tel, toz, plastik veya lokum şeklinde tedarik edilebilen; nitrogliserin, TNT, RDX veya C4 gibi patlayıcı cinslerinden birisi, test için deneme miktarınca seçilerek, ölçüleri, donatıları ve beton dayanımı önceden belirlenmiş olan kolona uygun bir şekilde yerleştirilmesi gerekmektedir. Yapılan bu test

uygulamasını ile gerekli gözlemler yapılarak, patlayıcı cinsleri ve miktarları ile ilgili ayrıntılı çalışmalar yapılabilecektir. Nitekim gerçekleşecek patlama, çevreye; şok dalgası, ses, toz ve parçacık tesiri gibi çeşitli olumsuz etkiler bırakacağından, mümkün olabilecek en az patlayıcı kullanılmalıdır. Kullanılacak fazla miktarda patlayıcı aynı zamanda maliyeti de artıracakken, az miktarda patlayıcı kullanılarak, yapının kısmen yıkılmaması durumunu ihmal etmemek gerekmektedir.



Şekil 3.42. RDX tabanlı patlayıcı (Wikipedia 2019)

Şekil 3.42’de görülen RDX tabanlı patlayıcı bileşikler, saniyede 8.200 metreye kadar çok yüksek hızlarda genişler (Wikipedia 2019).

Saha çalışmaları safhası

Yıkım projesi hazırlandıktan sonra;

- a) Mevcut yapıda, bakır kablo içeren elektrik, demir ve plastik boru içeren su ve benzeri tesisatlar, internet kabloları gibi değerli olan tüm malzemeler yapıdan sökülmelidir.
- b) Kısmen de olsa seçici yıkım esasına dayanılarak, geri dönüştürülebilen malzemelerin sökülmesinin yapılarak sahadan uzaklaştırılması gerekmektedir. Ayrıca, yapıda bulunan tehlikeli atıklar ilgili yönetmeliklere uygun olacak şekilde yapıdan uzaklaştırılmalıdır.
- c) Patlama sırasında parça tesiri yaparak ölümcül sonuçlar doğurabilecek camlar ve geniş bir alana dağılabilecek tüm metal parçalar sökülmelidir.

d) Pencerelerin sökülmesi sonrasında, patlayıcıların kullanıldığı bölümlerdeki pencere boşlukları, patlama sırasında tehlike oluşturmaması için uygun malzemeler ile kapatılmalıdır.

e) Patlamanın gerçekleşeceği katların etrafının uygun jeotekstil kumaşlarla, patlayıcı yerleştirilen kolonlar ise çitlerle kaplanmalı ve böylece olası parça tesiri vakalarının yaşanmaması için önlemler alınmalıdır.

Yıkıma başlanmadan hemen önce;

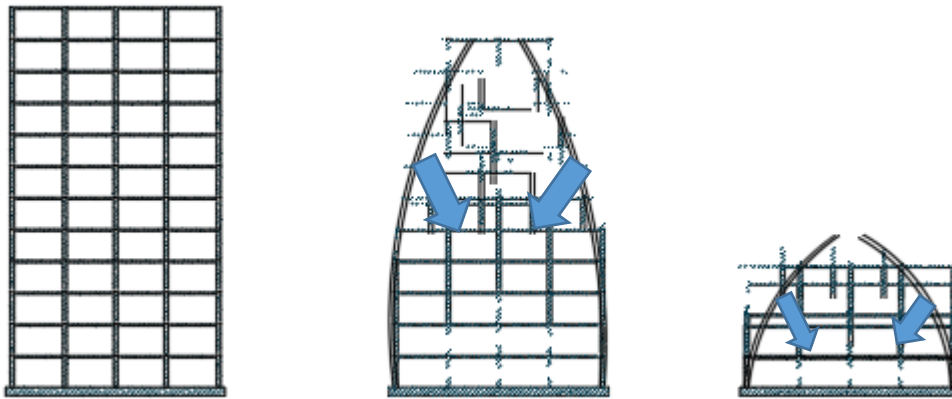
a) Yıkımın yapılacağı günün çok öncesinde komşular ve civardaki insanlar patlama sonucu oluşacak olan ses, toz ve titreşimler ile ilgili olarak uyarılmalıdır.

b) Patlamanın hemen öncesinde, daha önceden uyarılan insanların kendi emniyetlerini sağlayabilmelerine yetecek süre boyunca sirenler çalınmalıdır.

c) Yıkım sırasında oluşacak olan tozu kısmen de olsa azaltabilmek için, patlatmadan önce yapı çevresi ve yapının üzerine yıkılacağı alan bol su ile ıslatılmalıdır. Ayrıca yıkımın hemen sonrasında kullanılmak üzere basınçlı su sağlayabilecek araç ve ekipmanlar temin edilmelidir.

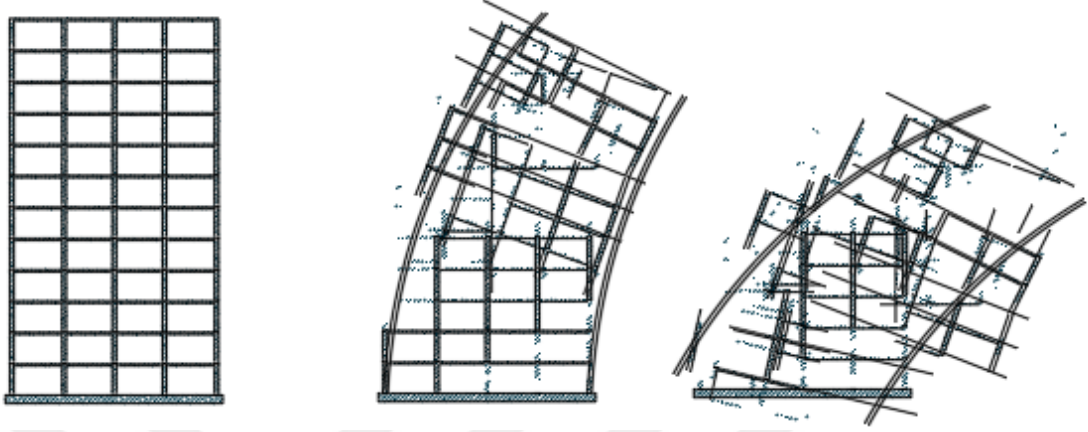
Yıkım modelleri

Yıkım gerçekleşirken binanın nasıl hareket edeceği, ne yöne doğru yıkılacağı gibi birkaç varyasyon bulunmaktadır. Kendine has yıkım şemaları dışında kalıplaşmış 3 farklı yıkım modeli bulunmaktadır. Bunlardan ilki yapının kendi içine çöktürülmesidir (Şekil 3.43).



Şekil 3.43. Model 1, yapının kendi içine çöktürülmesi

İkinci yöntemde Şekil 3.44'teki gibi yapının belirli bir yöne doğru devrilerek yıkılması sağlanır. Eğer binanın devrileceği alan yüksekliğini karşılayacak kadar değilse, devrilme esnasında kendi içine çöktürme mekanizması da uygulanabilir.



Şekil 3.44. Model 2, yapının belirlenen yöne doğru devrilmesi

Üçüncü ve son modelde ise yapı parça parça patlatılarak yıkım icra edilir.

3.3.3 Patlatma ile yıkım tekniği

Patlatma tekniğindeki amaç, yapı elemanlarına harici etkiler uygulayarak yapı elemanlarının çatlamasına ve sonrasında kırılmasına yol açmaktır. Böylece yapı elemanlarında kesit kaybı oluşturacak etkileri meydana getirmektir. Daha anlaşılabilir olması için patlatma yerine çatlatma tabirini de kullanabiliriz.

Patlayıcı madde kullanımında olduğu gibi, yapı taşıyıcı elemanlarının delinerek, içlerine genişleme sağlayacak gaz ya da genişleme sağlamaya uygun mekanik cihazların konularak, yapı elemanlarının parçalara ayrılması esasına dayanan bir tekniktir. Saha koşullarından dolayı patlayıcı maddelerin kullanılmayacağı durumlarda bu tekniğe başvurulabilir. Bu bölümdeki yöntemler; genişleyen gaz patlaması, hidrolik patlama ve genişleyen yıkıcı maddeler olmak üzere üçe ayrılmaktadır.

a) Gaz genişmesi ile çatlatma

Bu teknikte, yapı taşıyıcı elemanlarına patlayıcı yerleştirilecekmiş gibi delikler açılır, fakat patlayıcı yerine, daha sonra gaz genişmesine imkân verecek pompalama sistemleri yerleştirilir. Yıkım aşamasına geçildiğinde, verilen enerji ile genişleme yapan gaz, yapının

taşıyıcı elemanlarını çatlatarak kırar. Böylece, basınç etkisiyle yapı taşıyıcı elemanları kesit kaybına uğratarak, kendi ağırlık merkezine doğru çökertilmeye çalışılır.

b) Mekanik-hidrolik cihazlar ile çatlatma

Uygulanma şekli açısından gaz genleşmesi sonucu çatlatma tekniği ile aynı esasa dayanır. Ancak bu teknik gaz genleşme patlaması kadar hızlı değildir. Yine aynı şekilde yapı taşıyıcı elemanlarına açılmış deliklere yerleştirilen piston veya krikoların kademeli olarak kaldırılması sonucunda, yapı taşıyıcı sistemindeki yük taşıma doğrultusunda kesit kaybı oluşturularak, yapı elemanlarının yıkımını içermektedir. Bu teknik genelde duvar ve betonu ayırmak için kullanılır (Abdullah 2003).

c) Genleşen kimyasallar ile çatlatma

Mekanik-Hidrolik cihazlar ile çatlatma tekniğinde kullanılan cihaz ve ekipmanlar yerine, genleşme özelliğine sahip kimyasalların kullanılarak yapı elemanlarının çatlatılması ve kırılması esasına dayanır.

3.4. Yüksek Basıncılı Su Jeti

Yüksek basınçlı su jeti tekniği ile betonarme yapılar veya bitümlü zeminler kısmen onarılabilmekte veya tamamen yıkılabilmektedir. Kompresör ile çalışan ve basınçlı su gönderen bir mekanizma, mekanizmaya bağlı bir hortum ve redüksiyon şeklindeki bir su jeti tabancasından oluşan bu yeni sistem, betonun veya bitümün kesilerek ayrıştırılması işlemine olanak sağlamaktadır (Şekil 3.45).



Şekil 3.45. Yüksek basınçlı su jeti (Hydro Keris 2019)

Suyun yüksek hızlarla betona veya bitümlü zeminlere çarpması sonucu kesme işlemini daha iyi yapabilmesi için, sıvı tankının içine çeşitli katkı maddeleri de katılabilmektedir. Sıvı tankı içerisine katkı maddeleri dışında aşındırıcılar da katılmaktadır. Su jeti yöntemi toz konusunda diğer tekniklere göre oldukça avantajlıdır. Ayrıca kimyasal yöntemlere nazaran da yangın açısından güvenlidir. Bu uygulama su jeti uygulamaları yönetmeliklerine uygun olarak, uygun kıyafetlerle ve uygun ehliyete sahip personel ile yapılmalıdır.

Şekil 3.46'da, sol kısımda yer alan konteynerin içinde kompresör ve su tankı bulunmaktadır. Şekilde orta kısımda bulunan ve yürüyen aksamı palet olan su jeti robotu bulunmaktadır. Operatör robotu uzaktan kumanda edilebilmektedir.



Şekil 3.46. Su jeti sistemi genel görünümü (Conjet 2019)

Bitüm veya betonun su jeti robotu tarafından aşındırılması ve kesilmesi işleminde robot uzaktan kumanda edilmektedir. Resimde, paletli aracın sağ kısmında yer alan başlık kısmı çizgisel bir su jeti görevi görerek mevcut zemini yüksek sıvı basıncı ile kırıp ayrıştırmaktadır. Makine sola doğru ilerlerken sağ kısımdaki personel suyla son temizliği yapmakta ve zemini onarımı tamamlayacak olan bitüm veya betona hazır hale getirmektedir.



Şekil 3.47. Robot başlığının iç kısmı (Conjet 2019)

Su jeti robotu başlığının iç kısımlarına baktığımızda, bitüm veya betonun aşındırılması sırasında donatıların tahribata uğramadığını gözlemlemekteyiz (Şekil 3.48). Bu durum, suyun çarpma basıncının beton veya bitüme karşı yüksek, donatının aşınma basıncına karşı düşük bir değer aralığında olması gerektiğini göstermektedir.



Şekil 3.48. Basınçlı suyun katı malzemeyi parçalaması (Conjet 2019)

Böylece onarım yapılacak kısımlarda donatılar zarar görmeyecektir. Aynı şekilde bir bina yıkımı sırasında da iki ucu mesnetlerinden ayrılacak bir kirişi ele aldığımızda, kiriş betonlarının ayrışırken donatılarının yıkımın işleyişi açısından bir süre daha sağlam kalması gerekecektir. Su jeti basıncının değeri burada da betonu aşındıracak kadar fakat donatıya zarar vermeyecek ölçüde olmalıdır. Betonarme bir kirişte öncelikle mesnet bölgelerindeki beton sıyrılacak, sonrasında ise uygun bir ekipman ile ve güvenli bir şekilde donatılar kesilecektir. Su basıncı ayarlanmadığı takdirde yıkım aşamasında taşıyıcı elemanların gerekli süre ayakta kalması mümkün olmayabilecektir.



4. YIKIM TEKNİKLERİNİN UYGULANABİLİRLİK, ZAMAN VE MALİYET AÇISINDAN İRDELENMESİ

4.1. Yapı Yıkımı İle İlgili Varyasyonlar

4.1.1. Yapı türlerini içeren varyasyonlar

Ülkemiz yapılarını yıkım açısından sınıflandırmak gerekirse, aşağıdaki 3 ayrı yapı türü ile çokça karşılaşmıştır. Bunları birer varyasyon olarak ele almak gerekirse;

- Bitişik nizamlı - 27 metre ve daha küçük betonarme yapılar.
- Ayrık nizamlı - 27 metre ve daha küçük betonarme yapılar.
- Ayrık nizamlı - 27 metreden daha yüksek çelik veya betonarme yapılar.

a) Bitişik nizamlı - 27 metre ve daha küçük betonarme yapılar

Bu yapılar genellikle sokakları oluşturan, birbiri yanına dizilmiş yapışık yapılardır (Şekil 4.1). Bitişik nizamlı yapılar yıkılırken, her iki yandaki komşu yapının hasar görmemesi için sınır taşıyıcı elemanlarının ve duvarlarının daha dikkatli yıkılması gerekmektedir. Çoğu kez birbirine yapışık olan kısımlar el ile kullanılan aletler vasıtasıyla ayrılabilir hassasiyete sahiptir. Bu husus göz önüne alındığı takdirde; mini ekskavatör, ekskavatör veya yüksek erişimli makinelerle rahatlıkla yıkılabilecek fakat patlayıcı kullanımının yapılamayacağı yapılardır.



Şekil 4.1. Bitişik nizamlı binalardan oluşan sokak (S.Çiftliği mah, Sultangazi, İst.)

b) Ayrık nizamlı - 27 metre ve daha küçük betonarme yapılar

Genellikle parsel sınırları üzerinde bulunan çevre duvarları ile diğer parsellerden izole halde bulunan blok binalardır (Şekil 4.2). Bir veya birkaç bloktan oluşan site şeklindeki bu yapılar komşusuz/yalnız bulunduğu; mini ekskavatör, ekskavatör, yüksek erişimli makineler veya buna ilave olarak patlayıcı kullanımı ile rahatlıkla yıkılabilecek türden yapılardır. Burada dikkat edilecek husus hangi yıkım şeklinin daha az süreli ve/veya daha az maliyetli olduğu ile ilgilidir. Zaman (yıkım süresi) ve maliyet açısından ele aldığımızda, net yapı yüksekliğine göre uygulanacak yıkım teknikleri bizlere avantaj sağlayacak veya zarar verecektir.



Şekil 4.2. Ayrık nizamlı bloklardan oluşan site. (THY Sitesi, Bağcılar, İstanbul.)

c) Ayrık nizamlı ve 27 metreden daha yüksek betonarme yapılar

Genel itibarıyla 27 metreden daha çok yüksekliğe sahip, neredeyse her türlü yıkım tekniğine uygun komşusuz/yalnız yapılardır (Şekil 4.3). İlk bakışta bu tür ayrık nizamlı yapılar ekskavatör veya yüksek erişimli makineler ile yıkılamayacak gibi gözükse de, mini ekskavatörün kat eksiltme yöntemiyle yapılar uygun yüksekliklere kadar yıkılıp, ekskavatör veya uzun erişimli makinelerin kullanılabilmesiyle yüksekliklere kadar inilebilecektir. Mini ekskavatör yardımı ile ekskavatör veya yüksek erişimli ekskavatörlerin çalışabileceği seviyeye kadar yapılacak bir kısmi yıkımın süresi ve maliyeti, yapı yüksekliği oranında artacak ve oldukça fazla zaman alacaktır. Bu zaman

ve maliyet farkının başlıca sebebi; mini ekskavatörlerin yıkım kapasitelerinin az olması ve yıkım tekniği karakteristiği gereği yıkımın yavaş ilerleyebilmesidir. Her ne kadar mini ekskavatör kiralama ücreti ekskavatör ve yüksek erişimli makinelere göre daha az gözükse de, yıkımın uzun sürmesi ilerde yapılacak olan yapının veya projenin getiri bedelini azaltmış olacağından maliyet açısından daha fazla gidere mal olabilecektir.

27 metre yükseklikten daha küçük olan yapılarda, her bir yapının net yapı yüksekliğine göre yıkım teknikleri kendi aralarında zaman veya maliyet açısından avantajlı konuma gelebilecekken, 27 metreden çok daha yüksek olan bu sınıftaki yapıların patlayıcı kullanılarak yıkılması kısa süreli ve ucuz bir yöntem olabilecektir. Hatta bu sebeple, yapı yüksekliği 27 metre yüksekliğini ne kadar çok aşacak olursa, patlayıcı kullanmak sureti ile yapılacak olan yıkım o kadar avantajlı olacaktır.



Şekil 4.3. Ayırık nizamlı yüksek katlı bloklardan oluşan site. (Doğanbey TOKİ, Bursa.)

Genel itibariyle kat yüksekliği 3 metre olan konut şeklinde bir yapı ele alındığında; 9 kata tekabül eden 27 metrelik bir yapı (zemin kat + 8 normal kat). Bu da 320 cc veya 350 cc gibi sık kullanılan yüksek erişimli ekskavatör türlerinin yıkım için ulaşabildiği yüksekliktir (Diğer isimleri ile 320 veya 350 tonluk yüksek erişimli ekskavatörler).

Aynı şekilde 270 cc veya 300 cc gibi sık kullanılan ekskavatörlerin de ulaşabileceği yükseklik 4 kat olup, yapı yüksekliği 12 metre civarında olacaktır (zemin + 3 normal kat).

Ekskavatör veya yüksek erişimli ekskavatör ile yapılan yıkımlar sırasında oluşan moloz yığınları kullanılarak, 3 veya 6 metrelik ilave erişim yükseklikleri kazanılabilir. Böylece nihai durumda; ekskavatör ile 5 veya 6 katlı yapılar (zemin kat ile beraber), yüksek erişimli ekskavatör ile de 10 veya 11 katlı yapılar (zemin kat ile beraber) yıkılabilecektir.

4.1.2. Yapı yıkım tekniklerini içeren varyasyonlar

Bahsi geçen yüksekliklerden sonra uygulanabilecek yapı yıkım yöntemi bir veya birkaç tekniğin beraber kullanılmasıyla mümkün olmaktadır. Yıkım teknikleriyle ilgili olarak birkaç varyasyonu da belirlememiz gerekirse;

1) (Mini Ekskavatör) veya (Mini Ekskavatör + Ekskavatör)

Yüksek erişimli makinelerin olmadığı veya patlayıcıların kullanılmadığı durumlarda yapının tamamı mini ekskavatörle yıkılabilecektir. Veya ekskavatörün erişebileceği yüksekliğe kadar mini ekskavatör kullanılıp, yıkım sürecini hızlandırmak adına yıkıma ekskavatör ile devam edilebilecektir.

2) (Mini Ekskavatör) veya (Mini Ekskavatör + Yüksek Erişimli Ekskavatör)

Patlayıcıların kullanılmadığı durumlarda yıkım işlemi yapılması gerektiğinde yapının tamamı mini ekskavatör ile yıkılabilecektir. Veya yüksek erişimli ekskavatörün erişebileceği yüksekliğe kadar mini ekskavatör kullanılıp, yıkım sürecini hızlandırmak adına yıkıma yüksek erişimli ekskavatör ile devam edilebilecektir.

3) Patlayıcı Kullanmak Suretiyle (Kimyasal Yıkım)

Yüksek erişimli ekskavatörün erişebileceği veya daha yüksek olabilecek bir veya birkaç yapının aynı anda patlayıcı kullanmak suretiyle hızlı yıkımı gerçekleştirilebilecektir.

4.2. Yapı Yıkım Varyasyonlarına Göre Maliyet ve Süreç Analizleri

Tüm bu varyasyonları daha iyi analiz edip, zaman ve maliyet konularını daha ayrıntılı ve daha isabetli olarak belirleyebilmek için örnek yapı modelleri incelenmelidir.

Aşağıda, yapı yükseklikleri ile taban alanlarının gerçek bina projelerinden alınarak hazırlanan Çizelge 4.1 bulunmaktadır. Bu tabloda günümüzde aktif olarak kullanılan yıkım tekniklerine, bu teknikleri ifa edebilecek araç ve ekipmanlara yer verilmiştir. Her bir araç-makinenin yıkım kapasitesi, yıkım firmalarının verdiği bilgilere ve yerinde yapılan yapı yıkımı gözlemlerine dayanarak verilmiştir.

Maliyet hesaplamalarında makine-ekipman kiralama firmaları ile görüşülerek fiyatlar alınmıştır. Yapı yıkımı için kullanılacak makinelerin saatlik ücretleri hakkında piyasa araştırması yapılarak elde edilen fiyatlar Çizelge 4.1'e ayrıntılı olarak işlenmiştir.

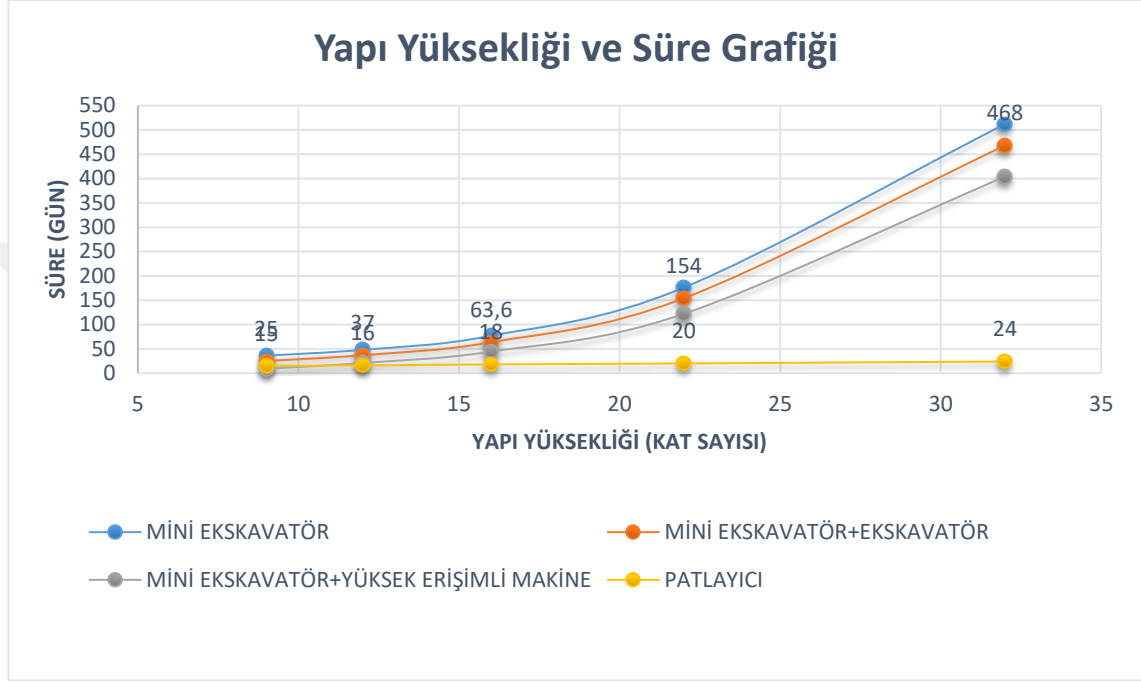


Çizelge 4.1. Örnek konut türü yapılar için alınan yıkım maliyetleri

YAPI TÜRÜ	YAPI TABAN ALANI (m ²)	KAT SAYISI	VARYASYONLAR	YIKIM TEKNİĞİ	YIKIM YIKIM	GÜNLÜK MALİYET (TL+KDV)	SÜRE (GÜN)	TOPLAM MALİYET	BİRİM	VARYASYON TOPLAMI	
										SÜRE	MALİYET
ÖRNEK YAPI 1											
BETONARME	500	9	TAMAMININ YIKIMI	MINİ EKSKAVATÖR	125 m ² / GÜN	1000	36	36000 TL		36	36000
BETONARME	500	9	4. KATA KADAR	MINİ EKSKAVATÖR	125 m ² / GÜN	1000	20	20000 TL		25	30000
BETONARME	500	9	4. KAT VE KALANI	EKSKAVATÖR	400 m ² / GÜN	2000	5	10000 TL		9	21600
BETONARME	500	9	TAMAMININ YIKIMI	YÜKSEK ERİŞİMLİ MAKİNE	500 m ² / GÜN	2400	15	15000 TL		15	23750
ÖRNEK YAPI 2											
BETONARME	500	12	TAMAMININ YIKIMI	MINİ EKSKAVATÖR	125 m ² / GÜN	1000	48	48000 TL		48	48000
BETONARME	500	12	4. KATA KADAR	MINİ EKSKAVATÖR	125 m ² / GÜN	1000	32	32000 TL		37	42000
BETONARME	500	12	4. KAT VE KALANI	EKSKAVATÖR	400 m ² / GÜN	2000	5	10000 TL		21	33600
BETONARME	500	12	9. KATA KADAR	MINİ EKSKAVATÖR İLE	125 m ² / GÜN	1000	9	21600 TL		16	30000
BETONARME	500	12	9. KAT VE KALANI	YÜKSEK ERİŞİMLİ MAKİNE	500 m ² / GÜN	2400	16	17500 TL		16	30000
ÖRNEK YAPI 3											
BETONARME	600	16	TAMAMININ YIKIMI	MINİ EKSKAVATÖR	125 m ² / GÜN	1000	76,8	76800 TL		76,8	76800
BETONARME	600	16	4. KATA KADAR	MINİ EKSKAVATÖR	125 m ² / GÜN	1000	57,6	57600 TL		63,6	69600
BETONARME	600	16	4. KAT VE KALANI	EKSKAVATÖR	400 m ² / GÜN	2000	6	12000 TL		44,4	59520
BETONARME	600	16	9. KATA KADAR	MINİ EKSKAVATÖR İLE	125 m ² / GÜN	1000	10,8	25920 TL		18	38650
BETONARME	600	16	9. KAT VE KALANI	YÜKSEK ERİŞİMLİ MAKİNE	500 m ² / GÜN	2400	18	20000 TL		18	38650
ÖRNEK YAPI 4											
BETONARME	1000	22	TAMAMININ YIKIMI	MINİ EKSKAVATÖR	125 m ² / GÜN	1000	176	176000 TL		176	176000
BETONARME	1000	22	4. KATA KADAR	MINİ EKSKAVATÖR	125 m ² / GÜN	1000	144	144000 TL		154	164000
BETONARME	1000	22	4. KAT VE KALANI	EKSKAVATÖR	400 m ² / GÜN	2000	10	20000 TL		122	147200
BETONARME	1000	22	9. KATA KADAR	MINİ EKSKAVATÖR İLE	125 m ² / GÜN	1000	18	43200 TL		20	72500
BETONARME	1000	22	9. KAT VE KALANI	YÜKSEK ERİŞİMLİ MAKİNE	500 m ² / GÜN	2400	20	22500 TL		20	72500
ÖRNEK YAPI 5											
BETONARME	2000	32	TAMAMININ YIKIMI	MINİ EKSKAVATÖR	125 m ² / GÜN	1000	512	512000 TL		512	512000
BETONARME	2000	32	4. KATA KADAR	MINİ EKSKAVATÖR	125 m ² / GÜN	1000	448	448000 TL		468	488000
BETONARME	2000	32	4. KAT VE KALANI	EKSKAVATÖR	400 m ² / GÜN	2000	20	40000 TL		404	454400
BETONARME	2000	32	9. KATA KADAR	MINİ EKSKAVATÖR İLE	125 m ² / GÜN	1000	36	86400 TL		24	170000
BETONARME	2000	32	9. KAT VE KALANI	YÜKSEK ERİŞİMLİ MAKİNE	500 m ² / GÜN	2400	22	30000 TL		24	170000

Kat Adedi

Yıkım sürecini etkileyen en önemli unsurlardan bir tanesi yapının toplam alanı olsa da, grafiklerde dikkate alınan unsur yapının kat yüksekliği olmuştur. Çünkü yapı tekniği ve tekniğe uygun makineler belirlenirken yapının toplam alanı değil, kat adedi dikkate alınacaktır.



Şekil 4.4. Yapı yüksekliği - süre (gün) grafiği

Şekilde 4.4’te 16 katlı yapılara kadar yıkım teknikleri veya kombinasyonları göz önüne alındığında çok büyük “süre” farklılıkları oluşmamış ve her bir varyasyon kendi içinde doğru orantılı olarak artmıştır. Bu yüksekliğe kadar olan yapıların yıkımında öncelikle risk, sonrasında ise çevresel koşullara, maliyete bağlı olacak şekilde herhangi bir tekniğe karar verilmesi halinde, belirgin bir “yıkım süreci” farkı yaşanmayacaktır.

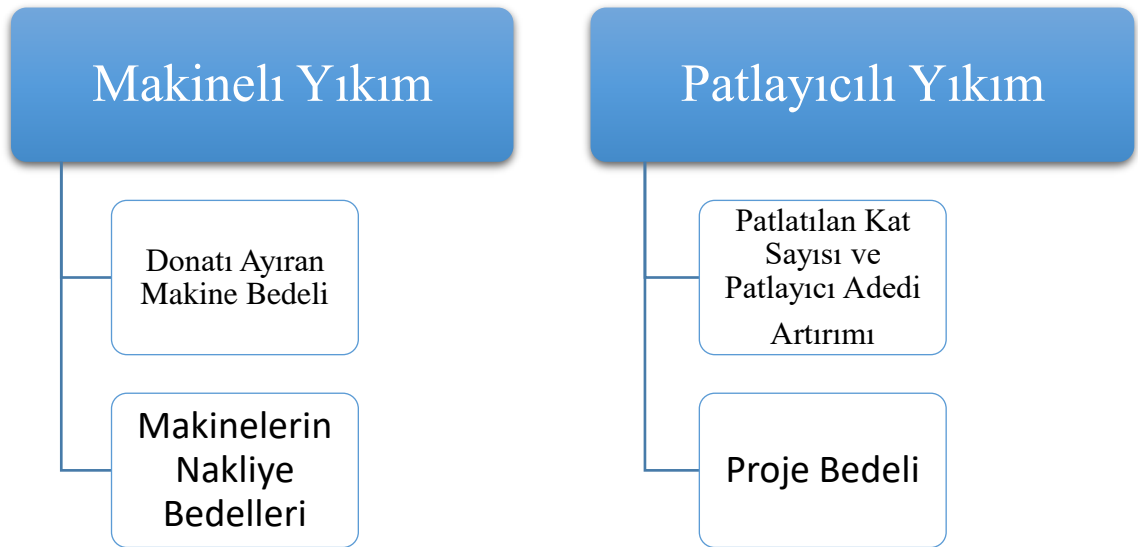
16 kattan daha fazla yüksekliğe sahip yapılarda ise patlayıcı ile yıkım tekniği diğerlerine nazaran bariz bir şekilde avantajlı konuma gelmiştir.

Buradaki süreler dikkate alınırken makinaların nakliye süreleri ve arıza-bakım süreleri dikkate alınmamış, net çalışma süreçleri tabloya işlenmiştir. Patlayıcılar ile yapılacak yıkımlarda ise, patlayıcı tedarik ve gerekli diğer izinlerin alınması için gereken süre 2 hafta olarak ele alınmıştır. Bu süreçte aynı zamanda projelendirme, patlayıcı yerleştirme

ve güvenlik önlemleri alma işlemleri de devam edeceğinden minimum 15 günlük süre taban alınmıştır. Kat adetlerinin artmasına bağlı olarak yerleştirilecek patlayıcı sayısındaki artış oranında gerekli süreler doğru orantılı olarak artmış bulunmaktadır.

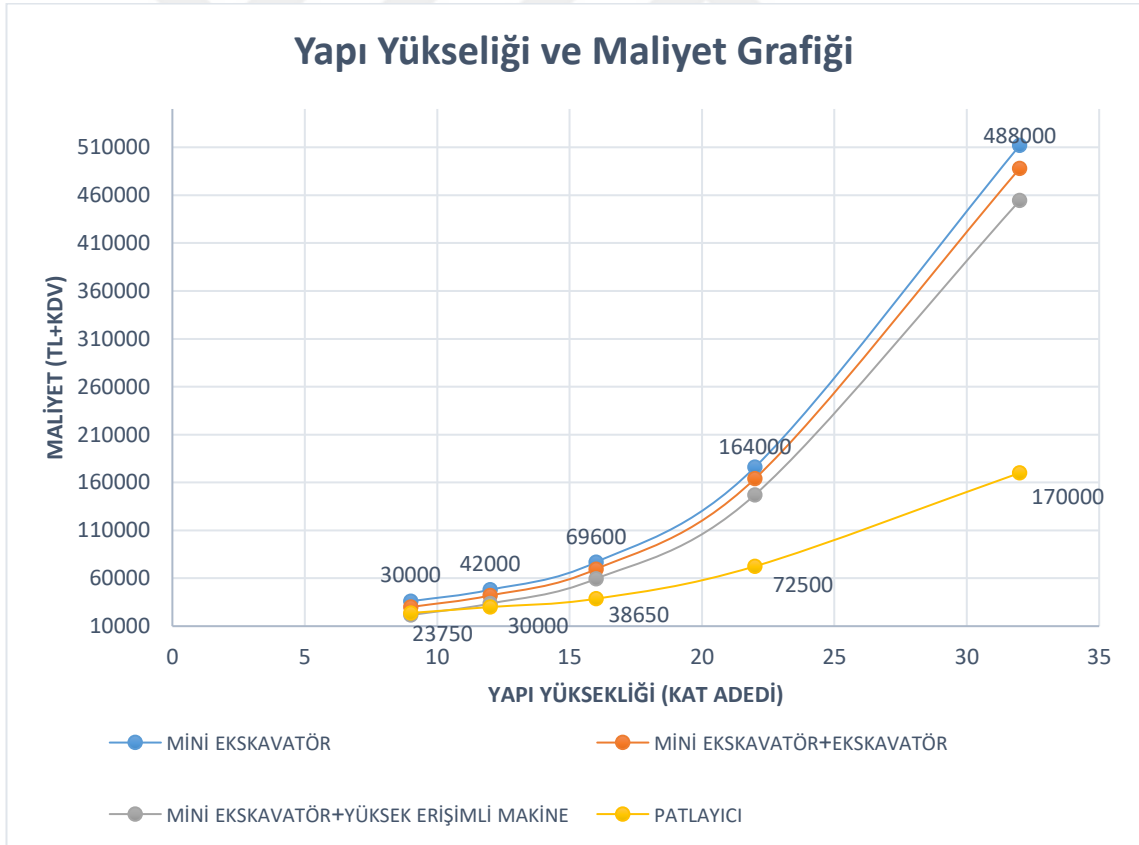
Maliyet

Maliyet grafiği oluşturulurken makineli yıkımlarda makinelerin nakil bedelleri, yıkılan binalardan çıkan hurda demirlerin diğer makineler tarafından ezilerek-kırılarak ayıklanması; patlayıcı kullanılan tekniklerde ise, yıkım öncesi gereken projelendirme bedelleri dikkate alınmamıştır. Keza hurda demirlerin ayıklanması için kullanılan makine ve bu makinelerin nakil giderleri için yapılan fiyatlandırmalarda genel olarak patlayıcı için gereken proje bedeline yakın değerlere rastlanılmıştır (Şekil 4.5). Ayrıca 4.1. numaralı çizelgede belirtilen patlayıcı ile yıkım bedellerinde; patlatılacak kat sayıları ve kullanılan dinamit miktarları artırılmış ve patlama sonucunda hurda ayıklanmasına gerek kalmayacak şekilde bir planlamaya gidilmiştir. Bu şekilde; makinelerin yaptığı salt yıkım, donatı ayıran makineler ve nakliye bedellerinin karşılığında hurdası ayrılabilen bir enkaz elde edilirken, patlayıcı ile yıkımda da patlayıcı miktarları artırılarak aynı enkaz elde edilebilmiş, böylece daha gerçekçi ve net bir çizelge oluşturulabilmiştir.



Şekil 4.5. Maliyete katılmayan ve birbirine denk varsayılan giderler

Hali hazırda piyasa da makineler ile ilgili yıkımlar yapılırken, yıkımı icra edecek firma ekiplerince yapı donatı röntgeni çekmek ve kolon-perde gibi yapı elemanları üzerinde sıyrımlar yapmak suretiyle yaklaşık hurda demir miktarı hesaplayıp, buna istinaden fiyat vermektedirler (Çomoğlu, 2017). Yapılan araştırmalar sonucunda ortalama bir yıkımda her bir daireden 2,5 veya 3 ton civarında hurda demiri elde edilmektedir. Bu oran yakalandığı takdirde makinelerle yıkım icra edilirken ek bir ücret talep edilmemektedir. Fakat az donatı olması durumunda 2,5-3 ton demir baz alınarak aradaki fark kadar makine kullanım ücretleri talep edilmektedir. Bu makine kullanım bedelleri, yıkılan yapı elemanlarından donatıların tekrar ezilerek çıkartıldığı göz önüne alındığında oldukça yüksek olabilmektedir. Yapılan yıkım gözlemlerinde, donatı ayıklama işlemlerinin genellikle 220 cc civarında güçlere sahip diğer bir ekskavatör tarafından yapıldığı gözlemlenmiştir. Bekoloder veya mini ekskavatör gibi makineler ile donatı ayıklama işleri yapıldığında ise daha fazla zaman ve maliyet kaybı yaşandığı gözlemlenmiştir.



Şekil 4.6. Yapı yüksekliği - maliyet (TL) grafiği

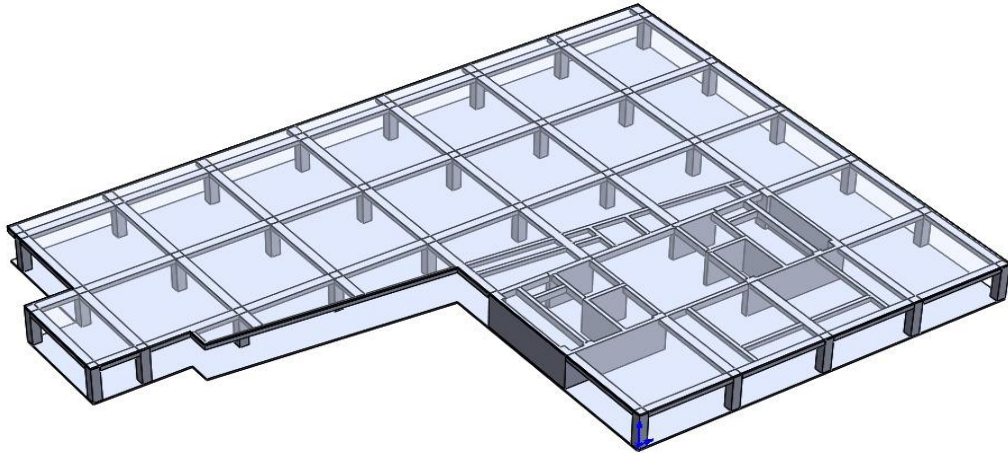
Şekil 4.6. incelendiğinde, 12 kata kadar yüksekliğe sahip olan yapılarda makineli yıkım ve patlayıcı yıkım arasında belirleyici bir fark bulunmamakla birlikte, yıkım tekniklerinin maliyetleri doğru orantılı bir artış göstermişlerdir. Maliyet konusunu göz önüne aldığımızda yıkılması istenen yapı genel anlamda çevresel şartlar ve risk durumlarına göre değerlendirilmelidir (12 katlı yapı için). Bariz bir fark gözlemlenmediği için öncelikle tehlike arz edilebilecek durumlar olmak üzere, makine nakli ve yıkım süresi gibi etkenler göz önüne alınabilecektir. Makine nakillerinin yerine göre çok zorlu durumlar içerebileceğini göz ardı etmemek gerekmektedir.

13 katlı ve daha yüksek yapılarda ise patlayıcı ile yıkımın daha belirgin bir şekilde avantaj sağladığı gözlemlenmiştir.

4.3. Patlayıcı Kullanmak Sureti ile Yıkılacak Olan Yapılara Örnekler

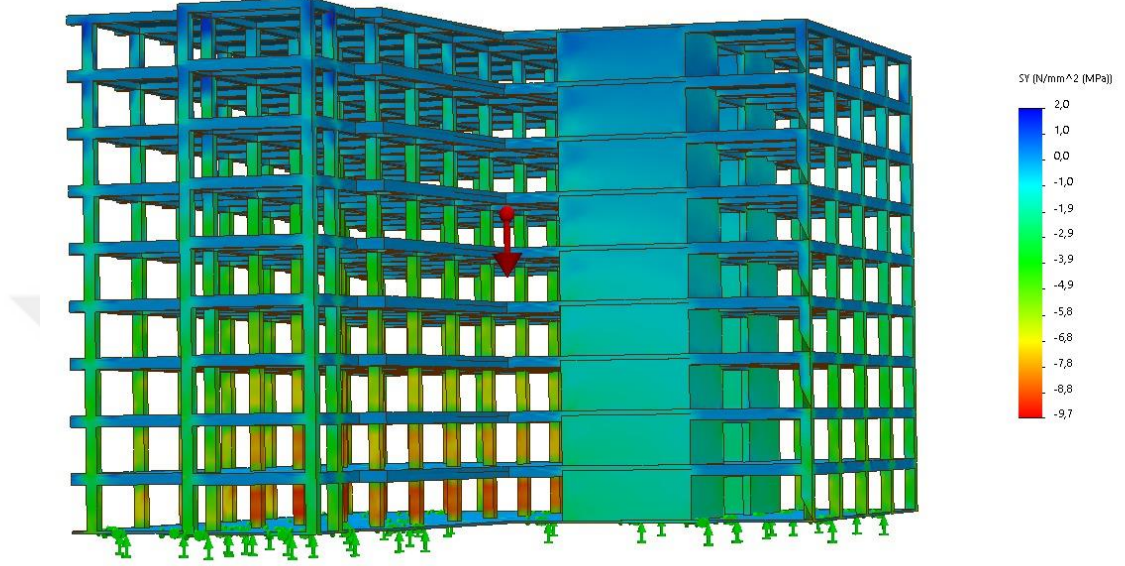
Yapı 1- 9 katlı betonarme bir yapının yıkımına ilişkin adımlar

Yıkımı planlanan bu yapının zemin katı 4,20 metre yüksekliğe sahip olup, diğer katlar 3,60 metredir. Yapıda -1 ve -2 olmak üzere 2 adet bodrum kat bulunmakta ve bu alanlar sığınak ile otopark görevi görmektedir. Fakat yıkım 0.00 metre kotu ve üzerini ilgilendirdiği için zemin kat ve alt kısmı ankastre düşünülerek, yapı tabanı zemin kat olacak şekilde işlenmiştir (Şekil 4.7).



Şekil 4.7. Patlayıcı ile yıkılması planlanan 9 katlı yapının zemin kat planı

Paket programda (Sap 2000 v20) modellenen yapıya (Şekil 4.8) sadece yapı zati yükleri eklenmiştir. İlave edilebilecek diğer yükler güvenli tarafta kalmak adına eklenmemiştir. Böylece yapının aksenal yükü azalmış olacak ve patlayıcı kullanılırken ihtiyaç duyulan patlayıcı miktarı bir miktar artmış olacaktır.



Şekil 4.8. 9 katlı yapının düşey elemanlarına etkiyen aksenal yükler

Yapılan tüm zaman ve maliyet araştırmalarında, belirli bir kat yüksekliğinden sonra patlayıcı ile yıkım daha avantajlı olduğundan, modellenen yapının projesine son derece uygun olduğunu varsayılmış, böylece patlayıcı maliyetleri artırılmış ve daha güvenli tarafta kalınmıştır. Nitekim kentsel dönüşüm işlemi uygulanmak istenen yapılar için gereken “riskli yapı analizi” ve “raporu”nun hazırlanabilmesi için, yapı düşey elemanlarından alınan beton numunelerinin olması gereken beton dayanımlarından çok uzak olduğunu gözlemlemiştir.

Bu durum; yapı aksenal yükü altındaki kolon ve perde elemanlarının daha kolay bir şekilde kesit kaybına uğratılabileceğini göstermektedir. Fakat yapılan çalışmalarda yine güvenli tarafta kalmak adına, yapının betonarme elemanlarından alınan basınç dayanımlarının projedeki aslına uygun olduğu varsayımı yapılmıştır. Böylece karşılaşılabilecek en yüksek patlayıcı maliyeti hesaplamış olacaktır.

Modelleme yapılırken sadece basınç dayanımı değil, diğer beton özelliklerinde de güvenli tarafta kalınmaya çalışılmıştır. Aşağıdaki iki ayrı örnekte, yapı elemanlarının betonarme özellikleri ile ilgili olarak şu değerler kullanılmıştır:

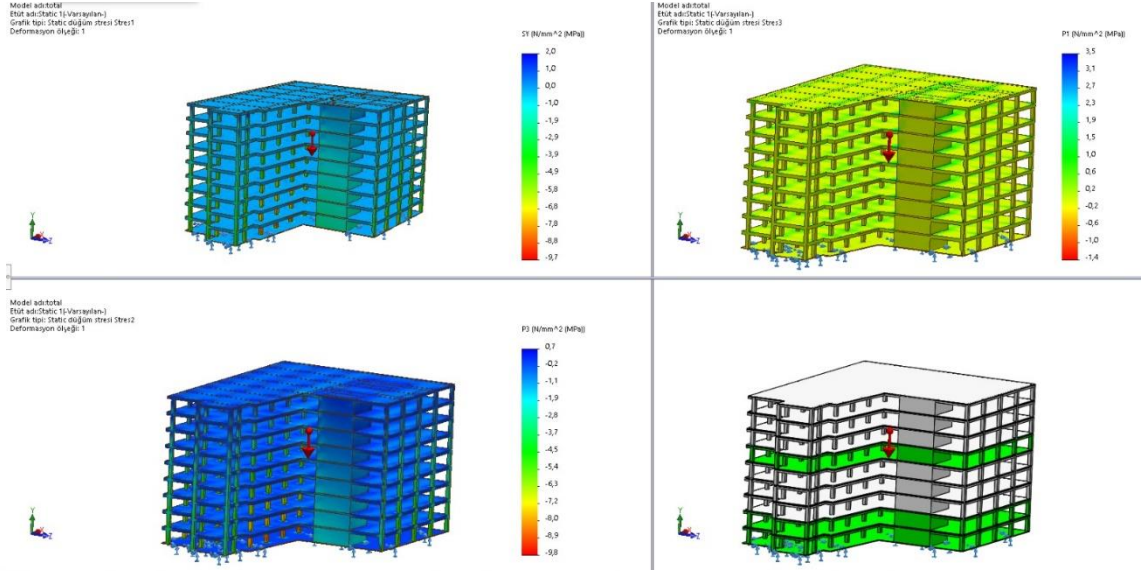
1.Yapıda taban alanı brüt 1675 metrekaredir. Buna ilave olarak;

- Density - ρ : 2400 kg/m³ *Yoğunluk*
- Compressive strength : 35 MPa *Basınç Dayanımı*
- Flexural strength : 3 MPa *Eğilme Dayanımı*
- Tensile strength - σ : 3 MPa *Çekme Dayanımı*
- Modulus of elasticity - E : 33000 MPa *Elastisite Modülü*
- Coefficient of thermal expansion - β : 10⁻⁵ °C⁻¹ *Termal Genleşme Katsayısı*
- Poisson's ratio : 0.20 *Poisson Oranı*
- Shear strength - τ : 12 MPa *Kesme Dayanımı*

şeklindedir.

Bu yapıların her biri zemin katlarda iş yeri/mağaza şeklinde planlanmış, üst katları ofis/ev-ofis şeklinde projelendirilmiştir.

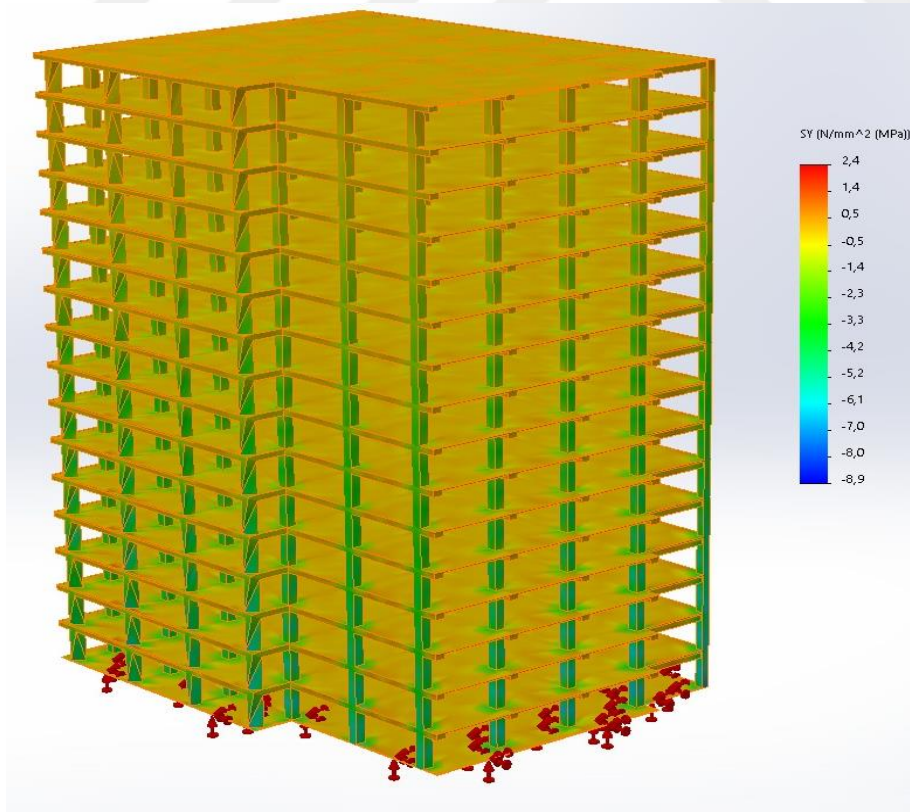
Yapılan modelleme ve analizler sonucunda, betonarme yapının demirlerinin betondan ayrılmasını da sağlayacak şekilde 3 adet kata patlayıcı yerleştirilmesi gerektiği saptanmıştır. Bu şekilde yapı elemanları büyük parçalar halinde kalamayarak daha ufak parçalara ayrılmış ve ilave demir ayıklama maliyeti oluşmamıştır. Aksi halde yapının 2 adet katına patlayıcı yerleştirilerek te yıkımın yapılabileceği görülmüştür.



Şekil 4.9. Yapıda oluşan gerilmeler ve patlayıcı yerleştirilmesi planlanan katlar
Şekil 4.9’da yapının patlatılması gereken katları sağ alt kısımda belirtilmiştir.

Yapı 2- 16 katlı betonarme bir yapının yıkımına ilişkin adımlar (Şekil 4.10)

Bu yapı ise yine aynı özelliklere sahip ve yapı taban alanı brüt 1375 metrekaredir.



Şekil 4.10. 16 katlı yapı düşey elemanlarına etkiyen eksenel yükler

Bu yapı modelinde donatı ayırımına gerek kalmadan düşey elemanlarına patlayıcı döşenmesi gereken kat adedi 4 olarak hesaplanmıştır. Bunun yanında yapının donatısının betondan ayrılmaksızın yıkılmasının planlandığı durumda, 2 veya 3 katına patlayıcı döşenmesinin yeterli olacağı belirlenmiştir.

Ayrıca diğer beton özellikleri de bir önceki yapı ile aynı olacak şekilde alınmıştır. Bunun yanında betonarme olan her iki yapının da çevre koşullarına göre hangi tarafa doğru yıkılması gerektiği paket programa işlenmiş ve program analizi sonucunda yıkımın;

- Patlatmanın hangi katlarda yapılacağı,
- Hangi düşey elemanlara patlayıcı yerleştirileceği,
- Hangi yatay elemanlara patlayıcı yerleştirileceği (Bazı metotlarda),
- Yapı elemanlarının hangi kısımlarına patlayıcı yerleştirileceği,
- Hangi betonarme elemana kaç adet patlayıcı yerleştirileceği,
- Yerleştirilecek olan patlayıcıların çeşidi,
- Yerleştirilecek olan patlayıcıların miktarı,
- Patlayıcıların zamanlama mekanizmaları

ayrıntılı olacak şekilde belirlenmiştir.

Aşağıda, Çizelge 4.2’de yıkım icra edilirken kullanılacak olan malzemeler ve fiyatları yer almaktadır. Giderleri üç ayrı başlık altında toplamamız gerekirse;

1. Patlayıcı, patlayıcı kapsülleri, zamanlama-bağlantı kabloları ve şok tüpleri giderleri.
2. Kapsül-patlayıcı yerleştirmek için gereken delme işleri giderleri.
3. Sarf güvenlik örtüsü ve malzeme giderleri

şeklindedir.

Çizelge 4.2. Örnek konut dışı yapılar için alınan yıkım maliyetleri teklifleri

YAPI TÜRÜ	Yapı 1	Yapı 2
BETONARME	Miktar Brim	Miktar Brim
Kat Adedi	9 Adet	16 Adet
Yükseklik	33 m	58,2 m
Toplam Taban Alanı	1675 m ²	1375 m ²
Toplam Brüt Alan	15.075 m ²	22.000 m ²
Toplam Kapsül	1.550 Adet	1632 Adet
Delme Fiyatı	2 Dolar	2 Dolar
Toplam Dinamit	240 Kg	445 Kg
Fiyat	1,75 Dolar/Kg	1,75 Dolar/Kg
Bağlama ve Zamanlama	2.000 m	2500 m
Fiyatı (Şok Tüpü Dahil)	1,2 Dolar/m	1,2 Dolar/m
Güven Malz. ve Örtüler	2.400 Dolar	3.000 Dolar
Toplam Fiyat	5.920 Dolar	7.043 Dolar
Top. Delme Uzunluğu	23.220 cm	25.000 cm
Delme Brim Fiyatı	0,5 TL/cm	0,5 TL/cm
Toplam Fiyat	11.610 TL	12.500 TL
Güven Malz. ve Örtüler	4.000 m ²	4.500 m ²
Malzeme Brim Fiyatı	8 TL/m ²	8 TL/m ²
Toplam Fiyat	32.000 TL	36.000 TL
Genel Toplam	76.000 TL	87.000 TL

4.4. Patlayıcı Yıkımların Makineli Yıkımlarla Kıyaslanması

Yapı yıkım varyasyonlarına göre maliyet ve süreç analizlerinin yapılabilmesi için oluşturulan ve Çizelge 4.1'de yer alan yapılar, taban alanları ve kat yükseklikleri itibariyle genel anlamda konut türü yapılarıdır. Fakat patlayıcı kullanmak sureti ile yapıların yıkımına örnek verilen “Yapı 1 ve Yapı 2” kat yükseklikleri, yapı taban alanları ve aks açıklıklarından da anlaşılacağı gibi konut olmayan daha farklı örneklerdir. Bu tür geniş tabanlı yapılar üzerinden de patlayıcı ile yıkım ve makinelerle yıkım arasında ilave bir analiz yapılması durumunda, daha kapsamlı bir perspektiften yorum yapma şansı yakalanmış olacaktır. Bunun için Çizelge 4.2’de elde edilen süre ve maliyet değerlerini makine ile yıkım açısından da irdelemek istersek;

Yapı 1 için; Yapı Yüksekliği = Zemin Kat + (8 x Normal Kat) = 4,2 + (8 x 3,6) = 33m.

Yapı 2 için; Yapı Yüksekliği = Zemin Kat + (15 x Normal Kat) = 4,2 + (8 x 3,6) = 58,2m.

Yıkım varyasyonlarını uygulandığında;

1. Mini ekskavatör ile binalar tamamen yıkılabilecektir.

2. Mini ekskavatör ile ekskavatör kombinasyonunda; ekskavatörün erişebileceği azami yükseklik;

Zemin Kat + 1. Normal Kat + 2. Normal Kat = 4,2 + 3,6 + 3,6 = 11,4 m şeklindedir.

Azami yükseklikten bu yüksekliğe kadar olan katlar mini ekskavatörle yıkılacaktır.

3. Mini ekskavatör ile yüksek erişimli ekskavatör kombinasyonunda; yüksek erişimli ekskavatörün erişebileceği azami yükseklik;

Zemin Kat + (6 x Normal Kat) = 4,2 + (3 x 6) = 25,8 m şeklindedir.

Azami yükseklikten bu yüksekliğe kadar olan katlar mini ekskavatörle yıkılacaktır.

Yukarda elde edilen veriler Çizelge 4.3'te sunulmaktadır:

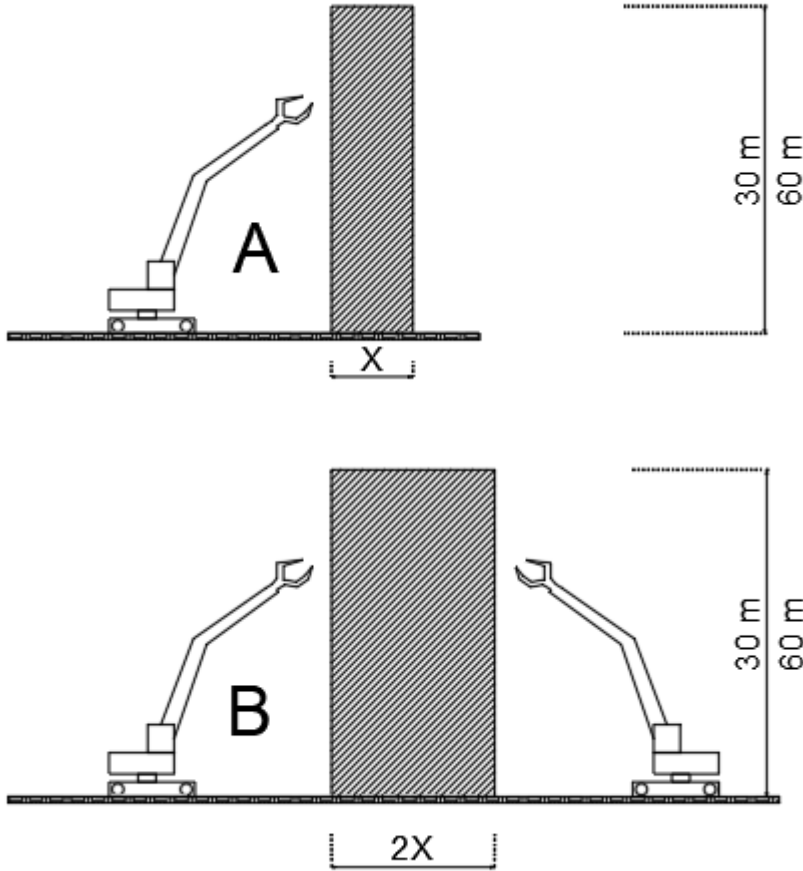
Çizelge 4.3. Patlayıcı yıkımın makineli yıkımlarla kıyaslanması

YAPI TÜRÜ	YAPI TABAN ALANI (m ²)	KAT SAYISI	VARYASYONLAR	YIKIM TEKNİĞİ	YIKIM	GÜNLÜK MALİYET	SÜRE (GÜN)	TOPLAM MALİYET	BİRİM	VARYASYON TOPLAMI	
										SÜRE	MALİYET
BETONARME	1675	9	TAMAMI	MINİ EKSKAVATÖR	125 m ² / GÜN	1000	120,6	120600 TL		120,6	120600
BETONARME	1675	9	6 KAT	MINİ EKSKAVATÖR	125 m ² / GÜN	1000	80,4	80400 TL			
BETONARME	1675	9	3 KAT	EKSKAVATÖR	400 m ² / GÜN	2000	12,6	25200 TL		93	105600
BETONARME	1675	9	2 KAT	MINİ EKSKAVATÖR İLE	125 m ² / GÜN	1000	26,8	26800 TL			
BETONARME	1675	9	7 KAT	YÜKSEK ERİŞİMLİ MAKİNE	500 m ² / GÜN	2400	23,45	56280 TL		50,25	83080
BETONARME	1675	9	TAMAMI	PATLAYICI KULLANILARAK			18	76000 TL		18	76000
YAPI 2											
BETONARME	1375	16	TAMAMI	MINİ EKSKAVATÖR	125 m ² / GÜN	1000	176	176000 TL		176	176000
BETONARME	1375	16	13 KAT	MINİ EKSKAVATÖR	125 m ² / GÜN	1000	143	143000 TL			
BETONARME	1375	16	3 KAT	EKSKAVATÖR	400 m ² / GÜN	2000	10,3125	20625 TL		153,3125	163625
BETONARME	1375	16	9 KAT	MINİ EKSKAVATÖR İLE	125 m ² / GÜN	1000	99	99000 TL			
BETONARME	1375	16	7 KAT	YÜKSEK ERİŞİMLİ MAKİNE	500 m ² / GÜN	2400	19,25	46200 TL		118,25	145200
BETONARME	1375	16	TAMAMI	PATLAYICI KULLANILARAK			21	87000 TL		21	87000

4.5. Diğer Yıkım Varyasyonları

Daha önceki küçük taban alanlı yapılar ile aks açıklıkları ve taban alanları daha geniş olan yapılar ayrı ayrı ele alınırsa, farklı bir varyasyonla daha karşılaşılabılır. Bunlar;

- Taban alanı X ve yüksekliği 30 veya 60 metre olan yapı "A",
- Taban alanı $2X$ ve yüksekliği 30 veya 60 metre olan yapı "B".



Şekil 4.11. Yükseklikleri aynı, taban alanları farklı yapılar

Şekil 4.11'de, ekskavatör veya yüksek erişimli makinelerin erişebileceği yükseklikler aynı kalmış olsa da, makinelerin yıkım için erişebileceği alan 2 katına çıkmış olacaktır. Bu durumda patlayıcı yıkımlar ile makinelili yıkımlar arasındaki süre ve maliyet farkını değiştirmiş olacaktır. Çünkü belirli bir yüksekliğe kadar mini ekskavatörün kullanıldığı durumlarda, mini ekskavatör sonrası kullanılacak olan makinenin yıkacağı toplam alan artmış olacaktır.

Bir diğer durum ise, yapı taban alanının çok geniş olması sebebiyle, 2 veya daha fazla makinenin risk ihtiva etmeden kullanılabilir olma halidir. Böylece mini ekskavatör kullanımı sonrasında kullanılacak makinelerin aynı sürede daha fazla alanı yıkması veya başka bir deyişle, daha kısa sürede aynı alanı yıkabiliyor olma imkanını verecektir. Tüm bu opsiyonlar, varyasyonlar; her bir yapı türüne ve çevre koşullarına göre tek tek uygulanıp, çok farklı süre-maliyet hesapları yapılabilecektir.



5. SONUÇ

Tez kapsamında gerçekleştirilen çalışmalar sonucunda aşağıdaki sonuçlara ulaşılmıştır:

- a) Patlayıcılar ile gerçekleştirilen yıkımlar, çevre koşullarının da uygun olduğu durumlarda, belirli bir yüksekliği aşan yapılarda bariz bir şekilde avantajlı olmaktadır.
- a) Patlayıcılar ile yıkım; süreler dikkate alındığında 18 kat ve daha fazla yüksekliğe sahip konutlar ile 54 metre ve sonrası yüksekliğe sahip diğer türden taşıyan yapılarda bariz bir şekilde avantajlı konumda bulunmaktadır (Şekil 4.4).
- b) Patlayıcılar ile yıkım; maliyetler dikkate alındığında 16 kat ve daha fazla yüksekliğe sahip konutlar ile 48 metre ve sonrası yüksekliğe sahip diğer türden yapılarda, bariz bir şekilde avantajlı konumda bulunmaktadır (Şekil. 4.6).
- c) Patlayıcıların kullanılmadığı veya kat yüksekliğinden ötürü kullanımına gerek kalmadığı durumlarda, makineler ile yıkım gerçekleştirilecekse; her bir makine, erişebileceği sınır yüksekliğe sahip bir yapıya denk geldiğinde, diğerlerinden daha avantajlı konuma gelmektedir.
- d) Makineler ile yıkım gerçekleştirilen yapılarda; yapı taban alanları dikkate alınarak, birden fazla makine kullanma imkânı varsa, makine sayılarını irdeleyerek opsiyon analizlerinin yapılması, zaman ve maliyet açısından kar veya zararı etkileyebilecektir.

Yapılan çalışma sonucunda, çevre koşulları ve yapı biçimlerine göre oluşturulmuş olan yıkım tekniklerinin olumlu veya olumsuz yönlerini de içeren sonuç tablosu Çizelge 5.1’de verilmiştir.

Çizelge 5.1. Yıkım varyasyonları

Yöntem	Prensip	YIKIM VARYASYONLARI					Olumsuz		Projelendirme	
		Genel Şartlar	1-4 Kata Kadar	5 - 8 Kat	9 Kat ve Üzeri	Ses	Sar-sıntı	Toz	Süre	Maliyet
Kompakt Makineler ile Yıkım	Mini makineler ve bunlara eklenen ataşmanlarla yapılan yıkım	1) Kat Eksiltme Yöntemi 2) Makine için döşemenin uygunluğu 3) Çevre tedbirleri alınmalıdır	Uygulanabilir.	Uygulanabilir.	Uygulanabilir.	•	•	•	Uzun	Orta
Makine ile Yıkım	Ekskavatör ve hidrolik eklentileri ile yapılan yıkım	1) Kat Eksiltme Yöntemi 2) Makine için döşemenin uygunluğu 3) Çevre tedbirleri alınmalıdır	Uygulanabilir.	*4 Kata ininceye Kadar uygun bir yöntemle kat eksiltilmesi gerekmektedir *Veya malozlar ile platform yapılarak 6. kata kadar erişim sağlanabilir.	Uygulanamaz.	@	•	•	Orta	Orta
Uzun Erişimli Makineler ile Yıkım	Uzun bom eklenmiş Ekskavatörler ile yüksek yapıların yıkımı	1) Yalıtılmış bölge 2) Eğimsiz düz arazi 3) yeterli çalışma alanı	Uygulanabilir.	Uygulanabilir	*8. Kata ininceye Kadar uygun bir yöntemle kat eksiltilmesi gerekmektedir *Veya malozlar ile platform yapılarak 10. kata kadar erişim sağlanabilir.	▪	•	•	Kısa	Çok
Patlayıcı ile Yıkım	Patlayıcı kullanmak sureti ile yıkım	1) Sarsıntı, enkaz ve gürültüden korunma 2) patlayıcı uzmanı 3) çevrenin uyarılması ve tahliyesi 4) kontrollü ve dikkatli patlatma	Uygulanabilir.	Uygulanabilir.	Uygulanabilir.	•	•	•	Çok Az	Çok Az

Çizelge 5.1. Yıkım varyasyonları (devamı) ve açıklamaları

Yöntem	Prensip	YIKIM VARYASYONLARI					Olumsuz			Projelendirme	
		Genel Şartlar	1-4 Kata Kadar	5 - 8 Kat	9 Kat ve Üzeri	Ses	Sar-sıntı	Toz	Süre	Maliyet	
Elmas Daire Kesici veya Elmas Tel Testere	Yapının kesme yöntemiyle kısmen yada tamamen yıkımı	1)Sağlam çalışma platformu 2)Enkazın kaldırılmasının planlaması	Uygulanabilir.	Uygulanabilir.	Uygulanabilir.	■	○	@	Çok Uzun	Çok	
Tel Testere	Yapı elemanlarının kesilmesi yöntemiyle, yapının kısmen yada tamamen yıkılması	1)Sağlam çalışma platformu 2)Enkazın kaldırılmasının planlaması 3)Tel kopmasına karşı önlemler alınması	Uygulanabilir.	Uygulanabilir.	Uygulanabilir.	■	○	@	Çok Uzun	Çok	
Delme ve Kesme	Delme ve kesme	1)Sağlam çalışma platformu	Uygulanabilir.	Uygulanabilir.	Uygulanabilir.	■	○	@	Çok Uzun	Çok	
El ile Kullanılan Aletler ile Yıkım	Betonun elle tutulan çekiçlerle veya pnömatik çekiç ile parçalanması	1)Kat Eksiltme Yöntemi 2)Çevre tedbirleri alınmalıdır 3)Bitişik nizamda uygulanabilir	Uygulanabilir.	Uygulanabilir.	Uygulanabilir.	●	■	●	Çok Uzun	Çok	

SES	30 metre mesafeden	SARSINTI	Yıkım süresi boyunca	TOZ	Yıkım süresi boyunca
○	70 dB ve altı	○	Hissedilemez	○	Çok az
@	70 - 74 dB	@	Çok az	@	Orta derecede
■	75 - 79 dB	■	Orta derecede	●	Çok Fazla
●	80 dB ve üzeri	●	Çok Fazla		

KAYNAKLAR

- Abanuz, F., 2005.** Eskimiş betonarme yapılarda yıkımın planlanması. *Yüksek Lisans Tezi*, İstanbul Teknik Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü, Mimarlık Anabilim Dalı, İstanbul. s. 147-148.
- Abdullah, A., 2003.** Intelligent selection of demolition techniques, *D. Thesis*, Loughborough Universty. s. 42-44,58.
- Anderson, E., 08.09.2014.** Rock saw, Limestone blocks. <https://www.youtube.com/watch?v=YeuTWCWQO4> (Erişim tarihi: 13.08.2017).
- Aquasource (SW) Ltd, 2009.** Elmas disk kesici 1,2. <https://aquasourceltd.co.uk> (Erişim Yılı:30.05.2019).
- Alibaba Group, 2019.** Kısaç. https://alibaba.com/product-detail/Excavator-Grapple_113049819 (Erişim Tarihi:24.04.2019).
- Anonim, 2019.** Çelik halat ile bina yıkımı. https://i.emlaktasondakika.com/Files/NewsImages2/2014/08/12/457x255/yan-yatan-bina_90540_4896a.jpg (Erişim Tarihi:19.04.2019).
- Anonim, 2019.** Çelik halat ile çekerek minare yıkımı. <https://mynet.com/tehlike-yaratan-minare-celik-halatla-yikildi-110102830949> (Erişim Tarihi:19.04.2019).
- Atlas Copco UK Holdings Ltd., 2019.** Pnömatik çekiç. <https://www.atlascopco.com/en-uk/construction-equipment/products/handheld/hammers/pneumatic-hammers/TEX12PE> (Erişim Yılı:30.05.2019).
- Bohart, M., 2007.** Demolition Eliminates Final Remnant of Charlotte Hornets. *Construction Equipment Guide*. USA. September 2007.
- BS 6187:2000, 2000.** BSI standards publication, Code of practice for demolition. September 2000.
- BS 6178:2011, 2011.** BSI standards publication, code of practice for full and partial demolition. s. 3,103,107.
- Buildings Department, 2004.** Code of Practic for Demolition of Buildings. Honkong. s.79.
- Caterpillar, 2019.** Hidrolik kesici. Mini ekskavatör. https://www.cat.com/en_US/products.html (Erişim Tarihi:19.04.2019).
- Conjet AB, 2019.** Conjet AB Yüksek basınçlı su jeti. [youtube.com/watch?v=3YUnPOnYDM4](https://www.youtube.com/watch?v=3YUnPOnYDM4) (Erişim Tarihi:06.05.2019).
- Çevre ve Şehircilik Bakanlığı, 2012.** Yapıların Yıkıtılmasına Yönelik Yönetmelik Taslağı. Ankara. s.4,5,6.
- Çomoğlu Grup, 2017.** Sözlü görüşme. Baye İnşaat Turizm San. ve Tic. Ltd. Şti. Bursa, (Görüşme Tarihi: 26.12.2017), +90 533 540 6044.
- DEPAR, 2017.** http://www.yikimmezvatuati.com/yikim_teknikleri/patlayici-ile-yikim/7 (Erişim tarihi: 13.09.2017).

- Epiroc, 2019.** Epiroc Makina A.Ş. Hidrolik eklentiler; Kırıcılar ve Makas. (<https://www.epiroc.com/tr-tr/products/excavator-attachments>) (Erişim Tarihi:19.04.2019).
- Esisan Makine Soğutma Mühendislik Ltd. Şti., 2019.** Elmas Yol ve zemin kesici. www.esisan.com.tr/images/PA-BE-05.jpg (Erişim Yılı:30.05.2019).
- Gözler, İ., 2018. Sözlü görüşme.** TMC Hafriyat Nakliyat İnşaat San. ve Tic. Ltd. Şti. Bursa, (Görüşme Tarihi: 15.11.2019), +90 224 413 2752.
- Hidromek, 2019.** Hidromek Alpha Kazıcı Yükleyiciler, HMK102B, HMK102S. hidromek.com.tr/upload/dokumanlar/174201992526300_alpha_katalog_tr.pdf (Erişim tarihi:30.05.2019).
- Husqvarna AB, 2019.** Uzaktan kontrol edilebilir makineler. <https://www.husqvarnacp.com/tr/destek/user-guides/demolition-robots/preparation-and-operating> (Erişim Yılı:30.05.2019).
- Hydro Keris, 2019.** Ultra High Pressure System. https://youtube.com/watch?v=kgxqkX_7E3Y (Erişim Tarihi:24.04.2019).
- IPS-C-CE-355, 1996.** Standart for demolition original edition. Iran. s.9,10.
- Kajima Corporation, 2019.** The Kajima Cut and Take Down Method. <https://www.kajima.co.jp/english/tech/kcd/index.html> (Erişim tarihi: 30.05.2019).
- Kibert, C.J. ve Cihini, A.R., 2000.** Overview of deconstruction in selected countries. Universty of Florida, CIB, International council for research and innovation in building construction, USA. August 2000. s.113.
- K & R Ladle Co., 2019.** Termik kesici 1. <https://www.krl.com.au/images/kr-ladle-1029.jpg> (Erişim Tarihi:19.04.2019).
- Kotan, S., 2017.** Çevre ve Şehircilik Bakanlığı, Altyapı ve Kentsel Dönüşüm Hizmetleri Genel Müdürlüğü, Yıkım İşleri ve Hafriyat Toprağı ile İnşaat ve Yıkıntı Atıklarının Kontrolü Yönetmeliği Taslağı. Ankara. s.1,2,3.
- Mil Karot, 2019.** Elmas tel kesici. <https://milkarot.com/images/elmas%20tel%20ile%20beton%20kesim.jpg> (Erişim Yılı:19.04.2019).
- NFDC, 2017.** National federation of demolition contractors. <http://demolition-nfdc.com/download/highreach.html> (Erişim tarihi: 23.12.2017).
- Proneel Technologies Private Limited, 2019.** Elmas tel testere. <https://www.proneeltechnologies.com> (Erişim Yılı:30.05.2019).
- Ram Services Limited, 2017.** Elmas kesici – Karot alma makinesi http://www.ramservices.co.uk/wp/wp-content/uploads/2017/02/IMG_6957.png (Erişim tarihi 23.12.2017).
- Ram Services Limited, 2017.** Diamond drilling and sawing, Controlled demolition, ring and chain sawing.

http://www.ramservices.co.uk/wp/wpcontent/uploads/2017/02/IMG_4195.png (Erişim tarihi 28.08.2017).

Ram Services Limited, 2017. Diamond Track Sawing or Wall Sawing. Elmas parça kesici. <http://www.ramservices.co.uk/diamond-division/diamond-track-sawing> (Erişim tarihi: 30.05.2019).

Ram Services Limited, 2017. Elmas parça kesici. <http://www.ramservices.co.uk> (Erişim tarihi:23.12.2017).

Scrapmetals, 2013. Thermal Lance 2,3. Veterans Memorial Bridge, South Portland, ME, USA. (<http://www.clarkscrapmetals.com/2013/02/15/thermal-lance-demolition> (Erişim Tarihi:30.05.2019).

TTB, 2013. Çalışanların Gürültü ile İlgili Risklerden Korunmalarına Dair Yönetmelik. Ankara. Madde 4.

TDK, 2019. Türk Dil Kurumu, Güncel Türkçe Sözlük, 2. isim. [Sozluk.gov.tr](http://sozluk.gov.tr).

TMMOB Maden Mühendisleri Odası, 2013. Çalışanların Gürültü ile İlgili Risklerden Korunmalarına Dair Yönetmelik. Ankara. Madde 4.

Tutar, U., 2019. Yazılı görüşme. DTEX Mühendislik Müşavirlik A.Ş. Bursa, (Görüşme Tarihi: 08.02.2019), ugurtutar@icloud.com.

Van Tunen Group B.V., 2019. Uzun erişimli makineler. <https://vantunen.org/hrd/coleman7gr.jpg> (Erişim Tarihi:24.04.2019).

Wikipedia, 2019. Wikipedia, özgür ansiklopedi, RDX tabanlı patlayıcı. <https://tr.wikipedia.org/wiki/rdx> (Erişim tarihi: 30.05.2019).

Wikipedia, 2019. Wikipedia, özgür ansiklopedi. Blasting of a chimney at the former Henninger Brewery in Frankfurt am Main, Germany. https://en.wikipedia.org/wiki/Henninger_Brewery (Erişim tarihi: 30.05.2019).

Wikiwand, 2019. A wrecking ball in action at the demolition of the Rockwell Gardens. <http://www.wikiwand.com/en/Demolition> (Erişim Tarihi:30.05.2019).

ÖZGEÇMİŞ

Adı Soyadı	: Ferhat GÜVEN
Doğum Yeri ve Tarihi	: Gaziosmanpaşa 06.09.1987
Yabancı Dil	: İngilizce
İletişim (e-posta)	: ferhatguven@live.com
Telefon	: +90 532 333 6178
İkamet	: Nilüfer, Bursa.
Askerlik	: Yapıldı
Eğitim Durumu	
Lisans	: Erciyes Üni., Müh. Fak., İnşaat Bölümü, Kayseri.
Yüksek Lisans	: Uludağ Üni., Fen Bil. Ens., İnşaat ABD, Yapı, Bursa.
Yetkinlikler/Programlar	: AutoCAD, Sap2000, Abaqus, StatiCAD, IdeCAD. : MS Windows, MS Office, MS Project, Linux, Pardus KDE.
Çalıştığı Kurum/Pozisyon	: Umut İnşaat A.Ş. (İnşaat Mühendisi - Şantiye Şefi)
Deneyimler	: Emko Elektronik Fabrikası İnşaatı (Şantiye Şefi)-2018 Temel: Radye, Sistem: Betonarme Karkas. Taban Alanı: 2667 m ² , Toplam Alan: 16.000 m ² . : Karoto Oto Galerisi İnşaatı (Şantiye Şefi)-2017 Temel: Tekil, Sistem: Betonarme Prefabrik. Toplam Alan: 8.000+ m ² . : Osm. Bel. Atık Top. Merkezi İnşaatı (Şantiye Şefi)-2017 Temel: Radye, Sistem: Betonarme Karkas. Toplam Alan: 5.000+ m ² . : İbraş Kauçuk Fab. Ek Bina İnşaatı (Şantiye Şefi)-2016 Temel: Radye, Sistem: Betonarme Karkas. Toplam Alan: 7.000+ m ² . : Çelikalp Teks. Fabrika (Prefabrik), İdari Bina... ..(Betonarme, Asmolen), Sığınak ve Yemekhane . ..(Betonarme, Karkas) İnşaatı (Şantiye Şefi)-2015 Temel: Mütemudi Soket, Radye, Radye Sandık. Toplam Alan: 13.000+ m ²
Kurslar	: İlk Yardım Kursu (İlk Yardımcı) Uygulamalı Girişimcilik Kursu (Busmek, İşkur)
Sağlık Sorunu / Sigara	: Yok / Kullanmıyorum.