

MEF ÜNİVERSİTESİ

**BİNALARIN SÖKÜM – YIKIM
SÜRECİNDE ATIK YÖNETİMİ**

Bitirme Projesi

Barbaros Gümrukçi

İSTANBUL, 2021

MEF ÜNİVERSİTESİ

**BİNALARIN SÖKÜM – YIKIM
SÜRECİNDE ATIK YÖNETİMİ**

Bitirme Projesi

Barbaros Gümrükçü

Bitirme Projesi Danışmanı: Prof. Dr. Seyyit Ümit Dikmen

İSTANBUL, 2021

MEF ÜNİVERSİTESİ

Projenin Adı: Binaların Söküm – Yıkım Sürecinde Atık Yönetimi
Öğrencinin İsmi ve Soyadı: Barbaros Gümrükçü
Proje Teslimat Gün: 14/06/2021

Barbaros Gümrükçü tarafından hazırlanan mezuniyet projesinin benim denetimim altında tamamlandığını beyan ederim. Yapılan bu projeyi “Mezuniyet Projesi” olarak kabul ediyorum.

...../...../2021

Prof. Dr. Seyyit Ümit Dikmen
Bitirme Projesi Danışmanı

Danışmanı Prof. Dr. Seyyit Ümit Dikmen tarafından kabul edilen Barbaros Gümrükçü’ye ait bu bitirme projesini inceledim. Bu çalışmanın mezuniyet projesi olarak kabul edilebilir olduğunu ve öğrencinin mezuniyet projesi sınavına girmeye hak kazandığını beyan ederim.

...../...../2021

İnşaat Proje Yönetimi
Yüksek Lisans Programı
Program Direktörü

Barbaros Gümrükçü mezuniyet sınavına girdiğini ve mezuniyet için tüm şartları yerine getirdiğini kabul ettiğimizi beyan ederiz.

MEZUNİYET KURULU

Komite Üyeleri

İmza/Tarih

1. Prof. Dr. Seyyit Ümit Dikmen

.....

2.

.....

Akademik Dürüstlük Sözü

Bu bitirme projesi kapsamında kimseyle işbirliği yapmamaya, dış yardım aramamaya veya kabul etmemeye ve başkalarına yardım etmemeye söz veriyorum.

Basılı veya web'deki tüm kaynakların açıkça belirtilmesi ve referans verilmesi gerektiğini biliyorum.

MEF Üniversitesi'nin ideallerine uygun olarak, bu çalışmanın benim olduğunu ve hazırlanmasında uygunsuz bir yardım almadığımı konusunda söz veriyorum.

Barbaros Gümrükçü

Tarih: 14/06/2021

İmza

ÖZET

BİNALARIN SÖKÜM – YIKIM SÜRECİNDE ATIK YÖNETİMİ

Barbaros Gümrükçü

Proje Danışmanı: Prof. Dr. Seyyit Ümit Dikmen

HAZİRAN, 2021, 109 Sayfa

Yapısal atıklar, yapı ve altyapıların bünyelerinde barındırdığı yapı ürünlerinin ve yapı alanı malzemelerinin, yapım, yenileme, onarım, sökülme – yıkım, afet ve alan çalışması gibi etkinlikler sonucunda biçim değiştirerek atık durumuna dönüşmüş biçimdir. Yapısal atıklar yapının yapım, kullanım ve yok edilme süreçlerinde ve bu süreçler sonrasında sürekli olarak çevre ile doğrudan ya da dolaylı olarak etkileşim içindedirler. Yapısal atıklar yapı üretimi, kullanımı ve yok edilme süreçlerinin bilinçsiz, yönetimsiz, denetimsiz bir şekilde yürütülmesi, çalışmalar sonrasında doğaya gelişigüzel bir biçimde dökülmesi, doğal çevrede biriktirilmesi, yapısal atık yönetiminin uygun eylem adımları ile yürütülmemesi, tehlikeli atıkların denetim altına alınmaması, yapısal atıkların doğru değerlendirme seçenekleri ile değerlendirilememesi vb. gibi nedenlerle tüm çevre yapısal atıklardan olumsuz bir biçimde etkilenmektedir. Bu nedenle yapısal atıkların çevreyi olumsuz bir biçimde etkilemesinin önlenmesi için yapısal atıkların yönetilmesi ve denetlenmesi gerekmektedir.

Yapısal atık yönetimi süreci içerisinde yapısal atıkların büyük boyutlara ulaşmadan önlenmesi, aynen ve ikincil olarak yeniden kullanımı, geri dönüşümü ve uygun tekniklerle yok edilmesi işlemlerini barındırır. Yapı yaşam sürecinin son aşaması olan sökülme – yıkım, tüm yapının yok edilmesinden kaynaklı olarak var olan yapıda tüm ürünlerin atığa dönüşmesi işlemidir ve yapı ürünlerinin hacmi kadar yapısal atık üretimine neden olur. Bu nedenle oluşan bu büyük boyutun yönetiminin yapılması gerekmektedir. Yapısal atık yönetiminin yapılabilmesi için sökülme – yıkımı yapılacak olan her yapının bir “SORUN” olarak görülmesi, bu soruna çevreye olumsuz etkilerde bulunmadan bir “ÇÖZÜM” geliştirilmesi ve bu çözümün uygun koşullarda “UYGULAMA” ile gerçekleştirilmesi gerekmektedir. Önerilen rehber çalışma ile yapı sökülme – yıkım öncesi aşamasında yapı, çevre etki değerlendirme ve yapı çevresi analizleri ile var olan yapıda sorunun boyutu ve içeriği belirlenmesi, yönetim kararları ve planlama ile belirlenmiş olan soruna doğru çözüm eylem adımları oluşturulması gerekmektedir. Yapı sökülme – yıkım anı ve yapı sökülme – yıkım sonrası aşamalarında ise yapı sökülme – yıkım çalışması öncesi aşamasında oluşturulan çözüm eylem adımlarının doğru bir biçimde gerçekleştirilerek uygulanması gerekmektedir.

Önerilen yapı söküm – yıkım çalışmalarında yapısal atık yönetimi rehber çalışmasının;

- Yapı söküm – yıkım ve yapısal atık yönetimi konularında bilicinin ve farkındalığının artmasına,
- Yapı söküm – yıkım çalışmaları ve yapısal atık yönetiminin daha denetimli duruma gelmesine,
- Yapı söküm – yıkım çalışmaları ve yapısal atık yönetiminde uzmanlaşmanın artmasına,
- Yapı söküm – yıkım yöntemleri kararlarının daha doğru bir biçimde verilmesine,
- Türkiye’de yapı sökümü – yıkımı ve yapısal atık yönetimi konularında teknik, teknolojik ve yönetsel gelişmelerin sağlanmasına,
- Yapısal atıkların doğru bir biçimde yönetilebilmesi için yapı söküm – yıkım çalışmaları ve yapısal atık yönetimi süreçlerinin bir bütün olarak ele alınmasına

katkı sağlayacağı sonuçlarına varılmıştır.

Anahtar Kelimeler: Çevre atıkları, inşaat yapı sökümü, yıkım ve atık yönetimi, inşaat yapı sökümü arasındaki ilişki,

EXECUTIVE SUMMARY

WASTE MANAGEMENT IN THE PROCESS OF DISASSEMBLY AND DEMOLITION OF BUILDINGS

Barbaros Gümrukçü

Advisor: Prof. Dr. Seyyit Ümit Dikmen

JUNE, 2021, 109 Pages

Construction and demolition wastes are form of constructional materials and construction site materials contained within structure and infrastructure, transformed into waste state as a result of activities such as construction, renovation, repairment, deconstruction - demolition, disaster and field operation. Construction and demolition wastes constantly interact with environment directly and indirectly during and after building's production, use and demolition processes. Environment is affected negatively by c&d wastes for reasons such as carrying out building production, use and demolition processes without management, supervision or awareness, arbitrary dumping of c&d wastes after operations into nature, accumulation of them in natural environment, conducting c&d waste management without proper action steps, not taking hazardous wastes under regulation, c&d wastes not being assessed by correct evaluation options...etc. Therefore, c&d wastes must be managed and supervised in order to prevent them from affecting the environment negatively.

Construction and demolition waste management includes preventing c&d waste to reach big amounts, exact reuse or secondary reuse, recycling of c&d waste and dispose with proper techniques. Deconstruction - demolition, last stage of building life cycle is process of transformation of all existing materials in construction into wastes through disposal of entire building and it causes production of c&d wastes which are as much as volume of constructional materials. Therefore, this big amount of composition must be managed. In order for constructional management to take place, regarding each building to undergo deconstruction - demolition as "PROBLEM", developing a "SOLUTION" to this problem without causing negative effects on environment and executing this solution under appropriate conditions with "APPLICATION" is necessary. It is also required to determine extent and content of the problem for existing structure through suggested reference study with structure pre-deconstruction - demolition phase, environment impact evaluation and structure environment analysis and to create action steps for solving the problem identified through management decisions and planning. It is necessary for solution action steps, created at pre-deconstruction and pre-demolition phase operation stage, to be executed

properly in application at construction deconstruction- demolition instant and after construction disassembly - demolition stages.

Suggested reference study for c&d waste management in construction deconstruction - demolition is concluded to provide following features:

- Increase in awareness and consciousness about construction deconstruction - demolition and c&d waste management,
- Increase in supervision of construction deconstruction - demolition operations and c&d waste management,
- Increase in specialization on construction deconstruction - demolition operations and c&d waste management,
- Improvement on proper decision making regarding construction deconstruction and demolition methods,
- Implement of technical, technological and managerial development on construction deconstruction - demolition and c&d waste management in Turkey,
- Contextualization of construction deconstruction - demolition operations and c&d waste management processes as a whole for proper managing of c&d wastes.

Keywords: Enviromental wastes, deconstruction, demolition, waste management, relation between contraction and deconstruction

İÇİNDEKİLER

Akademik Dürüstlük Sözü.....	v
ÖZET	vi
EXECUTIVE SUMMARY	viii
ŞEKİL LİSTESİ.....	xii
TABLO LİSTESİ.....	xiv
1. GİRİŞ.....	1
2. YAPISAL ATIK KAVRAMI	2
2.1 Oluşum Türlerine Göre Yapısal Atıklar.....	6
2.1.1 Alan atıkları	6
2.1.1.1 Yüzeysel kazı ve yüzey temizleme atıkları.....	6
2.1.1.2 Derin kazı atıkları.....	6
2.1.2 Yapım atıkları	7
2.1.3 Onarım atıkları	8
2.1.4 Afet yıkıntı atıkları	9
3. YAPISAL ATIK YÖNETİMİ.....	11
3.1 Türkiye’de Yapısal Atık Yönetimi	11
4. YAPI SÖKÜMÜ- YIKIMI ÇALIŞMALARINDA YAPISAL ATIK YÖNETİMİ.....	20
4.1 Yapı Sökümü – Yıkımı Öncesi Aşamasında Yapısal Atık Yönetimi	21
4.1.1 Alan çalışması ve yapısal atık belirleme süreci	21
4.1.1.1 Ekiplerin belirlenmesi.....	22
4.1.1.2 Çevresel etki değerlendirme ve yapı çevresi analizi	24
4.1.1.3 Yapı analizi	25
4.1.2 Yapı sökümü – yıkımı kararları	33
4.1.3 Çalışma alanının planlanması ve önlemler	54
4.1.4 Yapısal atıkların yönetimi kararları.....	61
4.1.4.1 Tehlikeli yapısal atık yönetimi	62
4.1.4.2 Yapısal atıkların yeniden kullanımı	68
4.1.4.3 Yapısal atıkların geri dönüşümü.....	75
4.1.4.4 Yapısal atıkların yok edilmesi.....	79
4.1.5 Yapı sökümü – yıkımı ve yapısal atık yönetimi planlaması	81
4.1.6 Söküm – yıkım izini süreci	84

4.1.7 Yapı söküm – yıkım çalışmaları	85
4.1.8 Yapısal atıkların işlenmesi.....	85
4.1.8.1 Yapısal atıkların parçalara ayrılması	87
4.1.8.2 Yapısal atıkların temizlenmesi	87
4.1.8.3 Yapısal atıkların boyutlandırılması.....	88
4.1.8.4 Yapısal atıkların ayrıştırılması	90
4.1.8.5 Yapısal atıkların depolanması	93
4.2 Yapı Sökümü – Yıkımı Sonrası Aşamasında Yapısal Atık Yönetimi	96
4.2.1 Yapısal atıkların bütünlük tesislerde işlenmesi.....	96
5. SONUÇ VE ÖNERİLER.....	100
Yapı Sökümü – Yıkımı Öncesi Aşamasında Yapısal Atık Yönetimi	101
Yapı Sökümü – Yıkımı Aşamasında Yapısal Atık Yönetimi.....	101
Yapı Sökümü – Yıkımı Sonrası Aşamasında Yapısal Atık Yönetimi	102
KAYNAKLAR	105

ŞEKİL LİSTESİ

Şekil 1: Almanya Hamburg ve Schleswig – Holstein Bölgesi	5
Şekil 2: ABD Kuzey Carolina Bölgesi Yapısal Atık İçeriklerinin Oranları [7]	5
Şekil 3: Yapım Atıkları	8
Şekil 4: Onarım Atıkları	9
Şekil 5: Afet Yıkıntı Atıkları [12]	10
Şekil 6: Türkiye’de Yapısal Atık Yönetimi Sistemi	12
Şekil 7: İstanbul Yapısal Atık Dolgu Alanları [16]	14
Şekil 8: İstanbul Yapısal Atık Dolgu Alanları [16]	14
Şekil 9: 2006 İstanbul İçin İnşaat ve Yıkıntı Atıkları Yönetim Planında Yapısal Atıkların Toplanması [18]	16
Şekil 10: TABS İşleyiş Şeması [20]	18
Şekil 11: Yapı Sökümü Sonrası Yapısal Atık Yönetimi [31]	35
Şekil 12: Yapı Sökümü [32]	36
Şekil 13: Yapı Sökümü [33]	40
Şekil 14: Çatı Sökümü [34]	41
Şekil 15: Yapı Yıkımı Sonrasında Yapısal Atık Yönetimi [31]	42
Şekil 16: Gülle ile Yıkım [39]	45
Şekil 17: Yıkım Aracı [41].	48
Şekil 18: Cardox Sistemi [42]	49
Şekil 19: Cardox Sistemi Uygulaması [42]	50
Şekil 20: Su Jeti ile Betonarme Yapı Yıkımı [43]	50
Şekil 21: Patlatmalı Yıkım [44]	52
Şekil 22: Yapının Bölümsel Sökümlü Yıkımı	53
Şekil 23: Yapıların Söküm – Yıkım Önlemleri	61
Şekil 24: Beton Yapısal Atıkların Blokaç Olarak İkincil Kullanımı	73
Şekil 25: Yapı Söküm – Yıkım Çalışmalarında Yapısal Atık Yönetimi Takvimlendirmes [71]	82
Şekil 26: Yapı Söküm – Yıkım Öncesi Aşamasında Yapısal Atık Yönetimi ÖnerisiYapı Sökümü – Yıkımı Aşamasında Yapısal Atık Yönetimi	83
Şekil 27: Basit Yaklaşım [1]	90
Şekil 28: Kombine Yaklaşım [1]	90

Şekil 29: Yoğun İş Makineli Yaklaşım [1].....	91
Şekil 30: Yapısal Atıkların Elle Ayrıştırılması.....	91
Şekil 31: Aquamotor Sistemi [38].....	93
Şekil 32: Yapı Söküm – Yıkım Aşamasında Yapısal Atık Yönetimi Önerisi.....	95
Şekil 33: Temel Ayrıştırma Yapan Tesis Akış Grafiği [71].....	97
Şekil 34: Ayrıntılı Ayrıştırma Yapan Tesis Akış Grafiği [73]	97
Şekil 35: Ayrıştırma ve Kırıcılarla Boyutlandırma Yapan Tesis Akış Grafiği [38]	98
Şekil 36: Yapı Söküm – Yıkım Çalışmalarında Yapısal Atık Yönetimi Önerisi	99

TABLO LİSTESİ

Tablo 1: Yapısal Atıkların İçerik Grupları [2][4][5]	4
Tablo 2: İstanbul Yapısal Atık Döküm Sahaları Durumları [15].....	14
Tablo 3: Yapısal Atığın Dolgu Olarak Kullanıldığı Alanlarda Doluluk Oranları [17]	15
Tablo 4: Türkiye’de Yıllara Göre Toplam Geri Kazanımı Sağlanan Yapısal Atık Miktarı [19]	17
Tablo 5: Yapısal Atık Belirleme Formu	29
Tablo 6: Yapı Söküm – Yıkım Çalışmaları Yapı Ürünleri Bütüncül Bilgi Dosyası.....	31
Tablo 7: Yapının Söküm – Yıkım Çalışmalarında Toz Oluşumunun Önlenmesi ya da Azaltılabilmesi İçin Uygulanması Gereken Yöntemler [47]	59
Tablo 8: Tehlikeli Yapısal Atıkların İşleme ve Yok Etme Yöntemleri [31]	66
Tablo 9: Yapısal Atıklar ve Geri Dönüştürülebilecekleri Ürünler.....	79
Tablo 10: Hidrojen Sülfürün İnsan ve Çevre Sağlığına Etkileri [68]	80
Tablo 11: Yapısal Atıkların Yok Edilmesinde Kullanılan Yöntemler ve Yöntemlere Uygun Yapısal Atıklar	80
Tablo 12: Yapısal Atıkların Alanda ve Alan Dışında İşlenmesinin Olumlu ve Olumsuz Yönleri [31].....	86
Tablo 13: Yapısal Atıkların Kırılmasında Kullanılan Sabit Sistemler ve Özellikleri [38] .	89

1. GİRİŞ

Yapı söküm – yıkım çalışmalarında yapısal atık denetiminde ve yönetiminde eksiklikler kaynaklı sorunların daha büyük boyutlara ulaşmadan ve çevre sağlığında olumsuz etkilere yol açmadan önlenmesi için çalışmada;

- Yapısal atıkların tanımlamaları ve çevre etkileri,
- Yapı söküm – yıkım çalışmalarında alınması gereken önlemler,
- Yapı söküm – yıkım çalışması ve yapısal atık ilişkisi,
- Yapısal atıkların çevrede olumsuz etkiler oluşturmadan yönetilmesi gerekliliği,
- Yapısal atıkların değerlendirilmesi gerekliliği,
- Yapı söküm – yıkım çalışmalarında bilimsel, teknolojik ve teknik gelişmelerin sağlanması gerekliliği,
- Yapısal atıkların yönetiminde geleceğe yönelik planlamalarının gerçekleştirilmesi gerekliliği,
- Yapı söküm – yıkım çalışmalarının ve yapısal atık üretimi süreçlerinin denetlenmesi gerekliliği,
- Türkiye koşullarına uygun yapı söküm – yıkım yönetmeliklerinin oluşturulması veyasal dayanaklarla desteklenmesi gerekliliği

konularında farkındalık yaratma ve var olan yöntemlerin irdelenmesi, gelişentechnik, teknoloji ve yöntemler konularında bilgilendirme amaçlanmaktadır.

2. YAPISAL ATIK KAVRAMI

İnsan nüfusunun artışı, teknolojik, endüstriyel, teknik, ekonomik gelişmeler ve hızlı kentleşme beraberinde yapı sektörünün hızlı bir biçimde değişimine, gelişimine neden olmaktadır. Bu değişim ve gelişim yapı yapma eyleminin artışına, oldukça fazla miktarda kaynak kullanımına neden olmaktadır. Dünya üzerindeki hammaddenin büyük bir bölümünün yapılaşma etkinliklerinde kullanılması, yapı ürünlerinin hammaddelerinin ve yapı çalışmaları sırasında kullanılan her türlü enerji türünün önemini arttırmaktadır. Var olan enerji ve hammadde kaynaklarının sürdürülebilirlik ilkeleri ile birlikte gelecek nesillere aktarımı ve yapılaşma etkinliklerinin çevre etkilerinin en aza indirgenmesi gerekmektedir.

Yapım etkinlikleri sürecinde hammadde kullanımının yapı gereksinimlerini aşmayacak düzeylere indirgenmesi ve modern toplumun büyük sorunlarından birisi durumuna gelen kentlerde oluşan katı atıkların yaklaşık olarak %13-29'luk kısmını oluşturan yapısal atıklar uygun koşullarda yönetilmesi yapım etkinliklerinin çevre etkileri açısından önemlidir [1].

Türkiye’de hafriyat toprağı, inşaat ve yıkıntı atıkları olarak adlandırılan yapısal atıklar;

Hafriyat Toprağı: İnşaat öncesinde arazinin hazırlanması aşamasında yapılan kazı ve benzeri faaliyetler sonucunda oluşan toprağı,

İnşaat Atıkları: Konut, bina, köprü, yol ve benzeri alt ve üst yapıların yapımı esnasında ortaya çıkan atıkları,

Yıkıntı Atıkları: Konut, bina, köprü, yol ve benzeri alt ve üst yapıların tamiratı, tadilatı, yenilenmesi, yıkımı veya doğal bir afet sonucunda ortaya çıkan atıkları,

Tehlikeli İnşaat ve Yıkıntı Atıkları: İnşaat ve yıkıntı atıkları içerisinde bulunan asbest, boya, flüoresan ve benzeri zararlı ve tehlikeli atıkları,

Asfalt Atığı: Yol, havaalanı pisti ve benzeri yapıların tamiratı, tadilatı, yenilenmesi ve yıkımı sırasında ortaya çıkan ve bünyesinde asfalt, zift, doğal polimer ve benzeri malzeme bulunan atıkları,

Bitkisel Toprak: Bitki gelişimi için organik ve inorganik madde ile hava ve su sağlayan toprağı” biçiminde alt başlıklarla tanımlanmıştır [2].Yapısal atık tanımlarının;

- Yapım
- Onarım
- Söküm - Yıkım
- Afet
- Yapı ve altyapı
- Alan atıkları

gibi ortak kavramları içermektedir.

Bu kavramlar doğrultusunda yapısal atıklar, yapı ve altyapıların bünyelerinde barındırdığı yapı ve yapı alanı ürünlerinin, yapım, yenileme, onarım, söküm – yıkım, afet ve alan çalışması gibi etkinlikler sonucunda biçim değiştirerek atık durumuna gelmesi olarak tanımlanabilir. Ancak yapım, yenileme ve söküm – yıkım atıkları genellikle “yapısal atık” olarak tanımlanmasına karşın, bu eylemler sonucu oluşan atıklar birbirinden farklıdır [3] .

Yapısal atıkların içeriği birçok nedenle farklılaşmasına karşın yapısal atıkların doğru bir biçimde yönetilebilmeleri için atıkların türüne göre gruplandırılarak Tablo 1’de belirtildiği biçimde sınıflandırılması gerekmektedir. Bu sınıflandırmadan yapısal atıkların belirlenmesi, yapılacak planlamaların oluşturulması, çalışmaların gerçekleştirilmesi, yapısal atıkların ayrıştırılması ve değerlendirilmesi aşamalarında yararlanılması gerekmektedir.

Tablo 1: Yapısal Atıkların İçerik Grupları [2][4][5]

TİK GRUBU	ATIK TURU	ATIK GRUBU	ATIK TURU
Karışımlar	Çimento Kökenli	Toprak Kökenliler	Tuğlalar
	Alçı Kökenli		Çatı Kaplama Ürünleri
	Kireç Kökenli		Seramikler –Gre Seramikler
Doğal Taşlar ve Agregalar	Granit	Plastikler	Poliyeten
	Mermer		Polikarbonat
	Bazalt		Polivinilklorür
	Andezit		Polivinil Asetat
	Kumtaşı		Poliüretan
	Kireçtaşı		Epoksi
	Tüfler		Teflon
	Agregalar		Polistren
	Diğer Doğal Taşlar		Diğer Plastik Ürünler
Ahşaplar	Doğal	Camlar	Doğrama Ürünleri
	Kompozit		Aynalar
	Lamine		
	Emprenye ve Isıl İşlem Görmüş		
Metaller	Demir ve Demir İçeren Metaller	Diğer Atıklar	Tesisat ve Aydınlatma Sistemleri
	Çelik		İklimlendirme ve Havalandırma Sistemleri
	Alüminyum		Yangınla Mücadele Sistemleri
	Bakır		Mobilya ve Halılar
	Çinko		Kağıt ve Tekstil Ürünleri
	Kurşun		Mineral Kökenli Ürünler
	Pirinç		Bitüm Kökenli Ürünler
	Krom		Yapı Çevresi ve Alan Atıkları
	Titanyum		...

Yapısal atıkların içeriği ve oluşan yapısal atıkların oranı;

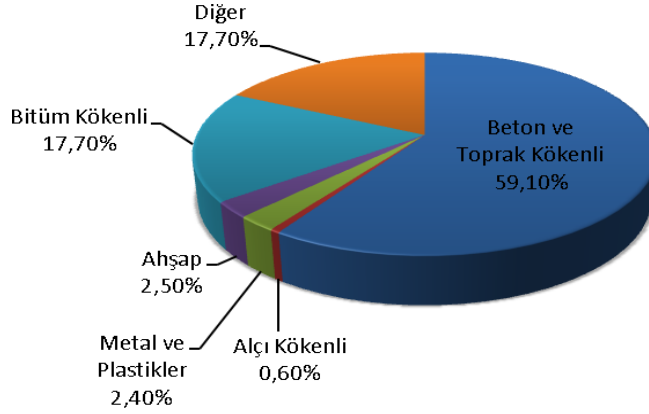
- Yapım türü,
- Kullanılan ürünler,
- Yapı boyutu,
- Mimari ve yapım teknikleri ve teknolojileri,
- Konum ve iklim,
- Yapı fonksiyonu,
- Yapı üretim süreci ve uygulamaları,

- Yerel uygulamalar, ekonomik ve toplumsal koşullar,
- Yapılan çalışma türü

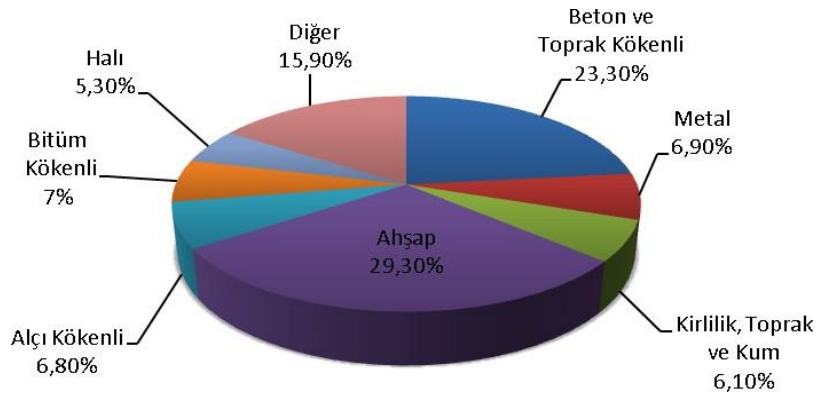
vb. gibi etkenler nedeniyle farklılaşabilir.

Yapısal atıkların içeriği yukarıda belirtilen nedenlerden kaynaklı olarak farklılık gösterebilirler. Bu farklılıklar örnek olarak Şekil 1’de Almanya Hamburg ve Schleswig - Holstein Bölgesi ve Şekil 2’de ABD Kuzey Carolina Bölgesi yapısal atık oranları karşılaştırmaları ile belirtilmektedir. Birçok ülkede yapılan istatistiksel bilgiler, bilimsel ve yönetsel birçok çalışmaya veri sağlarken Türkiye’de oluşan yapısal atıklarla ilgili bilimsel ve yönetsel çalışmalara destek sağlayacak benzer çalışmalar bulunmamaktadır.

Yıkım Sonucu Oluşan Yapısal Atık İçeriklerinin Oranları [6]



Şekil 1: Almanya Hamburg ve Schleswig – Holstein Bölgesi



Şekil 2: ABD Kuzey Carolina Bölgesi Yapısal Atık İçeriklerinin Oranları [7]

2.1 Oluşum Türlerine Göre Yapısal Atıklar

Yapısal atıklar genel tanımlama içerisinde yapım, onarım, sökülme – yıkım, alan çalışması ve afet gibi durumlarla oluşan katı atıklar olarak belirtilmiş olmalarına karşın oluşum türlerine göre yapısal atıkların içeriğinde ve boyutlarında farklılıklar görülmektedir.

2.1.1 Alan atıkları

Bina, yol, köprü vb. gibi her türlü yapım etkinlikleri sırasında ve taşkın ya da heyelan gibi afetler sonucu açığa çıkan zemin kaynaklı yapısal atıkların bütünü alan atıklarının içeriğini oluşturmaktadır. Yapılaşma ya da afet sonucu oluşan atıkların türü, fiziksel, kimyasal ve biyolojik yapıları, çalışmanın türüne ya da bulunduğu bölgenin zemin yapısına göre farklılıklar göstermektedirler.

2.1.1.1 Yüzeysel kazı ve yüzey temizleme atıkları

Yüzeysel temizleme ya da yapılaşma etkinlikleri için toprağın 1-1.5 metre düzeyinde yapılan çalışmalar sonucu oluşan atıklardır. Yüzeysel kazı ya da yüzey temizleme çalışmaları yeni bir yapının yapılacağı boş yapı alanlarda 1.5 metreye kadar olan temel kazılarında, var olan bir yapının yıkımı sonrasında ve yapımı tamamlanmış bir yapının çevresinin temizlenmesi durumlarında gerçekleştirilir. Yüzeysel kazı ve yüzey temizleme atıkları yapı kaynaklı atıkları ve toprak, bitki vb. gibi organik atıkları bünyesinde barındırabilir.

Yüzeysel kazı çalışmaları sırasında:

- İstenilmeyen, organik ve bitkisel atıklar değerlendirilmeli ya da yok edilmeli,
- İstenilmeyen atıklar uzaklaştırılmalı,
- Temizleme ve hedeflenen çalışmaya ön hazırlık yapılmalıdır.

2.1.1.2 Derin kazı atıkları

Yapılaşma etkinliklerinde 1.5 metreden daha derin kazılarda açığa çıkan atıklar derin kazı atıkları olarak tanımlanmaktadır. Derin kazılar genellikle yapıların temel kazıları ya da sökülme – yıkım çalışması sonrasında alan temizleme çalışmaları için gerçekleştirilmektedir.

Derin kazılarda;

- Yumuşak ve sert toprak,
- Yumuşak ve sert küskülük,
- Yumuşak, sert ve çok sert kaya,
- Batak ve balçık

ürünlerle karşılaşılır.

2.1.2 Yapım atıkları

Modülasyonda ve seri üretimde, ürün ve tasarım ilişkisinin kurulamaması, hammadde girdisinde üretim reçetesinin doğru belirlenememesi, gereksinimden az ya da fazla hammadde alımı, hammaddenin uygun olmayan koşullarda taşınması ve bekletilmesi, uygulama sırasında yapılan işçilik hataları, uygun olmayan donanım kullanımı, yanlış ölçülendirme ve modülasyona bağlı malzeme artımı ve hatalı ürün kullanımı vb. gibi nedenlerle oluşan yapısal atıklar yapım atıkları olarak nitelendirilmektedir [8]. Yapım atıklarının oluşumunda birçok farklı etken ve bu etkenlerin oluşturduğu nedenler bulunmaktadır. Üretim aşamasında müşteri, tasarımcı, yüklenici, yapı üreticileri, ürün üreticisi, tedarikçi, ürün nakliye firmaları, şantiye yöneticileri paydaş olarak sisteme eklemlenirler. Ancak tüm paydaşlar yapısal atığa etken olarak bu sistem içerisinde yer alsa da bu sürecin yönetimi için mimarların sorumluluğu büyüktür. Mimarların yapım sonucu oluşan atıklara üst düzeyde etkide bulunabilmek için yapısal atık sorununu, kısıtlamalarını, önleme ve uygulama sırasında ulaşılabilecek gelişim fırsatlarını çözümlenmesi gerekmektedir [9].



Şekil 3: Yapım Atıkları

Yapım yöntemlerindeki bölgesel, sosyal ve kültürel farklılıklar taşıyıcı sistemi, yapımda kullanılan yöntemleri ve yapı malzemesi seçimini dolayısıyla yapım atıkları üretim miktarını ve içeriğini etkilemektedir [3]. Örneğin ABD'deki çalışmalar yapım atıklarının %42'sinin ahşap, %27'sinin duvar ürünleri, %6'sının tuğla, %2'sinin çatı ürünleri, %2'sinin metal ürünler olduğunu göstermektedir [10]. ABD'de ahşap yaygın olarak kullanılırken, Avrupa ülkelerinde ise harman tuğlası oldukça yaygın olarak kullanılmaktadır. Türkiye'de ise bölgesel, kültürel, iklimsel verilerin oldukça farklılaşması nedeniyle malzeme kullanımı da bu verilere göre değişiklik göstermektedir. Ancak son dönemlerde betonarme teknolojisinin ve yapı endüstrisinin gelişmesi ile birlikte Türkiye'de bu sistemin yaygınlaşması ile birlikte malzeme ve ürün kullanımında bölgesel seçimler ortadan kalkarak malzeme kullanımında tekelleşmeye gidilmektedir. Bu tekelleşme ile Türkiye'de yapım atıklarının betonarme yapı teknolojisi kökenli olmasına neden olmaktadır.

2.1.3 Onarım atıkları

Yapıların kullanıcılar tarafından kullanılmaya başlanmasının ardından, yapımda tasarım hatası, yapımda üretim hatası, kullanıcı değişikliği, ürün yıpranması, estetik kaygılar, güvenlik sorunları, teknik ve teknoloji değişimi, kentsel standartlarda değişiklik ve ömür tamamlanmasına bağlı olarak çeşitli değişiklik, onarım ve bakım yapılması sonucu oluşan atıklara onarım atıkları denir.

Onarım sonucu oluşan yapısal atıklar diğer atık türlerine göre sınıflandırılması, ayrıştırılması ve yönetimi çalışma boyutu bakımından daha kolay olan atıklardır.

2.1.4 Afet yıkıntı atıkları



Şekil 4: Onarım Atıkları

Yapılar daha kullanım ömrünü tamamlamadan doğal afet olarak nitelendirilen deprem, yangın, fırtına, hortum, sel, volkan patlamaları gibi doğal dış etkenler nedeniyle tamamen yıkılarak atık durumuna gelebilmektedir [11]. Afet yıkıntı atıkları afet sonrasında yapıların yıkılmasıyla birlikte yıkıntı içerisinde yapısal atıkların yanında eşya, canlı, yiyecek, ulaşım sistemleri, işlev kaynaklı atıklar ve bu atıkların karışmış biçimlerini bünyelerinde barındırmaktadırlar.



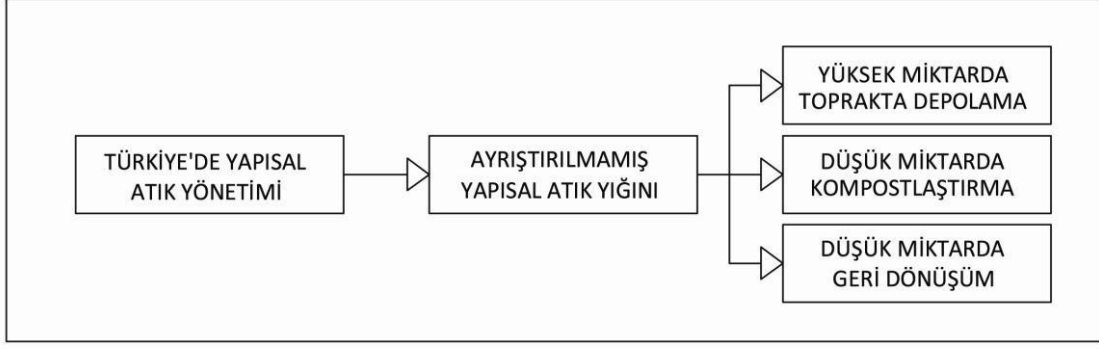
Şekil 5: Afet Yıkıntı Atıkları [12]

Afet sonrası açığa çıkan atıklardan, yapı kaynaklı olan atıklar afet yıkıntı atıklarıdır ve bu atıklar afetler sonrasında oluşan kentsel katı atıkların yaklaşık olarak %50'sini oluşturmaktadırlar [1].

3. YAPISAL ATIK YÖNETİMİ

3.1 Türkiye’de Yapısal Atık Yönetimi

Dünya’da tüm ülkelerin ortak sorunlarından biri olan kentsel katı atıklar içerisinde yer alan yapısal atıklar Türkiye içinde büyük sorunlardan biridir. Ancak birçok ülkede 20. yüzyılda oluşmuş olan yapısal atık sorunları bilinci Türkiye’de henüz oluşmamıştır. Birçok gelişmiş ülkenin yapısal atık yönetimi için yönetmelikleri, bilimsel çalışmaları ve yol haritaları bulunmaktadır. Türkiye’de ise yapısal atıklarla ilgili tek yönetmelik olan “Hafriyat Toprağı, İnşaat ve Yıkıntı Atıklarının Kontrolü Yönetmeliği” de yapısal atıkların yalnızca denetimini içeren genel bir yönetmelik olmakla birlikte yapısal atıkların yönetimi açısından Türkiye koşullarında yetersiz kalmaktadır. Yapısal atık yönetiminde gelişmiş ülkelerde kullanılan yöntemlerle yapısal atıklar %90’a ulaşan düzeylerde değerlendirilirken Türkiye’de yapısal atık yönetimi yeteri kadar uygulanan bir yöntem olmaması nedeniyle var olan geleneksel tekniklerle değerlendirilen yapısal atık düzeyi oldukça düşük miktarlarda kalmaktadır. Özellikle Mayıs 2012 de Afet Riskli Alanların Kentsel Dönüşümü Hakkında Kanun’un yürürlüğe girmesi ile birlikte yapıların yenileme çalışmaları nedeniyle oldukça büyük boyutlarda yapısal atık üretimi gerçekleşmekte ve Türkiye var olan yapısal atık yönetimi sorunları ile birlikte oluşan büyük boyutlarda yapısal atığın yönetimi konusunda sorunlar yaşamaktadır. Türkiye’nin şartlarına uygun yapısal atık yönetim modelinin, ilişkin yönetmeliklerin bulunmaması, kamu ve özel girişimlerin yapısal atık konusunu önemsememesi açığa çıkan yapısal atığın, değerlendirilememesine ve oluşan yapısal atıkların büyük bir bölümünün yapısal atık depolama alanlarında yok edilmesine neden olmaktadır. Türkiye’de yapısal atık yönetiminin akış grafiği Şekil 6’da verilmiştir.



Şekil 6: Türkiye’de Yapısal Atık Yönetimi Sistemi

Türkiye’de yapımda kullanılan ürünlerden ve yapım tekniklerinden kaynaklı olarak kullanım sonrasında yıkım – söküm evresinde kurtarılabilir bileşen ve malzemelerin türü ve miktarı oldukça sınırlıdır. [13]. Türkiye’de önceki dönemlerde kullanılan geleneksel yapım sistemleri ürünlerin yapı ömrünün tamamlanması sonrasında kurtarılmaya daha yatkın iken son dönemlerde yaygın biçimde kullanılan tekniklerle yapısal atıkların sökümü ve değerlendirilmesi daha sorunlu duruma gelmiştir. Ayrıca Türkiye’de yapısal atık oluşumunun önleneceği ve azaltılacağı, tasarım ve yapım yöntemlerinin uygulaması neredeyse yok denilecek kadar azdır. Ayrıca yapıların ömrünü tamamlaması durumunda yapısal atık miktarının azaltılacağı ve oluşan yapısal atıkların değerlendirilerek kurtarılmasını sağlayacak yapı sökümü yönteminin yerine yapı yıkımının seçilmesi geri kazanım olasılığını oldukça azaltmaktadır. Yapı sökümünün insan gücü ile yapılması, maliyetli ve zaman alan bir işlem olması nedeniyle Türkiye’de yapı sökümü yöntemi yükleniciler ve yapı sahipleri tarafından talep görmemektedir. Yapı söküm yöntemi yerine tercih edilen yıkım yöntemlerinin denetiminde de birçok eksiklikler bulunmaktadır. Bina yıkımı öncesinde yıkımın var olan yönetmelik ve tekniklere uygun bir biçimde yapılabilmesi, çevre sağlığının bu yıkımdan etkilenmemesini önlemek amacıyla sınırları içerisinde bulunduğu belediyeden yıkım izninin alınması gerekmektedir. Ancak bu iznin zorunlu olmasına karşın yapı sahipleri ya da yüklenicilerin izinsiz yıkım yaptıkları oldukça sık karşılaşılan bir durumdur [14]. Ankara Çankaya Belediye’since yapılan bir çalışma ile yeni yapı yapılacak alanların %50’sinde yıkım ruhsatı alınmamış olmasına karşın alan içerisinde yapısal atık varlığı belirlenmiştir [14]. Bu durum önceden arsa üzerindeki yapıların izinsiz ve kontrolsüz bir biçimde yıkıldığına işaret etmektedir [14]. Yapı yıkımının kontrolsüz bir biçimde gerçekleşmesi yapısal atıkların değerlendirilmesi ve çevre açısından olumsuz bir durumdur. Önceki dönemlerde tüm yapının yıkılması sistemi

uygulanırken son dönemlerde yapılan yapı yıkımlarında bölümsel sökümlü yıkım yönteminin tercih edilerek yapı içerisinde bulunan, geri kazanım değeri yüksek mobilyalar ve doğramalar gibi ürünler sökülerek değerlendirilmesi çalışmaları ile karşılaşmaktadır. Ancak bu değerlendirme düzeyi oldukça Türkiye koşullarında yetersizdir.

Yapısal atığın önemli bir çevre sorunu olarak kabul edildiği ülkelerde yapım çalışmalarında açığa çıkan yapısal atık miktarının verilerle kayıt altına alınması birçok bilimsel ve yönetsel çalışmaya da destek sağlarken, Türkiye’de yapısal atık sorunlarının çözümünde oluşan yapısal atığın verilerle kayıt altına alınmaması, yönetim ve yöntem çalışmalarının gelişmemesine neden olmaktadır.

Türkiye’de kentlerin ve tüm ülke genelinin yapısal atık durumunun sayısal bilgisi yok denilecek kadar azdır. Türkiye’de yapısal atığın ulaşılabilir sayısal bilgisi İstanbul’da yalnızca İ.B.B. İstaç A.Ş. kurumunun değerlendirme ve döküm sahalarına getirilen yapısal atıkların boyutu ile sınırlıdır. Ancak bu veriler tüm denetleme sisteminin işleyebilmesi ve Türkiye’de oluşan yapısal atık miktarı ve türleri konusunda değerlendirme yapmak için oldukça yetersizdir.

Türkiye’de geneli için yalnızca İstanbul üzerinden değerlendirme yapmak çok doğru bir durum değildir. Ancak İstanbul’un yapısal atık döküm alanlarının durumları incelendiğinde, yapısal atık döküm alanlarının açılış ve dolum arasındaki süre ve yapısal atık döküm sahalarının hacimsel boyutu bizlere yapısal atık sorununun boyutunu net bir biçimde göstermektedir.

İstaç A.Ş.’nin Tablo 2’in verilerine göre İstanbul kenti içerisindeki 11 yapısal atık döküm sahasından dokuzu doluluk oranına ulaşmış diğer iki yapısal atık döküm alanının da İstanbul ölçeğinde bakıldığında oldukça az miktarda depolama alanı kalmıştır. İstanbul’un yapı yığılımının ve kentsel dönüşüm uygulamasının oldukça fazla olduğu bir kent olduğu düşünüldüğünde yapısal atık sorunları konusunda acil bir önlem alınması gerekliliği öngörülmektedir. Ayrıca tabloda verilen hacim miktarlarına bakılarak böylesine büyük hacimlere sahip yapısal atık döküm alanlarının ortalama 3-4 yıl içerisinde dolum oranına ulaşması enerji ve hammadde sorunlarının olduğu ülkemizde yapısal atıkların yönetimi ile bu sorunları düşük düzeylere indirmek olanaklıdır.

Tablo 2: İstanbul Yapısal Atık Döküm Sahaları Durumları [15]

Sahalar	Başlangıç Tarihi	Bitiş Tarihi	Toplam Depolanan Atık Miktarı (m ³)	Doluluk Oranı (%)
Tayakadın	Eki.07	Faal Durumda	21.101.854,00 m ³	80%
Durusu / Boyalık	Kas.09	Faal Durumda	171.170,00 m ³	52%
Şile	Mar.07	Oca.11	4.291.371,00 m ³	100%
İhsaniye	Nis.04	Eki.10	10.310.378,00 m ³	99%
Silivri	May.06	Ara.10	307.578,00 m ³	99%
Hamamdere	May.06	Eyl.09	6.029.800,00 m ³	99%
Tuzla	Kas.06	Tem.10	3.735.620,00 m ³	99%
Bahçeşehir	Kas.06	Eki.07	558.510,00 m ³	99%
Gürpınar	Nis.07	Eyl.08	257.160,00 m ³	99%
Avcılar	May.06	Ara.06	270.740,00 m ³	99%
Beylikdüzü	Mar.08	Ağu.08	760.430,00 m ³	99%
Toplam Depolanan Miktar			47.794.601,00 m³	



Şekil 7: İstanbul Yapısal Atık Dolgu Alanları [16]



Şekil 8: İstanbul Yapısal Atık Dolgu Alanları [16]

Türkiye’de yapısal atık önemli bir kentsel atık sorunudur. Tablo 3’de belirtildiği biçimde yapısal atıkların önemli bir kısmının toprakta yok etme yöntemi ve İstanbul Yenikapı bölgesi gibi deniz kıyısının yapısal atık ile doldurularak yok edilmesi çevre geleceği açısından önemli riskler oluşturmaktadır. Ancak yapısal atık kirliliklerinin uzun dönemler içerisinde çevreyi etkileyeceği düşünüldüğünden bu riskler yerel ve merkezi yönetimler tarafından göz ardı edilmektedir.

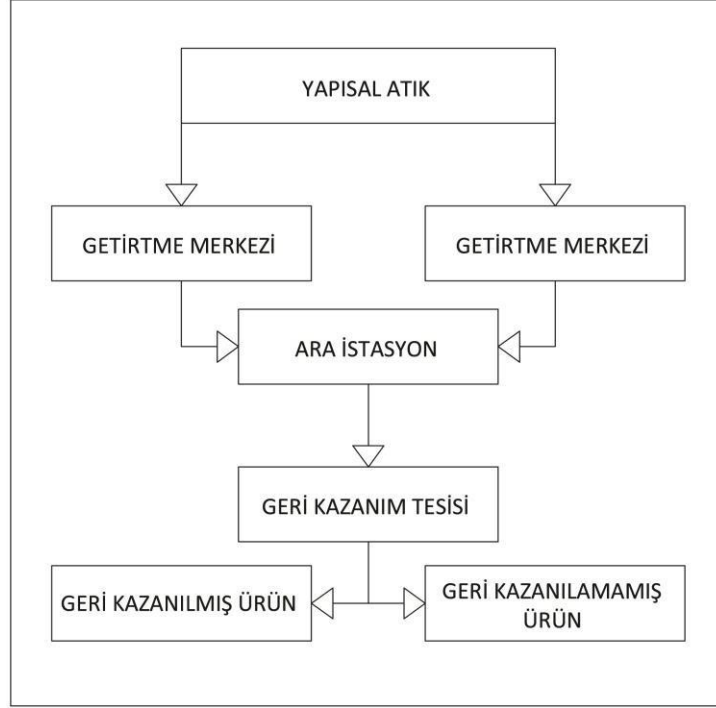
Tablo 3: Yapısal Atığın Dolgu Olarak Kullanıldığı Alanlarda Doluluk Oranları [17]

SAHALAR	TOPLAM HACİM (Metreküp)	DOLULUK ORANI
SİLİVRİ/SEYMENKÖYÜ	4.250.000	30%
SİLİVRİ/BÜYÜKSEMİZKUM	1.226.000	62%
ŞİLE/KURNA	1.432.000	100%
TAYAKADIN	35.000.000	86%
AĞAÇLI	7.450.000	79%
ÖMERLİ	8.650.106	80%
AYAZAĞA	4.405.563	100%
MALTEPE	7.800.000	97%
BOLLUCA	28.232.009	26%
YENİKAPI	5.800.000	93%
AKFIRAT TEPEÖREN	807.151	86%
ŞİLE SAHİLKÖY	1.415.804	74%
FENERKÖY	-	1%
MURATBEY	-	0%

İstanbul’da 1999 yılı Gölcük depreminin de etkisiyle yapısal atıkların çevre ve yönetim sorunlarına yol açması nedeniyle İstanbul Büyükşehir Belediyesi yapısal atıkların kontrolünü sağlamak amacıyla 2001 yılı itibariyle moloz toplama hatlarını oluşturmuştur [18]. Ancak bu sistem İstanbul ölçeğinde yetersiz kalmıştır[31]. Bu nedenle yapısal atıkların yönetimi için 2006 yılında “İstanbul İçin İnşaat ve Yıkıntı Atıkları Yönetim Planı” oluşturulmuştur [18].

İstanbul 2006 İnşaat ve Yıkıntı Atıkları Yönetim Planına göre Getirtme Merkezleri her ilçede birer adet bulunan ve beş metreküplük hacmiyle bulunduğu ilçeye hizmet etmesi düşünülmektedir [18]. Ara İstasyonlar ise Getirtme Merkezlerinde toplanan atığın aktarılacağı 20 metreküplük hacimli daha geniş kapsamlı istasyonlardır [18]. Yapılan planlamaya göre oluşan yapısal atıkların %40’nın getirme merkezleri üzerinden, %20’sinin toplama hizmetinin atık üreticisine sunulmasıyla, %20’sinin

toplama konteynırlarının atık üreticisine verilmesiyle, %20'sinin ise direkt olarak atıkların değerlendirme tesisinde toplanması biçiminde planlanmıştır [18]. Ancak oldukça büyük boyutlarda yapısal atık üretimi olan İstanbul ili ölçeğinde bu merkezlerin boyut planlaması oldukça yetersizdir ve bu planlamalarının işleyişi ile ilgili 2006-2014 yılları arasında olumlu ya da olumsuz bir bilgiye ulaşılamamaktadır.



Şekil 9: 2006 İstanbul İçin İnşaat ve Yıkıntı Atıkları Yönetim Planında Yapısal Atıkların Toplanması [18]

Türkiye’de toplanan yapısal atıkların değerlendirilebileceği tesis sayısı oldukça azdır. Bu tesislerden biri de İstaç A.Ş.’ye ait mobil kırma aracının bulunduğu Tuzla Şekerpınar tesisidir. Bu araç aracılığıyla agrega olarak yeniden kullanılabilir olan atıkların kırılması gerçekleştirilmektedir. Bu araç ile çeşitli boyutlarda agrega üretimi gerçekleştirilmektedir [18]. Bu tesis İstanbul’un yapısal atığının değerlendirilmesi konusunda olumlu bir durumdur ancak yine İstanbul ölçeği için yetersizdir. İstaç A.Ş.’de 2008 – 2012 yılları arasında geri kazanımı sağlanan yapısal atık miktarı Tablo 4’te belirtilmiştir.

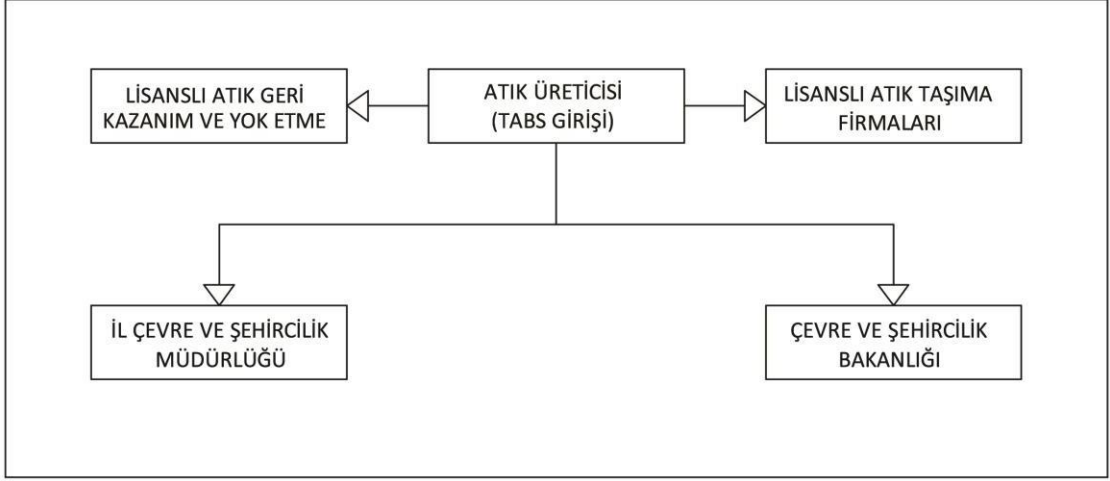
Tablo 4: Türkiye’de Yıllara Göre Toplam Geri Kazanımı Sağlanan Yapısal Atık Miktarı [19]

Yıllar	Gelen Malzeme Miktarı (Ton)	Çıkan Malzeme Miktarı					Geri Kazanım	%
		0-12 mm	12-22 mm	22-38 mm	Demir	By-pass		
2008	19.479,40	4.080,00	3.042,00	5.670,00	27,4	6.660,00	12.819,40	66%
2009	143.456,02	14.780,00	14.058,00	48.780,00	208,47	65.629,55	77.826,47	55%
2010	121.746,10	22.040,00	17.410,00	33.510,00	240,1	48.546,00	73.200,10	60%
2011	227.616,60	21.120,00	15.780,00	79.776,00	276,00	110.664,00	116.952,00	51%
2012	18.952,20	4.488,00	3.500,00	7.650,00	57,2	3.264,00	15.695,20	82%
TOPLAM	342.733,72	49.180,00	40.270,00	106.212,00	556,17	146.515,55	196.218,17	59%

Yapısal atıkların değerlendirilmesi, çevrenin kirlenmemesi, enerjinin korunumu, yeni ürün üretiminde hammadde korunumu, sürdürülebilir yapı üretimi, ekolojinin korunumu vb. gibi konular açısından önemlidir. İstanbul’da üretilen yapısal atığın İstaç A.Ş.’ye gelen boyuttan oldukça büyük miktarlarda olduğu bilinmektedir. İstanbul’da oluşan yapısal atıkların yalnızca İstaç A.Ş.’ye agrega üretilmek ve geri dönüştürülmek üzere getirilmiş olan yapısal atıklardan küçük bir bölümünün 2008-2012 yılları arasında ortalama toplam atığın %59’u değerlendirilerek geri kazanılmıştır. Ancak yasal ve yönetsel boşluklar nedeniyle Türkiye’de yapısal atığın büyük bir kısmının kayıt altına alınmadığı İstaç A.Ş. ve İstanbul Büyükşehir Belediyesi verilerinde görülmekte ve doğaya dökümlerin oldukça fazla miktarda olduğu bilinmektedir.

Türkiye’de Tehlikeli Atık Yönetimi

Türkiye’de tehlikeli yapısal atıklar 2005 yılında yürürlüğe giren “Tehlikeli Atıkların Kontrolü Yönetmeliğince” denetim altında tutulmaktadır. Tehlikeli atıkların kontrolü yönetmeliğinin 2005 yılında yürürlüğe girmesi ile birlikte Türkiye’de tehlikeli atıkların kontrolü ve çevre etkilerinin azaltılması için Çevre ve Şehircilik Bakanlığı tarafından Tehlikeli Atık Beyan Sistemi(TABS) etkin duruma getirilmiştir. TABS ile Tehlikeli Atıkların Kontrolü Yönetmeliği’ndeki atık üreticilerinin sorumluluklarını yerine getirmesine yardımcı olmak amacıyla tehlikeli atıkların beyan formunun internet aracılığıyla ve kolay erişilebilir biçimindedir [20].. TABS sisteminin akış grafiği Şekil 9’de verilmiştir.



Şekil 10: TABS İşleyiş Şeması [20].

TABS ile,

- Tehlikeli atık üreticilerinin kayıt altına alınması
- Üretilen atıklara ilişkin verinin toplanması ve arşivlenmesi
- Sağlıklı bir atık envanterinin oluşturulması
- Atık sektörü için bilgi yönetiminin iyileştirilmesi ve kaliteli verinin sağlanması
- Çevresel altyapı servislerinin iyileştirilmesi ve geliştirilmesine katkı sağlaması amaçlanmaktadır [20].

TABS sistemi gerekenleri karşılayacak düzeyde ve olumlu bir sistem olmasına karşın

yapısal atık yönetimindeki eksiklikler tehlikeli yapısal atıkların yönetimine de yansımakta ve Türkiye’de tehlikeli yapısal atıkların yönetiminde TABS etkin bir araç olarak kullanılmamaktadır.

Türkiye’de yapısal atık yönetiminde yasal düzenlemelerde, yapısal atık yönetim ölçütlerinin, yapısal atıkların değerlendirilme zorunluluklarının, yapısal atıkların yönetiminin özendirilmesine dair yönetmelik ve mali destek düzenlemelerinin bulunmaması ve yasal düzenlemelerde caydırıcı ceza sisteminin eksikliği, gerekli değerlendirme tesislerinin ve mekanik gereksinimlerin yetersizliği, depolama tesislerinin doğal çevrelere yerleşimi, sayıca az bulunan değerlendirme tesislerinin yapı alanlarına uzaklığı, kamunun ve özel sektörün değerlendirme tesislerini bir istihdam aracı olarak görmemesi, yapısal atığın yönetimini sağlayacak olan tasarımcı ve uygulamacı ekibin yapısal atık konusunda yeterli bilgiye sahip olmaması ve yapı

alanında çalışan işçilerin yapısal atık konusunda bilinçlendirilmemesi Türkiye’de yapısal atık yönetiminin gelişmemesine neden olmaktadır.

Enerji ihtiyacının oldukça fazla olduğu ve çevrenin gün geçtikçe olumsuz etkilendiği son yıllarda olabildiğince fazla miktarda yapısal atığın geri kazanımı yapılmalı, kazanımı yapılamayan yapısal atıklar çevreye en az seviyede zarar verecek ve kontrollü biçimde enerji kazanımlı ve enerji kazanımsız, kompostlama ve uygun biçimlerde depolama yöntemleri ile yok edilmelidir. Bu nedenle Türkiye öncelikle yapısal atıkların çevre sağlığı açısından tehdit oluşturmayacak yönetim planları geliştirilmeli ve özellikle son dönemlerde Türkiye’de farklı nedenlerle artış gösteren yapı söküm - yıkımlarında oldukça fazla boyutlarda yapısal atık üretiminin gerçekleşmesi nedeniyle her türlü yapının söküm – yıkım çalışmaları için Türkiye koşullarına uygun yapısal atık yönetimi modelleri geliştirilmelidir.

4. YAPI SÖKÜMÜ- YIKIMI ÇALIŞMALARINDA YAPISAL ATIK YÖNETİMİ

Yapı sökülmesi ve yıkımı, değerlendirme ve analiz çalışmalarının, yönetim eylem adımlarının ve planlamalarının çalışma öncesinde yapılması ve bu planlamaların çalışma sürecinde doğru bir biçimde uygulanması gereken disiplinler arası çalışmaları içeren işlemlerdir. Yapıların sökülmesi ve yıkımları yapının tümünü kapsayabilirken yapıda belirlenen bir bölümün sökülmesi ya da yıkımı yapılabilir.

Yapıların,

- Ömrünü tamamlaması,
- Yenileme,
- Afet riski taşıması,
- Kentsel dönüşüm,
- Gereksinimleri karşılayamaması,
- Hasar görmüş olması,
- Çevreye olumsuz etkilerde bulunması,
- Yapının bir bölümünün yapıdan ayrıştırılmak istenmesi,
- Kentsel standartların değişmesi,
- Kullanıcı değişikliği,
- Yapının alandaki işlevini tamamlaması

vb. gibi nedenlerle sökülmesi – yıkımı yapılabilir.

Yapı sökülmesi ya da yıkımı yapım sürecinin tersine işlemekte olan tüm yapının ürünlerinin sökülmesinin ya da yıkımının yapıldığı oldukça fazla miktarda ve farklı türlerde yapısal atık üretiminin gerçekleştiği yapı yaşam sürecinin bir aşamasıdır. Bu büyük miktarlardaki ve farklı türlerdeki yapısal atığın uygun teknik ve yöntem kullanımı ile yönetilmesi gerekmektedir. Ayrıca yapı sökülmesi – yıkımı çalışmasının başında çalışmanın hedefleri, eylem adımları ve yöntemleri belirlenmelidir.

Yapıların sökülmesi – yıkım çalışmaları ve bu süreçteki yapısal atık yönetimi;

- Sökülmesi – yıkım öncesi,
- Sökülmesi – yıkım anı,

- Söküm – yıkım sonrası

olmak üzere 3 aşamada ele alınmalıdır.

Yapıların söküm – yıkım öncesi aşaması tüm değerlendirme ve analizlerin yapıldığı, planlamaların oluşturulduğu ve çalışmanın güvenli bir biçimde yürütülebilmesi için önlemlerin alındığı, söküm – yıkım aşaması planlamaların ve yöntemlerin doğru bir biçimde gerçekleştirildiği, söküm – yıkım sonrası aşaması ise yapısal atıkların planlamalarda belirtildiği biçimlerde değerlendirildiği ve alanın çalışma sonrasındaki hedefe uygun duruma getirilmesi işlemlerini kapsamaktadır.

Yapı söküm – yıkım çalışmalarında yapısal atık yönetiminin uygun koşullarda gerçekleştirilebilmesi için önerilen eylem adımları rehber çalışması Tablo 5’de verilmiştir. Bölüm 4. 1, 4. 2 ve 4. 3 ‘te önerilen çalışmanın eylem adımları ayrıntılı bir biçimde incelenmiştir.

4.1 Yapı Sökümü – Yıkımı Öncesi Aşamasında Yapısal Atık Yönetimi

Yapılar belirtildiği gibi birçok nedenle sökülebilir ya da yıkılabilir. Ancak yapı hangi nedenden kaynaklı olarak sökülecek ya da yıkılacak olursa olsun her yapının sökümü – yıkımı kendi özelinde değerlendirilmesi gereken bir durumdur. Yapı sökümü ya da yıkımı eylem planı, uygulanacak teknik, teknoloji yapıya özgü ve söküm – yıkım hedefine göre biçimlendirilmelidir. Her yapı aynı eylem planı, aynı teknik ve teknoloji ile sökülemez ya da yıkılamaz. Bu nedenle yapı söküm – yıkım çalışması öncesinde yapı çevresinde ve yapı bünyesinde gerekli analiz çalışmaları ve ön planlamalar yapılmalıdır. Bu analiz çalışmaları ve ön planlamalar sonrasında eylem planı, eylem adımları belirlenmeli ve gerekli değerlendirmeler yapılmalıdır.

4.1.1 Alan çalışması ve yapısal atık belirleme süreci

Yapıların yıkım – söküm süreçleri yapının hangi neden ile sökümü ya da yıkımı yapılıyor olursa olsun yapı sahibinin ya da belirli kurumların yapı yaşam sürecini sonlandırma kararı alması ile başlamaktadır. Yapı sahibi ya da sorumlu kurumların bu kararı almasının ardından çalışmayı gerçekleştirecek yüklenici belirlenmelidir. Yüklenicinin belirlenmesinin ardından yapı içerisinde yaşam sürmesi durumunda yapının boşaltılması gerekmektedir. Yapının boşaltılmasının ardından yüklenici ve/veya yapı sahibi tarafından çalışmaları gerçekleştirecek ekipler belirlenmelidir.

4.1.1.1 Ekiplerin belirlenmesi

Yapı söküm – yıkım çalışması sürecinde görev alacak ekiplerin belirlenmesi önemlidir ve bu süreçte yükleniciye ve/veya yapı sahibine oldukça büyük sorumluluklar düşmektedir.

Yapı söküm yıkım süreci öncesinde **yapı sahibine;**

- Yapıya ilişkin ilk çizim ve planlarının elde edilmesi,
- Mühendislik hesaplamaları ve raporları,
- Söküm ya da yıkım öncesi son durum planlarının elde edilmesi,
- Yapının tarihsel kullanım bilgisi,
- Yapının kentsel tesisat sistemleriyle ilişkisi,
- Çalışmayı gerçekleştirecek yapı sökümü ve yıkımı konusunda uzmanlaşmış yüklenici seçimi

vb. gibi sorumluluklar düşmektedir [21].

Yapı sökümü – yıkımı çalışmasında yüklenicinin;

- Çalışmanın analizlerinin ve değerlendirmelerinin doğru bir biçimde yapılması,
- Çalışmanın değerlendirmelerinin doğru bir biçimde yapılması,
- Çalışmada alınacak yönetim ve yöntem kararlarının çalışmaya uygun bir biçimde yapılması,
- Alınan yöntem, yönetim ve planlamaların uygun koşullarda gerçekleştirildiğinin denetlenmesi,
- Var olan sistem sorunlarının belirlenmesi ve kayıt altına alınması,
- Çalışma sırasında çevre, sağlık ve güvenlik önlemlerinin alınması,
- Çalışma için uygun ekiplerin, kaynakların, makine ve donanımların sağlanması,
- Var olan tehlikeli atıkların kontrolü ve kayıt altına alınması,
- Tehlike içeren çalışma ve çalışma alanlarının belirlenerek önlemlerin alınması,
- Çalışma planlamalarının, yönetim kararlarının yerel yönetimlere sunumu, onaylarının alınması ve çalışma süresince yerel yönetimle uyumlu bir çalışma gerçekleştirilmesi,

- Yapı yakın çevresini çalışma konusunda bilgilendirmesi,
- Çalışanların eğitilmesi ve gerekli özel durumlar için bilinçlendirilmesi,
- Çalışmanın planlamalarının yapı ve yapı çevresine uygun biçimlerde gerçekleştirilmesinin sağlanması,
- Çalışma sonucunda oluşan yapısal atıkların doğru bir biçimde yönetilmesinin sağlanması,

vb. gibi sorumlulukları bulunmaktadır. Yapı sökümü ve yıkımında yüklenici;

- Taşıyıcı sistem değerlendirme,
- Mimari değerlendirme,
- Yapısal atık belirleme,
- Yapı sökümü – yıkımı planlama ve uygulama,
- Yapısal atık yönetimi,
- Tehlikeli atık yönetimi,
- Yapısal atık işleme ve depolama,
- İş sağlığı ve güvenliği,
- Çevre sağlığı ve güvenliği

ekiplerini bünyesinde barındırması gerekmektedir. Yapı sökümü ve yıkımı çalışmalarında yüklenici bünyesinde bulunması gereken ekipler çalışmanın boyutuna, türüne ve karar verilen plan ve yöntemlere göre çalışmaya eklenirler. Bu ekiplerden taşıyıcı sistem değerlendirme ekibi yapının var olan durumunda yapının çalışma için taşıyıcı sisteminin gerekli koşulları sağlayıp sağlamadığının kontrolünü ve taşıyıcı sistem elemanlarının belirlenmesinde görev almaktadır.

Mimari değerlendirme ekibi, yapı içerisinde mekânsal analizlerin yapılmasını sağlayan ekiptir. Yapısal atık belirleme ekibi yapıda söküm ya da yıkım öncesinde yapıda var olan ürünlerin belirlenmesini ve yapısal atıkların değerlendirme, işleme durumları konusunda yapısal atık yönetimi ekibine gerekli verileri sağlayan ve kayıt altına alan ekiptir. Yapısal atık yönetimi ekibi yapı bünyesinde bulunan ve söküm – yıkım sonrasında oluşacak atıkların yönetsel kararlarını veren ekiptir. Tehlikeli atık yönetim ekibi yapısal atık belirleme ekibinin belirlediği yapı bünyesinde bulunan işaretlenmiş tehlikeli atıkların uygun koşullarda sökümünün ve yok edilmesinden sorumlu olan ekiptir. Yapı söküm – yıkım ekibi, söküm – yıkım çalışmalarının uygun

koşullarda gerçekleşmesi için doğru planlama adımlarını oluşturan ve belirlenen adımların doğru bir biçimde gerçekleştirilmesini sağlayan ekiptir. İş sağlığı ve güvenliği ve çevre sağlığı ve güvenliği ekipleri ise yapının sökülünde ya da yıkımında görev alan çalışanların, yapı çevresinde yaşamını sürdüren kişilerin ve yakın çevredeki yapıların çalışmalardan olumsuz bir biçimde etkilenmesini engellenmesi konusunda gereken önlemleri almakla sorumlu ekiptir.

4.1.1.2 Çevresel etki değerlendirme ve yapı çevresi analizi

Çevresel etki değerlendirme ve yapı çevresi analizi yapı sökülüm – yıkım yöntemlerinin ve yapısal atık yönetimi kararlarının oluşturulmasında önemli girdiler oluşturacak bir çalışmadır. Çevre etki değerlendirme ve yapı çevresi analizi, gerçekleştirilmesi planlanan çalışmaların yapı yakın çevresine olabilecek etkilerinin belirlenmesi, olumsuz yöndeki etkilerin önlenmesi ya da en düşük düzeye indirgenmesi ve seçilen yerin olanaklarının belirlenerek değerlendirilmesi çalışmalarını içermektedir. Çalışmanın, çevre üzerindeki önemli etkilerinin belirlendiği ön hazırlık sürecidir. Bu çalışma, kendi başına bir karar verme süreci değildir; karar verme süreci ile birlikte gelişen ve planlama sürecini destekleyen bir süreçtir [22]. Günümüzde Türkiye’de çevresel etki değerlendirme analizi yapıların sökülüm – yıkım çalışmalarında uygulanan bir sistem değildir. Ancak yapı sökülüm ve yıkım çalışmaları buldukları çevreyi olumsuz yönde etkileyebilen eylemler olmalarından kaynaklı olarak bu çalışmalarda eylemlerin oluşturabileceği çevre etkileri analiz edilmelidir.

Çevresel etki değerlendirmesi ve yapı çevresi analizinin amacı; ekonomik ve sosyal gelişmeye engel olmaksızın, çevre değerlerini, olumsuz çalışmalar karşısında korumak, planlanan eylemlerin yol açabileceği bütün olumsuz çevresel etkilerin önceden belirlenip, gerekli önlemlerin alınmasını sağlamaktır [22]. Ayrıca çevresel etki değerlendirme ve yapı çevresi analizi sürecinde çalışmanın yapılacağı alanın yakın çevresinde yaşamını sürdüren ve komşuluk ilişkisi bulunan kişiler çalışmanın boyutu ve etkileri konusunda bilgilendirilmesi gerekmektedir.

Yapı sökülümü ve yıkımı çalışmaları sürecinde çevresel etki değerlendirme yapı çevresi analizinde;

- Yapının kent, ilçe, mahalle, yapı adası, içerisindeki konumu ve durumu
- Yapı ile yapısal atık değerlendirme tesisleri arasındaki uzaklık
- Yapı çevresi yaya ve araç trafiği durumu

- Yapının komşuluk ilişkisi ve çevresindeki yapılara olan uzaklığı
- Yapı çevresindeki boş alan ve çalışma için kullanılabilir alan boyutu
- Yapının bulunduğu alanın egemen rüzgar yönü ve iklimsel verileri
- Yapı çevresi kentsel tesisat (su, kanalizasyon, elektrik ve doğalgaz) sistemlerinin yerlerinin belirlenmesi
- Yapı çevresinde tehlikeli madde bulunup bulunmadığı
- Yapının sınırları içerisinde bulunduğu belediyenin yapı çalışmaları kuralları ve sınırlılıklar

vb. gibi durumlar önemsenmeli ve analiz edilmelidir.

4.1.1.3 Yapı analizi

Yapı analizi, yapının mimari, taşıyıcı sistem ve yapısal atık belirleme çalışmalarından gelen bilgilerden oluşan yapıyı bütüncül olarak ele alan bir değerlendirme sistemidir. Yapının analiz bilgileri yapının söküm – yıkım yöntemi ve yapıda söküm – yıkım sonrası oluşacak yapısal atıkların yönetimi kararlarının verilmesinde ve yapının içerisinde yapılacak çalışmalarda çalışanların ve çevredeki yapı ve insanların süreçten olumsuz bir biçimde etkilenmemesi için gerekli önlemlerin alınabilmesinde bir altlık oluşturacağı düşünülmektedir. Bu bilgilerle birlikte ortaya konulan yönetim kararlarının daha verimli olacağı ve çevrenin bu çalışmalardan daha az etkileneceği varsayılmaktadır.

Bu değerlendirmelerden elde edilen verilerle oluşturulan alan planlaması ile birlikte çalışanların, yakın çevrede yaşayan insanların ve yakın çevredeki yapıların çalışmadan olumsuz bir biçimde etkilenmesinin önüne geçilebileceği düşünülmektedir.

Taşıyıcı Sistem Değerlendirmesi

Taşıyıcı sistem değerlendirmesi, yapı analizinde öncelikle yapılması gereken çalışmadır. Yapı analizinde taşıyıcı sistem değerlendirilmesindeki amaç yapının çalışma için güvenli bir ortam sunup sunmadığı, yapının taşıyıcı sistemindeki zayıflıkların tanımlanması, inceleme yapılan bölgedeki zayıf yapıların ve ayrıntılı inceleme gerektiren bölümlerin belirlenmesi ile çalışmalar sürecinde uygulanacak tekniklerde kullanılacak ve dahil edilecek taşıyıcı sistem elemanlarının belirlenmesidir [23].

Taşıyıcı sistem değerlendirmesi gözleme dayalı belirleme ve ayrıntılı belirleme yöntemleri ile yapılmalıdır. Yapı yıkımında ya da yapı sökümünde yapının yapı analizi

ve diğer çalışmalara güvenli bir ortam sağlayıp sağlamadığı ilk olarak gözleme dayalı yöntemlerle belirlenebilir. Gözleme dayalı belirleme yöntemi uzman kişiler tarafından yapılması gereken, görsel verilerin değerlendirildiği, az sürede ve düşük maliyetli bir yöntemdir[. Gözleme dayalı belirleme sürecinde yapılan incelemelerde; yapı tanımı, kat adedi, işlevi, boyutları, taşıyıcı sistem türü, varsa müdahaleler, var olan hasarlar gibi bilgiler toplanarak yapı fotoğrafları çekilir ve yapının mevcut durumu belgelenir. Ayrıntılı belirleme gözleme dayalı belirleme yöntemleri ile yapının içerisinde çalışmalara olanak sağladığı onaylanmasının ardından yapı içerisinde yapının sistemine uygun yöntemlerle gerçekleştirilir. Ayrıntılı belirleme çalışmasında yapı taşıyıcı sisteminin türüne göre yapıya ilişkin sayısal modeller, laboratuvar modelleri ile alanda tahribatsız, az tahribatlı ve tahribatlı testler yapılabilir [23].

Taşıyıcı sistem değerlendirilmesi sürecinde yapı taşıyıcı sisteminde,

- Taşıyıcı sistem türü,
- Önceden herhangi bir afette zarar görüp görmediği,
- Herhangi bir farklı taşıyıcı sistem ya da yapıya dayanıp dayanmadığı,
- Kolonlarda, temelde, döşemelerde ya da kirişlerde hasar ve/veya deformasyon olup olmadığı,
- Sistemin bütünlüğü,
- Duvarların var olan durumu,
- Söküm ya da yıkım yönteminde kullanılacak taşıyıcı sistem elemanları belirlenmeli ve değerlendirilmelidir [21].

Bu testlerin yapılmasının ardından taşıyıcı sistem değerlendirmesi oluşturulur ve bu değerlendirmelerde oluşan analizler yapı sökümü ya da yıkımında yönetim kararlarına veri oluşturmaktadır.

Mimari Değerlendirme

Yapılar yaşam süreçleri içerisinde içinde yaşamlarını sürdüren insan ve diğer canlıların etkisiyle birçok değişime uğrar ve yapılar çoğu zaman ilk yapıldıkları durumlarından farklı bir duruma dönüşürler. Bu nedenle söküm ya da yıkım yapılacak yapılarda var olan durumunun çalışma öncesinde araştırılması ve değerlendirilmesi gerekmektedir. Söküm ya da yıkım öncesinde mutlaka yapı içerisinde çalışmanın daha güvenli bir biçimde yapılabilmesi için mimari değerlendirme çalışması ile mekânsal durumunun incelenmesi, kayıt altına alınması ve değerlendirilmesinin yapılması

gerekmektedir.

Mimari değerlendirme,

- Uygulama projesi bulunmayan yapılarda gereken ölçümlerin yapılarak rölöve projeleri çizilmeli ve var olan durum ortaya konmalı,
- Uygulama projesi bulunan yapıların var olan durum ile karşılaştırılması yapılmalı ve tarihsel süreçteki değişiklikleri belirlenmeli,
- Mekânların değerlendirmesi yapılmalı,
- Yapı içerisinde çalışmanın yapılacağı noktalarda çalışanlar için risk oluşturabilecek bölgeler belirlenmeli,
- Yapının tarihi ya da anıtsal değeri olup olmadığı belirlenmeli,
- Kontrolsüz düşebilecek, uçabilecek yapısal atık ya da nesne belirlenmesi yapılmalı,
- Oluşabilecek toz, gürültü ve titreşim durumları belirlenmesi vb. gibi çalışmalarla incelenmelidir.

Yapısal Atık Belirleme

Yapısal atık belirleme çalışması yapı içerisinde güvenli bir çalışma ortamı sunması ve içerisinde insan sağlığını önemli derecede olumsuz yönde etkileyecek tehlikeli ya da zararlı bir durum barındırmaması durumunda sökülmesi ya da yıkımı yapılacak her yapıda yapısal atık yönetiminin doğru adımlarla uygulanabilmesi için yapılması gerekmektedir. Yapısal atık belirleme çalışması yapı sökümü – yıkımı çalışmalarında önlenecek, yeniden kullanılacak, geri dönüştürülecek ve yok edilecek ürünlerin söküm – yıkım öncesinde durum değerlendirmesi hakkında bilgi verir[. Yapısal atık belirleme çalışması yapısal atık yönetim adımlarının ve yapı sökümü – yıkım yöntemlerinin karar verilmesinde önemli bir altlık ve bilgi kaynağı oluşturmaktadır. Bu değerlendirme sürecinde yapısal atıkların fiziksel ve ekonomik potansiyel olmak üzere iki ayrı sistem ile değerlendirilmelidir [24].

Yapısal atık belirleme değerlendirmesi

- Yapısal Atık Belirleme Çalışması
- Yapı Ürünleri Bütüncül Bilgi Dosyasının Oluşturulması olmak üzere iki aşamalı süreçten oluşmaktadır.

Yapısal Atık Belirleme Çalışması

Yapısal atık belirleme çalışması ile yapıda kullanılmış ürünlerin her birinin belirlenmesi ve tanımlanması hedeflenmektedir. Yapısal atık belirleme çalışması yapı taşıyıcı sisteminin ya da diğer ürünlerin sökülmesi ya da yıkılması sürecini yapısal atık yönetimi açısından daha verimli duruma getirmektedir. Bu çalışma yapı sökümü ya da yapı yıkımı sürecinde açığa çıkacak yapısal atığın boyutunun, yapıda bulunan tehlikeli atıkların, yapı ürünlerinin söküm – yıkım yöntemlerinin belirlenmesi, yapılacak takvim ve planlama çalışmalarının oluşturulması, yapısal atık yönetim kararlarının verilmesi, yapılacak çalışmaları gerçekleştirecek çalışanların sayısının belirlenmesi ve tüm gerekli planlamalar konusunda önemli bir çalışmadır. Yapısal atık belirleme çalışması uzman kişiler tarafından gerçekleştirilmesi gerekmektedir.

Yapısal atık belirleme çalışması;

- Görsel ve ürünlere zarar vermeden
- Gizli katmanlarda bulunan ürünler için ürüne özel yöntemlerle etkide bulunarak gerçekleştirilebilir [24].

Yapısal atık belirleme çalışması için yapısal atık belirleme formu önerisi Tablo 5’de belirtilmiştir. Ancak sökümü ya da yıkımı yapılacak olan yapının özel durumlarına göre formda değişiklik ya da geliştirme çalışmaları yapılabilir. Ayrıca yapısal atık belirleme formunda ürünün var olan durumunun belirlenmesinin yanında ürün bilgi formu çalışmasını gerçekleştiren çalışanların ürünle doğrudan ilişki kurmalarından kaynaklı olarak söküm – yıkım ve yapısal atık yönetim kararlarına önerilerde bulunmaları gerekmektedir.

Tablo 5: Yapısal Atık Belirleme Formu

YAPISAL ATIK BELİRLEME FORMU	
1.	TANIMLAMA
1.a.	Ürünün Bulunduğu Mekân
1.b.	Ürünün İlişkili Olduğu Mekanlar
1.c.	Ürün Adı
1.d.	Ürün Numarası
...	...
2.	ÜRÜN ÖZELLİKLERİ
2.a.	Bileşenler
2.a.1.	Ürün Parça Sayısı
2.a.2.	Ürün Ekipmanları
2.b.	Oluşum
2.b.1	İçerdiği Malzemeler
2.b.2	Malzeme Durumu
2.b.3	Renk
2.b.4.	Kaplaması
2.c.	Boyut
2.c.1.	Uzunluk
2.c.2.	Genişlik
2.c.3.	Yükseklik
2.c.4.	Alanı
...	...
3.	ÜRÜNÜN TEHLİKELİLİK DURUMU
3.a.	İçerdiği Tehlikeli Maddeler
3.b.	Ürünün Tehlikelilik Durumu
3.b.1	Tehlikelilik Özelliği
3.b.2	Sağlık ve Vücuda Giriş Özelliği
3.c.	Tehlikeli Maddeler İçin Önlemler
3.d.	Etkilenim Sonrası İlk Yardım
...	...
4.	FİZİKSEL TEHLİKELİLİK DURUMU
4.a	Tehlikeli Olan Ürünler
4.b.	Tehlikeye Karşı Alınması Gereken Önlemler
...	...
5.	SÖKÜM – YIKIM YÖNTEMİ
5.a.	Söküm – Yıkım Yöntemi
5.b.	Kullanılacak Araçlar
...	...

Tablo 6: Yapısal Atık Belirleme Formu (Devam)

6.	İŞLEME	
6.a.	Uygulanacak İşlemler	
...	...	
7.	DEPOLAMA	
7.a.	Depolama Yeri	
7.b.	Depolama Yöntemi	
...	...	
8.	DEĞERLENDİRME YÖNTEMİ	
8.a.	Yeniden Kullanım	
8.b.	İkincil Kullanım	
8.c.	Geri Dönüşüm	
8.d.	Yok Etme	
...	...	

Yapı Ürünleri Bütüncül Bilgi Dosyası

Yapısal atık belirleme formu ile yapı içerisinde bulunan tüm ürünlerin belirlenmesi, ürünün söküm ya da yıkım yöntemi ve yapısal atık yönetimine yönelik önerilerin oluşturulmasının ardından bu bilgiler yapı ürünleri bütüncül bilgi dosyası içerisinde birleştirilir. Bu dosya yapının söküm ve yıkım çalışmaları ve söküm – yıkım sonrası yapısal atık yönetimi kararlarının verilmesi çalışmalarında bütüncül ve tüm çalışmalara destek sağlayan bütüncül bir bilgi kaynağıdır. Yapı ürünleri bütüncül bilgi dosyasının oluşturulmasının ardından dosya yapı analizi kaynağına eklenmelidir. Yapı ürünleri bütüncül bilgi dosyası önerisi Tablo 6’da belirtildiği biçimlerde ya da çalışma yapılacak yapıya uygun duruma getirilerek, yapının çatı, son kat, diğer katlar ve temel bölümü biçiminde gruplandırılarak oluşturulmalıdır.

Tablo 7: Yapı Söküm – Yıkım Çalışmaları Yapı Ürünleri Bütüncül Bilgi Dosyası

Yapı Söküm - Yıkım Çalışmaları Yapı Ürünleri Bütüncül Bilgi Dosyası																
Yapı Tanımı:																
1.ÇATI – ÇATI TÜRÜ (Beşik- Kıрма vb. gibi) [Çalışma Sırasına Göre (En Üst Elemandan- Temele)]																
1.a.Çati Taşıyıcı Sistemi:																
Ürün Numarası	Yapı Elemanı	Mekan Numarası	İlişkili Olduğu Mekan	Uzunluğu	Genişliği	Yüksekliği	Alanı	Hacmi	Miktarı	Malzemesi	Kaplaması	Tehlikelilik Durumu	Söküm - Yıkım Yöntemi	İşleme Tekniği	Depolama Tekniği	Değerlendirme Yöntemi
...																
...																
...																
1.b. Çati Kaplama Ürünleri																
Ürün Numarası	Yapı Elemanı	Mekan Numarası	İlişkili Olduğu Mekan	Uzunluğu	Genişliği	Yüksekliği	Alanı	Hacmi	Miktarı	Malzemesi	Kaplaması	Tehlikelilik Durumu	Söküm - Yıkım Yöntemi	İşleme Tekniği	Depolama Tekniği	Değerlendirme Yöntemi
...																
...																
...																
1.c. Çati Yalıtımları																
Ürün Numarası	Yapı Elemanı	Mekan Numarası	İlişkili Olduğu Mekan	Uzunluğu	Genişliği	Yüksekliği	Alanı	Hacmi	Miktarı	Malzemesi	Kaplaması	Tehlikelilik Durumu	Söküm - Yıkım Yöntemi	İşleme Tekniği	Depolama Tekniği	Değerlendirme Yöntemi
...																
...																
...																
1.d. Çati Altı Döşemesi																
Ürün Numarası	Yapı Elemanı	Mekan Numarası	İlişkili Olduğu Mekan	Uzunluğu	Genişliği	Yüksekliği	Alanı	Hacmi	Miktarı	Malzemesi	Kaplaması	Tehlikelilik Durumu	Söküm - Yıkım Yöntemi	İşleme Tekniği	Depolama Tekniği	Değerlendirme Yöntemi
...																
...																
...																

Tablo 8: Yapı Söküm – Yıkım Çalışmaları Yapı Ürünleri Bütüncül Bilgi Dosyası (Devam)

Yapı Söküm - Yıkım Çalışmaları Yapı Ürünleri Bütüncül Bilgi Dosyası																
Yapı Tanımı:																
2. SON KAT																
2.a. Duvar Ürünleri																
Ürün Numarası	Yapı Elemanı	Mekan Numarası	İlişkili Olduğu Mekan	Uzunluğu	Genişliği	Yüksekliği	Alanı	Hacmi	Miktarı	Malzemesi	Kaplaması	Tehlikelilik Durumu	Söküm - Yıkım Yöntemi	İşleme Tekniği	Depolama Tekniği	Değerlendirme Yöntemi
...																
...																
2.b. .Merdiven																
Ürün Numarası	Yapı Elemanı	Mekan Numarası	İlişkili Olduğu Mekan	Uzunluğu	Genişliği	Yüksekliği	Alanı	Hacmi	Miktarı	Malzemesi	Kaplaması	Tehlikelilik Durumu	Söküm - Yıkım Yöntemi	İşleme Tekniği	Depolama Tekniği	Değerlendirme Yöntemi
...																
...																
2.c. Döşeme Ürünleri																
Ürün Numarası	Yapı Elemanı	Mekan Numarası	İlişkili Olduğu Mekan	Uzunluğu	Genişliği	Yüksekliği	Alanı	Hacmi	Miktarı	Malzemesi	Kaplaması	Tehlikelilik Durumu	Söküm - Yıkım Yöntemi	İşleme Tekniği	Depolama Tekniği	Değerlendirme Yöntemi
...																
...																
2.d. Kat Doğramaları																
Ürün Numarası	Yapı Elemanı	Mekan Numarası	İlişkili Olduğu Mekan	Uzunluğu	Genişliği	Yüksekliği	Alanı	Hacmi	Miktarı	Malzemesi	Kaplaması	Tehlikelilik Durumu	Söküm - Yıkım Yöntemi	İşleme Tekniği	Depolama Tekniği	Değerlendirme Yöntemi
...																
...																
2.e. Kat Sabit Mobilyaları																
Ürün Numarası	Yapı Elemanı	Mekan Numarası	İlişkili Olduğu Mekan	Uzunluğu	Genişliği	Yüksekliği	Alanı	Hacmi	Miktarı	Malzemesi	Kaplaması	Tehlikelilik Durumu	Söküm - Yıkım Yöntemi	İşleme Tekniği	Depolama Tekniği	Değerlendirme Yöntemi
...																
...																

Yapının mimari, taşıyıcı sistem ve yapısal atık belirleme değerlendirmelerinin oluşturulması ile birlikte yapının analizi süreci tamamlanmış olur. Oluşturulan yapı analizi, yöntem ve yönetim kararlarının oluşturulacağı aşamaya aktarılır. Eğer yöntem ve yönetim kararlarını verecek ekiplerin gerekli duyduğu ve yapı analizinde eksiklik bulunan konular olması durumunda yapı analizi ekipleri yöntem ve yönetim kararlarını verecek ekibin istekleri doğrultusunda eksiklikleri tamamlaması gerekmektedir.

4.1.2 Yapı sökümü – yıkımı kararları

Yapıların yaşam süreçlerinin sonunda tarihi ya da anıtsal değer gibi özellikleri taşımadığı durumlarda, alanda yeni bir yapının yapılması, alanın yeşil alana dönüştürülmesi ya da boş olarak bırakılması hedeflendiğinde sökülmeleri ya da yıkılmaları gerekmektedir.

Dil Derneği Sözlüğünde;

“Söküm: Bir şeyi bulunduğu yerden kuvvet kullanarak ya da gevşeterek çıkarmak, çekip ayırma ya da kurulmuş bir şeyi parçalarına ayırma işlemi”

“Yıkım: Kurulu bir şeyi parçalayarak dağıtma; bozma, tahrip etme işlemi”olarak tanımlanmaktadır [25].

Yapı sökümü yapı ürünlerinin geri kazanıma uygun bir biçimde, zarar vermeden yapıdan ayrıştırılması işlemi iken yapı yıkımı yapının istemli bir biçimde imha endüstrisi ve işlemi sistemidir [26]. Yapı sökümü yeniden kullanılabilir ürün miktarını üst düzeylere çıkarmayı amaçlayan yapı sisteminin, yapının sağladığı olanaklar düzeyinde alt sistemlerine ayrıldığı işlemidir. Yapı yıkımı ise yapı sökümünün tersine yapıyı yerle bir duruma getirerek yapı ürünlerinin yeniden kullanılabilirliğini azaltan ve yok edilmesi gereken ürün miktarını artmasına neden olan bir işlemidir [24].

Yapıların sökülme ve yıkım çalışmalarında;

- Doğru planlama ile çalışmanın uygun koşullarda yapılması,
- Söküm – yıkım çalışmasının çevre, insan sağlığı ve güvenliğine olumsuz etkilerde bulunmadan gerçekleştirilmesi,

- Söküm – yıkım çalışmasında oluşabilecek atık miktarının önleme ile düşük düzeylerde tutulması,
- Çalışmalar sonucunda oluşan atıklardan yüksek düzeyde geri kazanım sağlanması, Çalışmanın olabildiğince az kaynak kullanımı ve düşük maliyetlerle tamamlanması, Çalışmanın kısa sürede bitirilmesi,
- Alanın yeni hedefe uygun koşullarda bırakılması hedeflenmelidir [27].

Yapıların sökülmesi ya da yıkılması süreçlerinde çalışmanın yöntemine, çevresel etmenlere, yapının yapım türlerine, söküm – yıkım nedenlerine, işlevlerine, çalışma öncesi yapının var olan durumuna, yapılarında barındırdıkları yönetilecek yapısal atıkların niteliğine göre karar verilmektedir. Yapıların yaşam süreçlerini tamamladıkları durumda yapı sahibinin yapının sökülmesine ya da yıkımına karar vermesi sonrasında yapıda gerekli taşıyıcı sistem, mimari ve yapısal atık belirleme değerlendirmelerinin yapılmasının ardından oluşan bilgilerle yapının söküm – yıkım yöntemine karar verilmektedir. Yapıların sökülmesinde ya da yıkımında kullanılan üç yöntem bulunmaktadır.

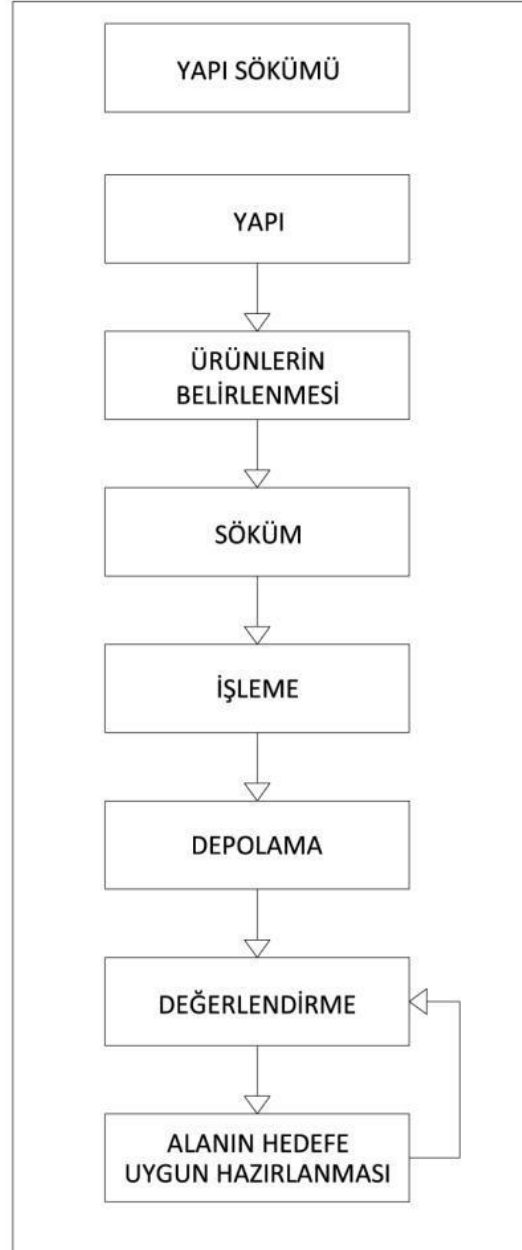
Bunlar;

- Yapının Sökümü,
- Yapının Yıkımı,
- Yapının Bölümsel Sökümlü Yıkımı olarak sıralanabilir.

Yapı Sökümü

Yapı sökümü, yapıyı çevrenin bir sistematik içerisinde, yapı ürünlerinin büyük oranda kurtarılarak yeniden kullanımına ve geri dönüşümüne olanak sağladığı yapı sisteminin alt sistemlerine ayrıştırıldığı süreçtir [28]. Yapı sökümü işlemi çalışan odaklı ve mekanik donanımların oldukça az kullanıldığı, sökülen ürünlerin öncelikle yeniden kullanıldığı, yeniden kullanılamayan ürünlerin geri dönüşümüne olanak sağlayan bir yöntemdir [24]. Yapı sökümü, yapıda var olan ürünlerin uygun tekniklerle sökülmesi ve sökülen ürünlerin değerlendirilmesi diğer yöntemlere oranla daha verimli ve nitelikli olması nedeniyle yapısal atık yönetiminde öncelikli tercih edilmesi gereken seçenektir [24]. Ancak yapı sökümünün, çalışan odaklı bir eylem olması, yapı sökümünde kullanılan araç, teknik ve donanımların gelişmemiş olması, yapı sökümünü destekleyecek bilimsel çalışmaların yapılmaması, kanun ve yönetmeliklerin yapı sökümünü destekleyecek nitelikte olmaması, tasarımcıların yapı sökümüne gereken özeni ve dikkati göstermemesi yapı sökümünün gelişmemesine neden

olmaktadır [29]. Yapı sökümüyle yeniden kullanılabilir ve geri dönüşebilen ürün miktarının artışı ile birlikte doğal kaynakların ve enerjinin korunumu artar, kurtarılan ürünler ekonomiye yarar sağlar, yapım işlerinde yapı sökümünden gelen geri beslemelerle birlikte yapısal atık bilinç düzeyi yükselir, tehlikeli atıkların yönetiminde daha bilinçli çözümler geliştirilebilir [30]. Yapı sökümü süreci sonrasında yapısal atık yönetimi genel hatları ile Şekil 10'de gösterilmiştir.



Şekil 11: Yapı Sökümü Sonrası Yapısal Atık Yönetimi [31]

Yapı sökümünün yapısal atık yönetiminde verimlilik sağlamanın yanında çevresel, tarihi, sosyal ve ekonomik yararları bulunmaktadır [24]. Bu yararlar yapı sökümünün diğer yöntemlere oranla daha etkin bir yöntem olmasında önemli rol oynamaktadır.



Şekil 12: Yapı Sökümü [32]

Yapı Sökümünün Çevresel Yararları

Yapı sökümü, yapısal atıkların geri kazanımına oldukça fazla miktarda olanak sağlaması nedeniyle toprakta depolama alanlarında yok edilen miktarı azaltmaktadır [24]. Böylece, yapısal atık depolama alanları ve çevresi korunmakta ve kısa sürede doluma ulaşımının önüne geçilmektedir. Yapı sökümü ile birlikte yapısal atıkların çevreye olumsuz etkileri ve yeni ürün üretiminde doğal kaynak kullanımı ve ulaşım kaynaklı kirlilikler azalmaktadır. Ayrıca yapı sökümü, tehlikeli atıkların yönetimi için oldukça uygun bir yöntem olması ve tehlikeli yapısal atıkların çevre kirliliğine neden olmadan yönetimine olanak sağlaması nedeniyle çevre açısından olumlu bir yöntemdir.

Tarihi/ Anıtsal Yapılarda Yapı Sökümünün Yararları

Tarihi ya da anıtsal yapılar çoğunlukla geçmiş dönemlerin teknik ve teknolojilerinin kullanıldığı ve özel el işçiliği ile yapılmış tarihi değeri yüksek ürünleri barındırır. Tarihi ya da anıtsal yapılar kamu yararı taşımaları ya da hasar almış olmaları durumunda sökülerek yeniden üretilebilirler. Yapı sökümü bu tarihi değeri yüksek ürünlerin daha uygun koşullarda yapıdan parçalara ayrılarak yok olmadan korunmasını ve yapının yeniden üretimi sürecinde ürünlerin yeniden kullanımlarına olanak sağlamaktadır [24].

Yapı Sökümünün Sosyal Yararları

Yapı sökümünün yapı sektöründe farklı çalışma alanları oluşturulmasında önemli etkisi vardır. Yapı sökümü, deneyimi bulunmayan ya da düşük nitelikli çalışanlar için uygun bir çalışma alanıdır ve yapı sökümü çalışmasında yapıyı oluşturan alt sistemlerin tek tek sökümünün yapılmasından kaynaklı olarak yapı sökümünde görev alan bir çalışan hem yapının söküm süreci hem de yapım süreci konularında bilgilenmekte ve bilinçlenmektedir [24]. Ayrıca yapı sökümü çalışmasında yer alan çalışanlar sadece söküm yöntemleri üzerine değil sökümü yapılan ürünler konusunda da uzmanlaşmaktadırlar.

Yapı Sökümünün Ekonomik Yararları

Yapı sökümü oldukça yüksek düzeylerde geri kazanıma olanak sağlaması nedeniyle ulaşım ve yapısal atık yok etme maliyetlerini düşürmekte ve depolama alanlarının sayısının artmasını önlemektedir. Geri kazanımın artması ile birlikte yeni ürün satın alımını, yeni hammadde ve yeni enerji kullanımını azaltmaktadır. Geri kazanılan ürünlerin satışıyla ve geri kazanım tesisleri gibi yeni çalışma alanlarının oluşturulmasıyla ekonomiye katkı sağlanmaktadır. Ayrıca yapı sökümü, değerlendirme seçeneklerini nedeniyle kısa süreçte düşünülmeyen ama uzun süreçte çevrede oluşan kirlilikle mücadele maliyetlerini oldukça düşük düzeylere indirmektedir [24].

Yapı Sökümünün ve Yapı Sökümünde Yapısal Atık Yönetiminin Engelleri[19]

1.Eğitim ve Algı Engelleri

- Tasarımcı, yönetici ve yüklenici tutumu “ Yeni en iyisidir”
- Teknik eleman eğitiminde yapı sökümüne yer verilmemesi
- Yapı sökümü üzerine çalışmaların ve araştırmaların az olması
- Yapı sökümü uygulamasında bilgi ve araç eksikliği
- Geri kazanımı sorunlu olan ürünlerin kullanımının artması

2. Ekonomik Engeller

- Düşük hammadde maliyetleri
- Düşük depolama maliyetleri
- Nitelikli işgücü maliyetlerinin yüksek olması
- Yapı sökümünün ilk maliyetlerinin yüksek olması

3. Yapım ve Yıkım Endüstrisi

- Yapım ve yıkım endüstrisinin kontrolsüz olması
- Yapısal atık yönetiminde gerekli iletişim eksikliği
- Yıkım endüstrisindeki düşük kar payı
- Yapı sökümünün yararlarının anlaşılammış olması

4. Eğilim

- Yönetmeliklerin ürün kullanımında geri kazanılmış ürünlerin kullanımına yönlendirmemesi
- Yeniden kullanılabilir ürünlerin derecelendirme sisteminin bulunmaması

5. Yasal Düzenlemeler

- Yasal düzenlemelerde yapısal atık önlenmesine yönelik maddelerin bulunmaması
- Yasal düzenlemelerde çevresel sorumluluklarla ilgili düzenlemelerdeki eksiklikler
- Çevre ve atık ölçümlerindeki eksiklikler

- Yasal düzenlemelerde zorunlulukların eksikliği

Yapı ürünlerinin yapıdan sökülmesi sırasında kullanılan birçok farklı, yöntem, araç ve teknik vardır. Bu tekniklerin bazıları kolaylıkla uygulanabilirken, bazı teknik ve araçların söküm sürecinde kullanımlarında sorunlarla karşılaşılabilir. Bu sorunların çözümünde ise var olan araç, yöntem ve donanımlarla alana ve duruma özgü çözümlerin üretilmesi gerekmektedir.

Yapı sökümü çalışması yapının yapım sürecinin tersi olarak nitelendirilebilir ve yapı sökümünde yapının boşaltılmasının ardından yapıda var olan ürünlere göre aşağıda belirtilen sıraya göre gerçekleştirilir.

Yapı sökümü çalışması;

- Banyo, mutfak ve sabit mobilya donanımlarının sökümü,
- Armatür ve vitrifiye ürünlerin sökümü,
- Panjur, jaluzi ve stor sistemlerinin sökümü,
- Aydınlatma sistemlerinin sökümü,
- Isıtma, havalandırma ve iklimlendirme sistemlerinin sökümü,
- Yürüyen merdiven ve asansörlerin sökümü,
- Doğramaların sökümü,
- Cephe ürünlerinin sökümü,
- Yalıtım ürünlerinin sökümü,
- Çatı sisteminin sökümü,
- Küpeşte korkuluk sistemlerinin sökümü,
- Tavan kaplamalarının sökümü,
- Döşeme kaplamalarının sökümü,
- Duvar kaplamalarının sökümü,
- Tesisat sistemlerinin sökümü,
- Duvarların sökümü,
- Taşıyıcı sistemin sökümü

biçiminde sırasıyla gerçekleştirilmelidir.



Şekil 13: Yapı Sökümü [33]

Kapılar, pencereler, dolaplar, raflar, cihazlar, havalandırma sistemleri, tesisat sistemleri, sıcak su, kazan sistemleri vb. gibi sabit ürünler ve çatı taşıyıcı sistemleri, çatı kaplamaları, baca ürünleri, oluklar vb. gibi çatı ürünleri el aletleri ile iş gücü yoğun söküm yöntemi ile sökülürler. Dış duvarlar, iç duvarlar, iskelet sistem ürünleri, baca sistemleri, duvar kaplamaları vb. gibi duvar ürünleri ve döşeme ürünleri el aletleri ve mekanik donanımlar ile iş gücü yoğun yöntemlerle sökümü yapılır. Özel durumlara göre değerlendirilen ürünler ise ürüne uygun yöntem kullanımı ile sökümü gerçekleştirilir.



Şekil 14: Çatı Sökümü [34]

Yapının tümü bir sistemdir ve bu sistem birçok alt sistemin bir araya gelmesi ile oluşmaktadır. Yapı sökümü; yapının alt sistemlerine ayrıştırılması işlemidir. Ancak bazı yapı alt sistemleri kendi alt sistemlerine yeniden kullanılmak üzere ayrıştırılamazlar. Yığma, ahşap iskelet, çelik iskelet, prefabrike ve ön yapımlı betonarme sistemler gibi ayrıştırılabilir sistemlerde yapı sökümü kolaylıkla uygulanabilirken özellikle betonarme gibi yerinde üretilen sistemlerin alt sistemlerine ayrıştırılması olanaklı değildir. Ahşap yığma ve ahşap iskelet sisteme sahip yapılarda taşıyıcı sistem dışındaki tüm ürünlerin sökümü yapılmasının ardından ahşabın birleşim ayrıntılarına göre söküm teknikleri belirlenir.

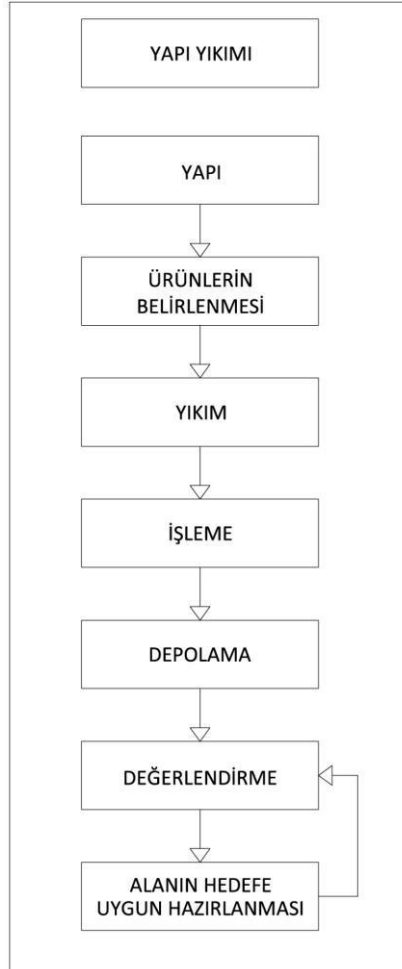
Çelik yapılarda taşıyıcı sistem dışındaki tüm ürünlerin sökümü yapılmasının ardından çelik elemanın yangın direnimsizliği ürünü var ise o ürün sökülür ve ardından çelik taşıyıcı sistemin üretim sistemine uygun donanımlarla sökümü yapılır [35]. Yığma yapılarda ise yapının üretim ayrıntılarına uygun söküm teknikleri belirlenerek çalışma gerçekleştirilir.

Yapı Yıkımı

Yapının var olan durumunda yapısal atıkların geri kazanımı önemsenmeden yapıyı dağıtma, bozma ve tahrip etme işlemidir. Yapı yıkımı ağırlıklı olarak mekanik donanımların ve kimyevi maddelerin kullanıldığı, çalışma sonrası yapısal atıkların oldukça karıştığı, genellikle yapısal atıkların geri dönüşüm ve yok edilme seçenekleri ile değerlendirildiği yöntemdir [24]. Yapının yıkımı sırasında yapı ürünleri uygun

koşullarda yapıdan ayrıştırılmadığından ve mekanik donanım ağırlıklı çalışmalarla işlem yapıldığından kaynaklı olarak açığa çıkan yapısal atıklar ya da ürünlerin yeniden kullanımları neredeyse olanaksızdır. Yıkımda tehlikeli ve kirletici maddeler konusunda özen gösterilmemesi nedeniyle yıkım sonucu oluşan yapısal atıklar çeşitli nedenlerle kirlenmektedir [36]. Yıkım atıklarının kirlenmiş olması yıkım atıklarının geri dönüşümünü zor duruma getirmektedir.

Yapım sürecinde ürünler birbirine bağlayıcılar ya da birleştirici ayrıntılar ile bağlanmıştır ve bu atıklar söküm ile ayrıştırılmadığı durumlarda yıkım sonrasında yapısal atık durumunda ayrıştırmak oldukça zordur, zaman alan bir işlemdir ve maliyetlidir [4]. Yapı yıkımında yapısal atık yönetimi genel hatları ile Şekil 14'deki gibidir.



Şekil 15: Yapı Yıkımı Sonrasında Yapısal Atık Yönetimi [31]

Yapı yıkımı birçok farklı yöntemle yapılabilir. Yapı yıkımında kullanılan yöntemler konveksiyonel ve yeni yöntemler olarak ikiye ayrılmaktadır.

İnsan Gücü ile Yıkım

İnsan gücü ile yıkım genellikle yapı sökümü ile paralel olarak insan odaklı bir çalışma ile gerçekleştirilen yıkım tekniğidir. İnsan gücü ile yıkım tekniği el aletlerinin kullanıldığı ve insan odaklı bir yöntem olmasından kaynaklı olarak oldukça yavaş ilerleyen bir süreçtir . Bu yöntem genel olarak çalışanın enerjisi kullanılarak yürütülse de büyük boyutlu yapı elemanları ve yapı ürünlerinin güvenli bir biçimde zemin kotuna indirilebilmesi için mekanik araçlardan da yardım alınabilir. Yapı taşıyıcı sistemi çalışanların güvenli bir biçimde çalışmasına olanak sağlamıyorsa yapı dıştan ek sistemlerle desteklenmeli, yapı iskelesi ya da hareketli sistemlerle çalışanlara güvenli bir ortam sağlanmalıdır. İnsan gücü ile yıkım aynı zamanda mekanik araçların kullanılacağı yıkım yöntemlerinde yüksek katlı olan ve yıkılacak olan katlara mekanik araçların yetişemediği yapılarda kullanılan bir tekniktir. Bu teknik diğer yıkım tekniklerine oranla daha uzun sürede gerçekleştirilen bir çalışma olmasına karşın yapısal atıkların daha az zarar gördüğü, diğer yöntemlere göre daha kontrollü ve güvenli bir yıkım tekniğidir. İnsan gücü ile yıkım tekniği yapının üst katlarından başlanarak temele doğru işleyen bir sırayla gerçekleştirilmelidir [21]. Elle yıkım tekniğinde yapıda can güvenliğinin korunması önemli bir durum olması nedeniyle yıkım sonucu oluşan yapısal atıklar kat döşemelerinde bekletilmemelidir ve kaydırak şaftları yardımıyla zemin kotuna indirilmelidir [37].

Çekme Tekniği ile Yıkım

Çekme tekniği ile yıkımda taşıyıcı sistem uzmanları tarafından çalışmada kullanılacak taşıyıcı sistem elemanlarının taşıyıcı sistem değerlendirmesi sürecinde belirlenmesi gerekmektedir. Planlanmış çökertme tekniklerinden biridir ve belirlenmiş taşıyıcı sistem elemanları çalışma öncesinde oluşturulmuş deliklerden ya da eleman çevrelerinden bağlanır [21]. Bu halatlar ortak bir noktada buluşturulur ve bu ortak noktadan sistem bir araç tarafından çekilir ve sistem çökertilir. Çekme yöntemi genellikle, ayrık nizamlı yapılarda ahşap taşıyıcı sistemli yapılarda, köprülerde, büyük bacalarda, direklerde ve kule yapılarının yıkımında etkili bir tekniktir [37].

Çekme tekniğın uygulandığı yapılar da aşağıda belirtilen önlemler alınmalıdır [21].

- Çelik halatların çapı en az 16mm olmalıdır ve halatların güvenlik durumu sürekli denetlenmelidir.
- Çekici görevde olan araç alan içerisinde güvenli bir noktada konumlandırılmalıdır.
- Çekme işlemleri sırasında çalışma alanının boş olup olmadığı denetlenmelidir.
- Çekici araç operatörleri, çalışanlar ve yapı çevresi kopma riski bulunan halatlar için gerekli donanımlarla koruma altına alınmalıdır.
- Çekim sürecinde taşıyıcı sistem kolonlarının burkulma riski göz önünde bulundurulmalıdır.

Çekme tekniği ile yıkım yapının yerle bir edildiği ve bünyesinde bulundurduğu yapısal atıklara yapının ağır yükünün etkidiği ve yapısal atıkların oldukça fazla olumsuz etkilendiği bir tekniktir.

Darbe ile Yıkım

Darbe ile yıkım tekniği oldukça farklı araçlarla ve sistemlerle gerçekleştirilebilen bir tekniktir. Bu sistemlerden ilki yıkım güllesinin kullanıldığı tekniktir. Yıkım güllesi tekniği 500 – 5000 kg arasından değişen dökme demir ya da çelikten yapılmış bir güllenin bir araç yardımıyla kullanımı ile yapılan yıkım tekniğidir. Bu yıkım tekniğinde gülle salınım ya da serbest düşüş biçiminde bina ile karşılaşmaktadır. Bu teknikte mühendislik hesapları kullanılarak güllenin salınım ya da düşüşü kontrol altında tutulmalıdır. Yıkım güllesi ile güvenli ve denetimli bir yıkım yapılabilmesi için yapı çevresinde yeterli büyüklükte güvenlik mesafesi bulunması gereklidir. Yıkım güllesi oldukça büyük miktarda yapısal atık oluşumuna neden olan ve çevreye saçılan yapısal atıkların tehlike oluşturma riski yüksek düzeyde olan bir işlemdir. Oluşturduğu gürültü, toz ve titreşim nedeniyle oldukça sorunlu ve genellikle tercih edilmeyen bir tekniktir. Bu sistem genellikle yığma yapılarda, beton ve betonarme yapılarda kullanılmaktadır [38].



Şekil 16: Gülle ile Yıkım [39]

Yıkım güllesinin kullanıldığı yıkımlarda aşağıda belirtilen önlemlerin alınması gerekmektedir [21].

- Yıkım güllesinin kullanıldığı yıkımlarda bomun açısı yatayla 60 dereceden fazla olmamalıdır.
- Gülleyi kontrol eden aracın ağırlığı güllelerin ağırlığını yönetebilecek boyutta olmalıdır.
- Salınım süreleri dışında gülle kontrol altında tutulmalıdır.
- Vinç operatörleri eğitilmiş ve tecrübeli olmalıdır.
- Yıkımı yapılan bina uzunluğunun yarısı kadar mesafede başka yapı var ise bu teknik kesinlikle kullanılmamalıdır.
- Çalışma sürecinde çevre yapıların, yakın çevrede yaşayan insanların ve çalışanların sağlık ve güvenlik koşullarına dikkat edilmelidir.

Darbe ile yıkım tekniklerinden bir diğeri ise itici kollu vinçlerin kullanıldığı çalışmalardır. Hidrolik sistemler ile çalışan ekskavatör ya da yükleyici araçlara gerekli donanımların eklenmesi ile yapı elemanlarına basınç uygulanarak elemanların birleşim noktalarının yıpratılmasıyla gerçekleştirilen yıkım işlemidir [37]. İtici kol tekniğinde yapı araçtan gelen yatay bir güç ile kademeli olarak yıkılmaktadır. Araca yerleştirilen özel donanım yapı elemanına etki ettirilir ve aracın ileri yönlü hareketi ile

yapının yıkımı sağlanmış olur [21].

İtici kol tekniği ile yıkım yapılırken aşağıda belirtilen önlemlerin alınması gerekmektedir [21].

- Gerekli güvenlik önlemleri alınmalıdır ve bina içerisinde boş olduğundan emin olunmalıdır.
- Bitişik nizamda bulunan yapılar var ise bu yöntem uygulanmadan önce yapı elle yıkım yöntemi ile komşu yapılardan ayrılmalıdır.
- Eğer araç yapı yüksekliği için uygun değilse ya yapı boyu diğer yöntemlerle azaltılır ya da aracın bir yığın üzerine çıkartılması sağlanarak gereken yükseklik elde edilir.

Çekiçleme ile Yıkım

Çekiçleme yöntemi nitelikli donanıma sahip araçların yapı üzerinde tekrarlayan çekiçleme etkileriyle yapının yıkılmasında kullanılan etkili bir yöntemdir. Çekiçleme yönteminin uygulanmasında hidrolik ve pnömatik sistemli araçlar kullanılmaktadır. Bu teknik genellikle tuğla ve taş yığma, betonarme ve beton yapılarda kullanılmaktadır [38]. Çekiçleme tekniği ile yıkım yapı çevresinde güvenli olan kat sayısı kadar mesafe olan, yıkım işlemini gerçekleştiren aracın bomunun yetişebileceği yükseklikte olan, hidrolik ve pnömatik araçların çalışabileceği yeterli yakın çevreyesahip yapılarda tercih edilir [40].

Bu teknikte taşıyıcı sistemdeki kilit elemanlar taşıyıcı sistem değerlendirmesi sonucunda belirlenir. Belirlenen elemanlarda yıpratılma ile kırılma noktaları oluşturularak yıkım gerçekleştirilmektedir. Çekiçleme ile yıkım tekniğinde yüksek erişimli araçlar kullanılmakta ve yıkım en üst kattan başlayarak temele doğru giden bir sıralamayı izlemektedir. Çekiçleme tekniğinde son dönemlerde yüksek menzilli ekskavatörlerin kullanımı oldukça yaygınlaşmıştır. Yüksek menzilli ekskavatörler 19 – 50 metre kol uzunluğuna sahip çok katlı ya da yüksek yapılarda güvenli bir yıkıma olanak veren araçlardır [21].

Yüksek menzilli araçlarla yıkım yapılırken aşağıda belirtilen önlemlerin alınması gerekmektedir [21].

- Araçlar üretici yönlendirmesine göre kullanılmalıdır.
- Araçların kol boylarının uzun olmasından kaynaklı olarak devrilme riski göz önünde bulundurulmalıdır.
- Araç çalışma alanı güvenlik planlamaları kapsamında belirtilen noktalardan çalıştırılmalıdır.
- Araç büyük boyutlu atık düşmesine karşı gerekli donanıma sahip olmalıdır.
- Araçların donanımları güvenlik sorunları nedeniyle sürekli denetlenmelidir.

Yüksek erişimli araçlarla yıkım yapılırken yapının çatı altı döşemesinden başlanarak kirişler uçlarından, kolonlar alt başlarından ve döşemeler belirli noktalardan kırılır [40]. Her katta aynı işlem uygulanır ve kırılan elemanları diğer elemanlara zarar vermeden zemin kotuna indirilerek işlem tamamlanır.

Zayıflatılmış Noktalara Yüklenme Tekniği ile Yıkım

Zayıflatılmış noktalara yüklenme yönteminde çeşitli mekanik araçlarla yapı elemanlarının önceden zayıflatılmış noktalarına belirli kuvvetlerin uygulanması ile yapı sisteminden ayrıştırılması işlemidir ve tekniğin uygulanmasında ekskavatörler, makas ve ahtapot sistemli araçlar kullanılmaktadır. Zayıflatılmış noktalara yüklenme tekniği tutabilme ve kırıcı boma sahip araçların yapı elemanlarını kavrayarak ya da darbe ile kırarak bağlantı yerlerinden koparılması tekniğidir [37]. Bu teknik özellikle yangın riski bulunan ya da kesme şaloması kullanılmayacak yerlerde ve her türlü yapı sisteminde kullanılabilen bir tekniktir [37]. Zayıflatılmış noktalara yüklenme tekniği yapı elemanlarının makaslı vinçler ya da hilti ekskavatörler ile kırılması ve ahtapotlu vinçler yardımıyla zemine indirilmesi, depolanması ve değerlendirilecekleri noktalara ulaştıracak araçlara yüklenmesi işlemlerini kapsayan bir süreçtir [21].



Şekil 17: Yıkım Aracı [41].

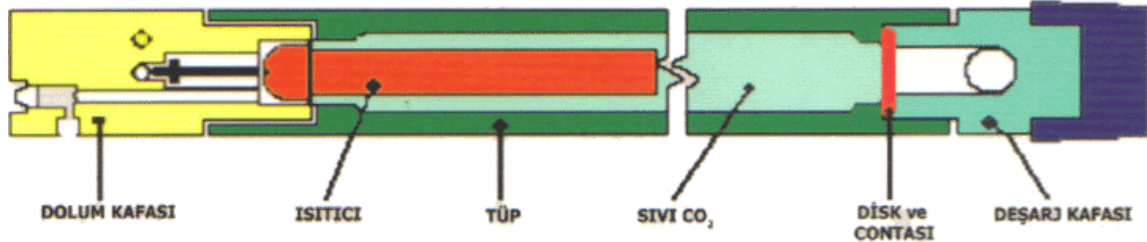
Tabla Çökertme Tekniği ile Yıkım

Tabla çökertmeli yıkımda yapıda taşıyıcı sistem değerlendirmesi sırasında uzmanlar tarafından yapılan çalışma ile yapı döşemelerinin çökmesini sağlayacak kilit kolonlardan hangisinin kırılacağı ya da kesileceğinin belirlenmesi, bu elemanların kesimi ve kırılması işlemleriyle döşemelerin çökertilmesi sürecini kapsamaktadır. Bu teknik genellikle çevreden bağımsız ya da kontrol ile güvenliğin sağlanabildiği köprü, depo, baca ve 15 metreden yüksek olmayan binalar için uygun bir seçenektir [21]. Bu teknik uygulanmadan önce çalışma alanı planlaması sürecinde mutlaka yıkımın etki alanı çapı, göçük alanı belirlenmeli ve oluşabilecek etkilere uygun gerekli önlemler alınmalıdır.

Genişletme Tekniği ile Yıkım

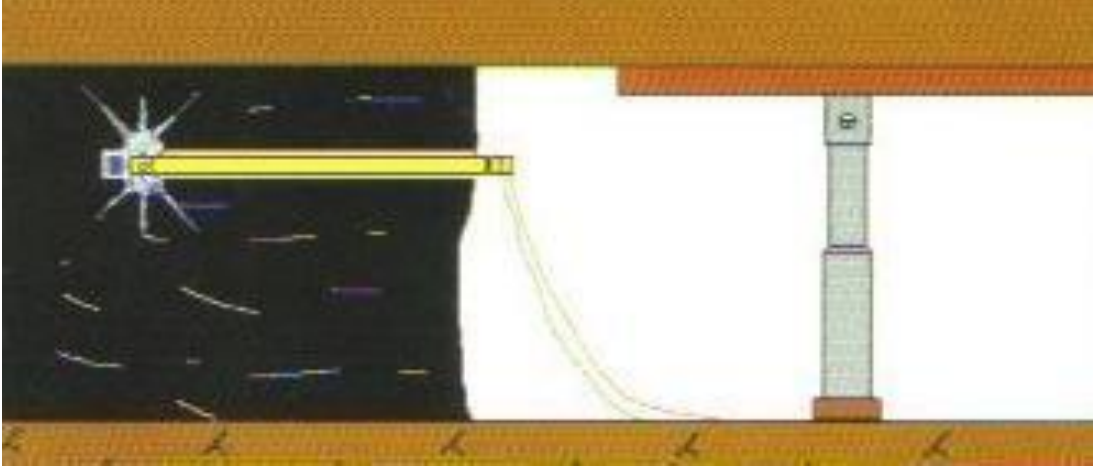
Genişletme tekniğinde krikolar, kimyasal genişletici maddeler, yüksek basınçlı su, basınçlı gaz kullanılmaktadır. Kriko ile yıkım uygulamasında betonarme taşıyıcı elemanlar arasına yerleştirilen hidrolik krikonun genişletilmesi yardımıyla gerçekleştirilen bir yıkım işlemidir [35]. Kimyasal genişletici maddelerle yapılan yıkımlarda ise taşıyıcı sistem elemanının işlem öncesinde belirli noktalarında boşluklar oluşturulması ve bu boşlukların kururken genişleyen kimyasal maddelerle doldurulması uygulamasıdır. Bu kimyasal maddelerden en sık kullanılanı bristor maddesidir. Bristorun su ile karıştırılmasının ardından eleman içerisinde açılmış olan bir boşluğa

çapı 35 – 51 mm arasında olan bir enjeksiyon aracı yardımıyla enjekte edilir [38]. Bu karışımın enjekte edilen boşluk içerisinde 24 – 72 saat arasında kuruması beklenir ve kuruma sonucunda karışım yapı elemanına 30 – 40 MPa düzeyinde basınç uygulayarak kırılma sağlar [38]. Bu işlem yapının diğer elemanlarına da uygulanır ve işlem tamamlanmış olur.



Şekil 18: Cardox Sistemi [42]

Basıncılı patlatma, taşıyıcı sistem değerlendirme sürecinde yapının taşıyıcı sistem elemanlarında belirlenen noktalarda boşluklar oluşturulması ve ardından o boşluklarda su ya da gaz basıncı oluşturularak yapılan yıkım tekniğidir. Gaz basıncı ile patlatma yönteminde tank içerisinde bulunan karbondioksit gaz durumuna geçirilir ve yapı elemanı içerisinde önceden oluşturulmuş bir boşluk içinde karbondioksit gazı yardımıyla bir basınç oluşturulur ve elemanın kırılması sağlanır [38]. Gaz basıncı ile patlatma işleminde Cardox yaygın olarak kullanılan bir sistemdir. Cardox sistemi basınca dayanıklı çelik tüp, içinde bir ısıtıcı ve kırılma diskinden oluşur. Dolu kafası üzerinde bulunan bağlantı kablosu girişleri aracılığı ile enerji uygulandığında, ısıtıcı 1170 derecelik bir sıcaklığa ulaşarak sıvı karbondioksiti 600 kat genişletir [42]. Oluşan basınç kırılma diskini kırarak, gazın deşarj kafasında bulunan deliklerden aniden çıkmasına neden olur. Ortaya çıkan basınç, yaklaşık 3000 bar olmaktadır ve bu işlem milisaniyede gerçekleşmektedir [42].



Şekil 19: Cardox Sistemi Uygulaması [42]

Aşındırıcı Teknikler ile Yıkım

Aşındırıcı tekniklerin kullanıldığı yıkım çalışmalarında taşıyıcı sistem elemanlarının aşındırma ve çeşitli araçlarla kesim yöntemi ile daha küçük parçalara ayrılması sağlanmaktadır [38]. Aşındırma tekniklerinden yaygın olarak kullanılan aşındırıcı basınçlı sıvı tekniği ile 3 -5 mm çapında bir başlıktan, aşındırıcı akışkanın ve sıvının basınçla yapı elemanına uygulanarak yıkım işlemidir [35]. Oldukça gürültülü bir uygulama olmasından kaynaklı olarak mutlaka gereken önlemler alınmalıdır [35].



Şekil 20: Su Jeti ile Betonarme Yapı Yıkımı [43]

Isıl Kesim Tekniği ile Yıkım

Isıl kesim tekniğinde dört ayrı kesim aracı kullanılmaktadır.

Kesim Şaloması: Oksijen ve yanıcı gaz yardımıyla yapılan kesim işlemidir. Yanıcı gazın türü ayrıştırılma yapılacak elemanın kesitine göre değişmektedir. Bu yöntem demir ve çelik sistemlerin ayrıştırılmasında uygun bir tekniktir [38].

Tozlu Kesim Şaloması: Tozlu kesim şalomasının ucu alüminyum, demir tozu ya da ikisinin karışımı bir toz ile desteklenmektedir. Bu sistem oksijen, yanıcı gaz ve hava basınçlı toz ile çalışmaktadır [38].

Tozlu Kesim Borusu: Tozlu kesim borusu, tozlu kesim şalomasına benzemektedir. Bu aracın 3 metre uzunluğunda ve 6, 9, 12 mm çapında bir boruda oksijen ve toz (demir ya da alüminyum) – hava karışımı ile birleşmesi ile yapılan kesimdir [38].

Plazmalı Kesim Şaloması: Plazma elektriksel iletken bir gazdır. Elektrik enerjisi helyum ve argon gibi iyonize mono-atomik asal gazlar ile desteklenmektedir. Oksijen ve yanıcı gazlardan farklı olarak yanmaz. Tozlu kesim şalomasına göre 4 kat daha verimli bir sistemdir ve çelik, alüminyum ve bakır kesiminde kullanılabilir. Sistem ucu kesilmiş bir aletten çıkan eriyik yardımıyla çalışır [38].

Patlayıcı Maddeler ile Yıkım

Birçok farklı türde, kendilerine özgü özellikleri olan, yıkım çalışmalarında kullanılacak patlayıcı maddeler bulunmaktadır. Bu yöntemde patlama basıncı kullanılmaktadır ve bu basınç yaklaşık olarak 10.000 – 50.000 MPa arasındadır [38]. Bu yöntemle yapı çökmesi çok fazla kontrol altında değildir ve diğer yıkım teknikleri ve yöntemleri ile karşılaştırıldığında oldukça tehlikeli bir seçenektir. Kazaların oluşma riski oldukça yüksek olduğundan bu yöntemin kullanılacağı yeterli boyutta alana gereksinim vardır. Patlatma ile yıkım tekniği genellikle yüksek yapıların yıkılmasında çalışmayı kolaylaştırıcı, maliyeti ve çalışma süresini oldukça azaltan bir yıkım tekniğidir ve ahşap iskelet ve yığma yapılar dışındaki tüm yapı türlerinde kullanılabilir [21]. Patlatma tekniği mutlaka gerekli uzmanların gözetiminde gerçekleştirilmesi gereken bir çalışmadır. Çevresel etki değerlendirme analizinde mutlaka oluşabilecek ek hasarlar ve çevre riskleri göz önünde bulundurulmalı ve gereken önlemler alınmalıdır.



Şekil 21: Patlatmalı Yıkım [44]

Patlatmalı bir yıkım planlanıyorsa; yıkım sırasında etrafa saçılacak atıkların çevreye zararı, toz ve uçuşan parçacıklar, yapısal atıkların yayılma çapı, trafik, yaya ve çevre kontrolü mutlaka düşünülmesi ve çalışma öncesinde önlemlerinin alınması gerekmektedir [21].

Patlayıcı maddelerle yıkım yapılırken alınması gereken önlemler aşağıda belirtilmiştir [21].

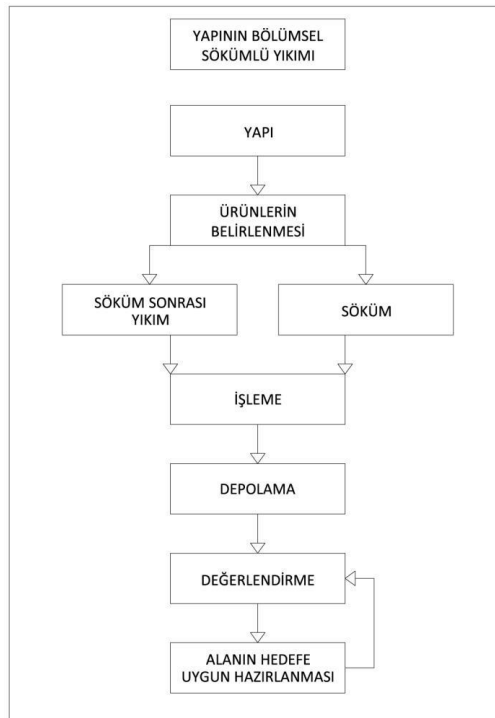
- Mutlaka çalışma kamu tarafından yetkilendirilmiş, uzman ekiplerce yapılmalıdır.
- Bir yıkım planı oluşturulmalıdır.
- Aşındırma yapılacak taşıyıcı sistem elemanları taşıyıcı sistem değerlendirmesinde belirlenmelidir.
- Patlatma sonucu etrafa saçılacak yapısal atıklar için gerekli önlemler alınmalıdır.
- Gerekli izinler alınmalı, yetkililer ve yakın çevrede yaşayanlar durumdan haberdar edilmelidir.
- Patlatma öncesinde mutlaka itfaiye ekibi çalışma alanında yerini almalıdır.
- Patlatma ile yapı yakın çevresi durumdan olumsuz etkileneceğinden çalışma alanı mutlaka sınırlandırılmalı ve patlatma sırasında alanda güvenlik riski nedeniyle insan ya da hayvan bulunup bulunmadığı denetlenmelidir.

Patlatma tekniğinin en etkili seçeneği yapının içe patlatma ile çökertilmesidir. İçe patlatma tekniği ile harcanan ana zamanı oluşturan hazırlanma süresi ve patlatma sonrası atıkların temizlenmesi süresi toplam yıkım süresini yaklaşık olarak %80 düzeyinde azaltmaktadır [21].

Yapı yıkımında kullanılan birçok farklı teknik vardır. Yukarıda belirtilen yöntemler ve diğer yöntemler kullanılan donanımlar, uygun olan çalışmalar, hazırlık – işlemler ve yöntemlerin olumlu ve olumsuz yönleri biçiminde tablo durumuna getirilmiştir.

Yapının Bölümsel Sökümlü Yıkımı

Yapının bölümsel sökümlü yıkımı yöntemi hem yapı sökümü yöntemlerini hem de yapı yıkımı yöntemlerini içerisinde barındıran, yapının analizleri sonucu belirlenen yapının belirli bölümlerinin sökülmesi ve sökülemeyecek durumda olan elemanlarının ise yıkım yöntemleri ile ortadan kaldırıldığı yöntemdir. Bu yöntemde yapıda çalışmalar ilk olarak sökülecek ürünlerin yapıdan ayrıştırılması ile başlar. Söküm işleminin tamamlanmasının ardından yapının sökülemeyecek bölümlerinin yıkım yöntemleri ile bozum işlemi uygulanır. Bölümsel sökümlü yıkım yöntemi özellikle tamamı sökülemeyen ancak bünyesinde birçok yararlı ürünü bulunduran yapılarda oldukça etkili bir yöntemdir. Yapı sökümüne oranla daha az ürünün geri kazanımı sağlanmasına karşın yapı yıkımına oranla yapısal atık yönetiminde oldukça etkin bir yöntemdir.



Şekil 22: Yapının Bölümsel Sökümlü Yıkımı

Yapı sökümü ve yapının bölümsel sökümlü yıkımı, yapı yıkımına alternatif olarak çevre dostu, geri kazanımın yüksek düzeylerde olduğu yöntemlerdir [45]. Yapı sökümü sonrasında yapısal ürünlerinin yeniden kullanım olasılıkları oldukça yüksek düzeylerde, bölümsel sökümlü yıkımda ise orta düzeyde ve yapı yıkımlarında ise oldukça düşük düzeydedir.

Yapı sökümü yönteminin uygulanması sonrası oluşan yapısal atıkların değerlendirme seçeneklerine uygunluğu nedeniyle toprakta depolanan yapısal atık boyutu azalır, yeniden kullanım ve geri dönüşüm ile sürdürülebilir ekonomiye destek sağlar, yapısal atıkların geri dönüşümünü kolaylaştırır ve çevre sağlığını korur. Ancak yapı sökümü yöntemi, yapının söküme uygun tasarlanmaması, yapı ürünlerinin söküme uygun seçilmemesi, sökümün daha fazla zaman alması, maliyetin oldukça fazla artması gibi durumlarda yapının bölümsel sökümlü yıkımı ya da yıkımı tercih edilir [29].

4.1.3 Çalışma alanının planlanması ve önlemler

Yapıların sökümü ya da yıkımları yapılırken çalışmanın boyutuna uygun olarak, yapının çevresel etki değerlendirme ve yapı analizinden, yapının söküm ya da yıkım kararlarından gelen veriler değerlendirilerek çalışma alanı planlanır. Alanın, yapılacak işin, emniyetli bir biçimde zamanında, anlaşmalara uygun olarak yapılması ve bitirilmesini sağlamak için koşullara uygun olarak planlanması gerekmektedir [46]. Söküm – yıkım alanının planlanması ile yapılacak çalışma kısa sürede, en az işçilik ve enerji kaybı ile tamamlanabilmelidir ve çalışma alanı dolaşım, taşıma, depolama, çevre ve güvenlik sorunlarını en aza indirilecek biçimde planlanmalıdır. Bu nedenle gerek araç gerekse depolama yerlerinin, işin yöntemine uygun biçimde yürütülmesi için çalışmanın sırasına göre düzenlenmesi gerekmektedir [46]. Çalışma alanının planlamasını gerekli olan bilgilerin elde edilmesinin ardından çevre güvenliği ve sağlığı ekibi tarafından gerçekleştirilmelidir.

Çalışma alanı planlaması,

- Çalışmanın gereksinimlerinin belirlenmesi,
- Çalışma alanında yapılacak çalışmaların sıralamasının oluşturulması,
- Alanın olanaklarının belirlenmesi,

- Alanın olanakları ve gereksinimlerin karşılaştırılması,
- Gereksinimlere uygun çözümler getirilmesi,
- Alan içerisinde işleme, depolama, araç giriş çıkışı, araç ve çalışan çalışma alanlarının yerlerinin belirlenmesi,
- Çalışma alanının yerleşim planının oluşturulması,
- Çalışma alanının güvenlik önlemleri oluşturulması vb. gibi çalışmaları içermelidir.

Yapı sökümü ya da yıkımı çalışmalarının yapım çalışmalarına göre daha farklı çalışma alanı planlamaları gerektirir. Çalışma alanının olanakları çevresel etki değerlendirme analizi sonucunda oluşturulur. Analizlerin yapılması ve yönetim kararlarının belirlenmesi ile oluşan gereksinimlerle birlikte alan olanakları ve gereksinimler karşılaştırılarak planlamalar oluşturulmalıdır. Bu planlamalar çerçevesinde belirlenen gereksinimlere uygun çözümler getirilmelidir.

Yapı sökümü ve yıkımı çalışmalarında alan planlanmasında

- Araç çalışma ve geçiş alanları,
- Çalışanların çalışma ve geçiş alanları,
- Yapısal atıkların temizleme, parçalara ayırma alanı,
- Yapısal atıkların ayrıştırılma alanı,
- Geri kazanılacak ya da yok edilecek ürünlerin geçici depolandığı konteynır alanları,
- Aynı alanda yeniden kullanılacak ürünlerin kalıcı depolandığı alanlar,
- Çalışanların gereksinimleri için kullanacakları alanlar ve geçici yapı alanları,
- Yapı çevresi yaklaşma güvenlik sınır alanları vb. gibi alanlar çalışmanın boyutuna uygun biçimlerde planlanır.

Yapı sökümü ve yıkımı çalışmalarında yapısal atık yönetimi önemli bir sorun olarak alan planlamasını etkilemektedir. Bu planlamada yapısal atıkların söküm ya da yıkım sonrasında temizleme, parçalara ayırma, ayrıştırma, onarım, geçici depolama, kalıcı depolama vb. gibi çalışmaların yapılabileceği alanlara gereksinim duyulmaktadır. Bu alanların planlanmasında açığa çıkan yapısal atığın yapılacak işlemlerden olumsuz etki görerek geri kazanıma elverişsiz duruma gelmemesi için uygun koşulların planlama ile sağlanması gerekmektedir. Yapısal atık belirleme çalışması sonucundan gelen bilgilerde söküm ya da yıkım sonrası oluşabilecek yapısal atığın işleme ve depolama koşulları

seçenekleri oluşturulur ve planlamalar bu bilgiler doğrultusunda yönlendirilmelidir. Çalışma alanının planlanmasında önemli olan bir diğer konu ise çalışanların, çalışma araçlarının, yakın çevredeki yapıların, yapının çevresini herhangi bir amaçla kullanan insanların, yapı çevresindeki yolların ve yolları kullanan araçların güvenliğidir. Çalışma alanında güvenlik sorunlarının oluşmaması için gerekli önlemler alınmalıdır.

Önlemlerin alınması

Alanda öncelikli alınması gereken önlem yapının içindeki ve etrafındaki gaz, su ve elektrik bağlantılarını kesilmesidir. Özellikle kazı işlerinin yapılacağı çalışmalarda çevredeki alt yapı sistemleri belirlenmeli ve gerekli önlemler alınmalıdır. Çalışma sırasında kullanılması gereken tesisat sistemleri gerekli koruyucu sistemler ile kontrol altına alınmalıdır.

Söküm – yıkım alanlarının planlanmasında önlem alınması gereken diğer bir konu ise oldukça büyük boyutlarda olan çalışma araçlarının alan içi ve alan dışı yönlendirilmesi ile trafik sorunudur. Özellikle insan ve araç trafiğinin olduğu bölgelerde geçiş yolları ile çalışma alanı arasında gerekli önlemler alınmalıdır. Çalışma alanı çıkışlarında gerekli önlem işaretlemeleri trafik konusunda uzman bir kişi ile kordineli bir biçimde yapılmalıdır. Araçların alan içindeki hareket yerleri ve durak noktaları belirlenmelidir.

Çalışanların çalışma alanı içerisinde kullanacakları geçiş alanları belirlenmelidir. Yapı alanı içindeki tehlikeli kısımları açıkça sınırlandırılmalıdır ve buralara görünür biçimde yazılmış uyarı levhaları konulmalıdır. Çalışma alanı gün ışığından yararlanamadığı durumlarda çalışma yolları aydınlatılmalıdır. Çalışma alanında oluşabilecek tehlikeli durumlar için çalışanların kullanabileceği acil çıkış alanları belirlenmelidir ve bu alanlar için gerekli önlemler alınmalıdır.

Çalışma öncesinde çalışmanın boyutuna göre yapı çevresinde güvenlik riskleri bulunan alanlar belirlenmeli ve gereken önlemler alınmalıdır. Yapı çalışmalarında çalışma güvenliği konusunda önemli sorunlardan biri de yüksek ve dar alanlarda yaşanan güvenlik sıkıntılarıdır. Yüksekten düşmeler, özellikle yeterli yükseklikte sağlam korkuluklarla ya da aynı korumayı sağlayabilen başka yollarla önlenmelidir. Çalışılan platformların döşeme kenarlarına düşmeyi önleyecek güvenlik korkulukları yerleştirilmelidir. Döşemelerde bulunan boşlukların çevreleri korkuluk ile çevrelenmeli

ya da üstleri çalışma süresince kapatılmalıdır. Yapı alanında yapı sökümü ya da yıkımı çalışmalarında tüm yapı çalışmaları için alınan güvenlik önlemlerinin yanında bazı farklı ek önlemlerin alınması gerekmektedir. Alınması gereken ek önlemler aşağıda belirtilmiştir.

- Yapı yakın çevresini ve çalışanları tehlikeli durumlara düşürecek biçimde döşemelerde yapısal atık biriktirilmemelidir.
- Söküm – yıkım yapılan katın kat döşemesi düzeyinde yapısal atık düşmesine karşı gerekli önlemler alınmalıdır.
- Tehlikeli ya da potansiyel olarak tehlikelilik barındıran yapısal atıklar yıkım-söküm öncesinde gerekli önlemler alınarak sökülmesi ve yok edilmelidir.
- Sökümü ya da yıkımı yapılmış hiçbir yapı elemanı üst katlardan zemine gelişigüzel bir biçimde atılmamalıdır ve boşaltma işlemi denetim altında tutulmalıdır.
- Alevle kesme çalışmalarında yangın riski ve çevreye verilebilecek zararlar düşünülmeli ve gerekli önlemler alınmalıdır. Aevli çalışmalarda alanda yangın riskine karşı yangın söndürücüler hazır bulundurulmalıdır.
- Çalışanlar güvenlik için gerekli donanımlar kullanmalıdır. Zorunlu önlemleri uygulamayan çalışanların çalışma alanına girişleri engellenmelidir.
- Söküm – yıkım çalışmalarında, yapının güvenli çalışma ortamı sunmadığı durumlarda çalışma iskeleleri kurulmalıdır. Bu iskeleler çalışmaların ilerlemesine paralel bir biçimde sökülmelidir. İskelelerde yapısal atık birikimi yapılmamalıdır.
- Yapıdan kopan parçaların yapı çevresine saçılmasını ve yapıda çalışma sürecinde oluşan tozun yapı yakın çevresini etkilemesini önlemek amacıyla yapı mutlaka uygun koşullarda perdelenmelidir.
- Yapının söküm ya da yıkım çalışması yapılırken özellikle bitişik nizamda bulunan risk taşıyan yapılarda ya da temelin sökümü – yıkımı sırasında tahkimat önlemleri alınmalıdır.
- Komşu yapıların olumsuz etkilenimini engellemek için iki yapı arasındaki ilişki ve komşu yapıların var olan durumu incelenmelidir.
- Yapı yakın çevresinde çalışmalar sürecinde oluşan toz, titreşim, gürültü vb. gibi sorunlardan etkilenebilecek sağlık, eğitim vb. gibi yapılar belirlenmeli ve bu yapıların etkilenimini engellemek amacıyla gereken önlemler alınmalıdır.
- Yapısal atıkların zemine indirilmesinde yapısal atık kaydırakları kullanılmalıdır.

- Yapısal atıkların rahat bir biçimde boşaltılması için kaydıraklarda doldurma hunisi kullanılmalıdır.

Yapıların sökülme ya da yıkım çalışmalarında yapı ürünlerine uygulanan işlemlerde oldukça yüksek miktarda toz oluşumu gözlemlenebilir. Toz bu çalışmalarda önemli bir sorundur ve toz oluşumları çalışanlar ve yapı yakın çevresinde yaşamını sürdüren insanlar ve canlılar açısından risk oluşturabilir.

Yapıların sökülme – yıkım çalışmalarında açığa çıkacak tozların azaltılması ya da önlenmesi için,

- Riskin belirlenmesi ve değerlendirilmesi,
- Tozun oluşumunun durdurulması ya da azaltılması,
- Çalışma sürecinde ortamın ıslatılması,
- Çalışmadaki eleman sayısı düşük düzeylerde tutulmalı,
- Çalışma ortamı kapatılarak tozun çalışma alanı dışına çıkışı önlenmeli,
- Doğal havalandırma koşulları sağlanmalı,
- Çalışmaya uygun iş güvenliği önlemleri uygulanmalı vb. gibi çalışmalar yapılmalıdır [47].

Söküm ya da yıkım sürecinde çalışmalar kaynaklı yapı tozlarının oluşumunu çalışmaya uygun yöntemlerle engellemek ya azaltmak için Tablo 7'deki yöntemlerin uygulanması gerekmektedir.

Tablo 9: Yapının Söküm – Yıkım Çalışmalarında Toz Oluşumunun Önlenmesi ya da Azaltılabilmesi İçin Uygulanması Gereken Yöntemler [47]

İşlem	Engelleme veya Sınırlama Yöntemi	Çalışmada Etkilerini Kontrol Etme Yöntemi
Beton Ürünlerin Kesimi ve Beton Ürünlerin Delinmesi – Harç Düzeltimi Çalışmalarında	<ul style="list-style-type: none"> -Kesim işlemi minimize edilmeli. -Düşük enerjili ve tozu minimuma indirgeyen sistemler kullanılmalı. -Çalışmalar planlama aşamasında sınırlandırılmalı. -Toz miktarını azaltacak ve benzer işlevi karşılayacak farklı yöntemler tercih edilmeli. 	<ul style="list-style-type: none"> -Çalışma bölgesi su ile ıslatılmalı. -Solunum koruyucu donanımlar kullanılmalı.
Çatı Kaplama Ürünlerinin Kesimi Çalışması	<ul style="list-style-type: none"> -Planlama doğru bir biçimde yapılmalı. -Çalışma bölgesine uygun kesim yöntemi kullanılmalı. 	<ul style="list-style-type: none"> -Çalışma bölgesi su ile ıslatılmalı. -Yapı iskelesi çalışmaya uygun olmalı. -Solunum koruyucu donanımlar kullanılmalı.
Matkap Kullanılan Çalışmalar da	<ul style="list-style-type: none"> -Çalışmalar doğru bir planlama ile sınırlandırılmalı. -Toz oluşumunu sınırlandıracak farklı yöntemler kullanılmalı. 	<ul style="list-style-type: none"> -Çalışmaya uygun aletlerin kullanımı. -Solunum koruyucu donanımlar kullanılmalı.
Karot Alımı Çalışması	<ul style="list-style-type: none"> -Doğru bir planlama ile karot sayısı azaltılmalı. 	<ul style="list-style-type: none"> -Çalışmaya uygun aletlerin kullanımı. -Solunum koruyucu donanımlar kullanılmalı. -Islak karot alınmasında çalışma bölgesi su ile ıslatılmalı.

Tablo 10: Yapının Söküm – Yıkım Çalışmalarında Toz Oluşumunun Önlenmesi ya da Azaltılabilmesi İçin Uygulanması Gereken Yöntemler [47] (Devam)

İşlem	Engelleme veya Sınırlama Yöntemi	Çalışmada Etkilerini Kontrol Etme Yöntemi
Sınırlı Havalanan Çalışma Alanlarında Kıırma İşlemi Çalışması	<ul style="list-style-type: none"> -Doğru bir planlama ile kırma işlemi sayısı azaltılmalı. -Toz oluşumunu sınırlandıracak farklı yöntemler kullanılmalı. -Çalışmaya uygun ise uzaktan kontrolle yıkım yöntemi tercih edilmeli. 	<ul style="list-style-type: none"> -Çalışmaya uygun aletlerin kullanımı. -Solunum koruyucu donanımlar kullanılmalı.
Aşındırıcı Patlatma İşlemi Çalışması	<ul style="list-style-type: none"> -Çalışmalar doğru bir planlama ile sınırlandırılmalı. -Toz oluşumunu sınırlandıracak farklı yöntemler kullanılmalı. -Tozsuz aşındırıcı yöntemler kullanılmalı. 	<ul style="list-style-type: none"> -Islak ya da vakumlu patlatma tercih edilmeli. -Solunum koruyucu donanımlar kullanılmalı. -Oluşan tozun çevreye yayılmasını engellemek için çalışma bölgesi perdelenmeli ve perdelenen çalışma bölgesinde mekanik havalandırma tercih edilmeli.
Küçük Boyutlu Yapı Ürünleri Sökümü Çalışması	<ul style="list-style-type: none"> -Çalışma iyi planlanmalı. -Çalışan sayısı sınırlandırılmalı. -Çalışma alanı perdelenmeli. 	<ul style="list-style-type: none"> -Çalışma bölgesi su ile ıslatılmalı. -Solunum koruyucu donanımlar kullanılmalı. -Oluşan tozun çevreye yayılmasını engellemek için çalışma bölgesi perdelenmeli ve perdelenen çalışma bölgesinde mekanik havalandırma tercih edilmeli.
Yapı Yıkımı Çalışması	<ul style="list-style-type: none"> -Planlama aşamasında atık miktarı minimuma indirgenmeli. -Yapı yıkımında doğru toz kontrol sistemleri kullanılmalı. 	<ul style="list-style-type: none"> -Toz oluşumunun azaltılabilmesi için öncelikle elle yıkım / söküm tercih edilmeli. -Su ile ıslatılmalı. -Solunum koruyucu donanımlar kullanılmalı. -Vakum sistemleri kullanılmalı. -Yapı perdelenmeli. -Yıkım alanı toz oluşumunu azaltacak uygun yöntemlerle temizlenmeli.



Şekil 23: Yapıların Söküm – Yıkım Önlemleri

4.1.4 Yapısal atıkların yönetimi kararları

Yapının söküm ve yıkım çalışmaları öncesinde, yapısal atıkların çalışma sonrasında gerçekleştirilecek olan yapısal atık yönetimi eylem adımlarının belirlenmesi gerekmektedir. Bu nedenle yapısal atıkların yönetim kararları aşamasında yapının analizi ve yapı söküm – yıkım yöntemleri kararlarından gelen bilgilere uygun biçimlerde yapısal atıkların yönetim adımları ve var olan yapısal atıkların değerlendirme seçenekleri ortaya konmalıdır. Yapısal atıkların yönetim kararları 3. Bölümde belirtilen yöntemler ve yapısal atık hiyerarşisi doğrultusunda gerçekleştirilmesi gerekmektedir.

Yapısal atıkların yönetim kararlarının ilk adımı yapıda var olan tehlikeli yapısal atıkların ve yapı işlevinden kaynaklanan tehlikeli atıkların yapı içerisinde diğer çalışmalar başlamadan yönetim kararlarının oluşturulması sökümü, depolanması ve yok edilmesi gerekmektedir. Tehlikeli atıkların yönetiminin tamamlanmasının ardından diğer yapısal atık yönetimi çalışmalarına geçilebilir.

4.1.4.1 Tehlikeli yapısal atık yönetimi

Yapısal atıklar içerisinde Bölüm 2. 3’de söz edildiği gibi birçok farklı tehlikeli yapısal atık bulunmaktadır. Yapılar bünyelerinde, yapı ürünleri kaynaklı, yapı işlevi kaynaklı olarak tehlikeli atık barındırabilirler ya da yapısal atıklar çeşitli çalışmalar kaynaklı olarak tehlikeli yapısal atık durumuna gelebilirler. Tehlikeli atığın üretilmesi ve sonrasında yönetilmesi ile ilgili sorumluluk önce atık üreticisindedir.

Tehlikeli yapısal atık üreticisi;

- Atık üretimini en az düzeye indirecek şekilde gerekli tedbirleri almakla,
- Atıkların insan sağlığı ve çevreye yönelik zararlı etkisini en aza düşürecek şekilde atık yönetimini sağlamakla,
- Atıkların tesislerinde geçici olarak depolanması durumunda valilikten izin almakla,
- Ürettiği atıklarla ilgili kayıt tutmakla, atığını göndereceği lisanslı geri kazanım ya da bertaraf tesisinin istemiş olduğu uluslararası kabul görmüş standartlara uygun ambalajlama ve etiketleme yapmakla,
- Atığın niteliğinin belirlenmesi için yapılan harcamaları karşılamakla,
- Atık taşımacılığında mevcut uluslararası standartlara uymakla,
- Tesis içinde atıkların toplanması taşınması ve geçici depolanması gibi işlemlerden sorumlu olan çalışanların sağlığı ve emniyeti ile ilgili her türlü tedbiri almakla,
- Kaza sonucu veya kasti olarak atıkların dökülmesi ve bunun gibi olaylar sonucu meydana gelen kirliliğin önlenmesi amacıyla, atığın türüne bağlı olarak olayın vuku bulunduğu andan itibaren en geç bir ay içinde olay yerinin eski haline getirilmesi ve tüm harcamaların karşılanmasıyla, yükümlüdür” [48].

Yapı sökümü – yıkımı çalışmalarında yapısal atık belirleme sürecinde yapı ürünleri bünyesinde bulunan ya da çalışma sürecinde oluşabilecek tehlikeli yapısal atıklar belirlenmelidir. Bu belirleme sonucunda tehlikeli durumda olan ya da tehlikelilik riski bulunan atıklar yapı sökümü ya da yıkımı çalışması öncesinde gerekli önlemlerin alınmasının ardından uygun koşullarda sökülmeli, uygun koşullarda depolanmalı ve çevreye olumsuz etkilerde bulunmayacak yöntemlerle yok edilmelidirler. Tehlikeli yapısal atıkların çevreye olumsuz etkilerde bulunmadan,

- Tehlike tanımlanmalı,
- Tehlikeye ulaşılmalı,

- Tehlike yönetilmeli,
- Çalışanlar tehlike konusunda eğitilmeli,
- Tehlikeli atıklar belirleme çalışmaları sürecinde etiketlenmeli ve etiketlemede risk düzeyi ve barındırdığı tehlikelilik durumu belirtilmeli, bilgi dosyası oluşturulmalı,
- Yönetim konusunda duruma uygun yöntemler ortaya konulmalı,
- Tehlikeli atıklar sökülmesi, yalıtılması ve tehlikesi azaltılması,
- Yok edileceği kurumlara özenli bir biçimde ulaştırılmalı,
- Başka bir madde ya da malzeme ile bütünleşik ise ayrıştırma işlemi yapılmalı,
- Denetimli bir biçimde yok edilmeli,
- Kullanılan yöntemlerden geri dönüş alınmalı ve yöntemler değerlendirilerek gelecekte yapılacak çalışmalara bilgi akışı sağlanmalı

vb. gibi çalışmalar ile kontrollü bir biçimde yönetilmelidir [37].

Tehlikeli yapısal atıkların Tehlikeli Atıkların Kontrolü Yönetmeliği'nde belirtilen sınıflamalara uygun biçimlerde tehlike düzeyine ve tehlikeli atık koduna göre sökümleri öncesinde etiketlenerek yerlerinin belirtilmesi gerekmektedir. Etiketleme çalışması yer belirtmenin yanında aynı zamanda önlem alacak ve sökümleri gerçekleştirecek ekiplerin sağlıklı, güvenli ve uygun koşullarda çalışmalarını sağlamaktadır.

Tehlikeli atıklar, açığa çıktığı alan içerisinde, yakın çevredeki yapılardan ve çalışanlardan uzakta yapılan sağlam bir zemin üzerine yerleştirilmiş sağlam, sızdırmaz, emniyetli ve uluslararası standartlara uygun konteynırlar içerisinde kontrol altında tutulmalı, konteynırlar uyarıcı etiketlerle işaretlenmelidir [49]. Depolanan miktar, depolama tarihi ve depolanan maddenin türü konteynırların üzerinde belirtilmelidir. Konteynırlar sürekli kontrol altında tutulmalı, etki görmüş konteynırlar özenli bir çalışma ile yenilenmeli ve sürekli kapalı tutulmalıdır[56]. Atıkların depolanması sürecinde kimyasal tepkime durumu göz önünde bulundurulmalı ve denetlenmelidir[56].

Tehlikeli yapısal atıkların yönetimi, atıkların tehlike oluşturma durumlarına uygun yöntem ve tekniklerle gerçekleştirilmelidir. Tehlikeli atıkların yönetimi eylem adımları, atıkların sökümleri, alınacak önlemler, depolama ve yok etme sürecinde atığın yönetiminde çalışacak olan çalışanların etkilenim riski, atığın tehlikelilik durumları göz önünde bulundurularak oluşturulmalıdır. Tehlikeli yapısal atıklar Türkiye'de olumlu bir yöntem olmasından kaynaklı olarak Tehlikeli Atık Beyan Sistemine dahil edilerek işlenmeli ve yok edilmesi gerekmektedir.

Asbest, PCB, Kurşun Kökenli Boyalar gibi tehlikeli atılar diğer yapısal atıklara oranla kullanımları daha fazla olduğundan yönetimleri daha da önemli duruma gelmektedir. Bu nedenle aşağıda bu tehlikeli yapısal atıkların yönetimi ayrıntılı bir biçimde incelenmiştir.

Asbest barındıran yapısal atıkların yönetimi;

Asbestin oluşturduğu tehlikelilik durumu 2. bölümde ayrıntılı bir biçimde incelenmiştir. Bünyesinde asbest bulunduran yapı ürünleri geçmiş dönemlerde oldukça sık biçimde kullanılmıştır ve bu nedenle yapı söküm – yıkım çalışmalarında oldukça sık karşılaşılan bir tehlikeli yapısal atıktır.

Asbest ürün barındıran yapıların ortadan kaldırılmasında iki ayrı seçenek vardır;

- Hiçbir etkide bulunulmadan gerekli önlem ve koruma sistemleri ile yapının ömrünü tamamlaması beklenir.
- Gerekli önlemlerin alınması ile asbestli ürünün sökümü özel yöntemlerle gerçekleştirilir.

Asbestin çevre sağlığını olumsuz etkilemesini önlemek için yapılan çalışmalarda aşağıdabelirtilen önemlerin alınması gerekmektedir.

- Asbestli ürün bulunan yapılarda tehlikenin düzeyi belirlenmeli ve gerekli biçimlerde işaretlenmeli ya da var olan asbestli ürün etiketlenmelidir [50].
- Çalışma sürecinde açığa çıkan toz asbest liflerinin boyutuna uygun filtreleme sistemine sahip özel havalandırma ya da toz biriktirme sistemleri kullanılarak liflerin çevreye yayılması engellenmelidir [50].
- Kullanılan söküm yöntemine göre çalışma bölgesi ıslatılmalıdır [50].
- İçerisinde asbest bulunma riski olan yapısal atıkların ve tozların özel filtreleme sistemli hava emici araçlarla oluşan tozlar ortadan kaldırılmalıdır [50].
- Asbest içerikli çalışmalar yapılan ortamla diğer bir ortamın bağlantısı kesilmeli ve gerekli önlemler alınmalıdır [50].
- Asbest içeren kaplamalar ya da ince kesitli ürünler zımparalanmamalıdır [50].
- Asbest kullanılmış yapılar sıkı denetim altında tutulmalı ve asbest barındıran ürünlerin parçalanması ve liflerin havaya karışması engellenmelidir [51].
- Asbest barındıran ürünler söküm yapılana kadar farklı çalışmalardan etkilenme riskine karşı koruma altına alınmalıdır [51].

- Asbestli ürünü sökmek amacıyla basınçlı hava kullanılmamalıdır [50].
Asbest sökümü için kişisel iş güvenliği önlemleri alınmalıdır [50].
- Çalışma sürecinde kullanılan aletler, giysiler ve donanımlar özel bir alanda tutulmalı ve çalışma sonrasında asbestli ürünlerle birlikte yok edilmelidir [50].
- Asbestli ürünlerin sökümü yapılırken çalışma bölgesi havasının asbest yoğunluğu görüntülenmeli ve ölçülmelidir [37].

Asbestli ürünlerin sökümü için iki farklı yöntem vardır. Bunlar çalışma yapılan bölgenin nemlendirilerek asbest lifinin havaya karışmasının önlenmesi olarak sökülme yöntemi ve kuru söküm yöntemidir [37]. Ancak kuru söküm yöntemi çok fazla istenen bir yöntem değildir [37]. Sökümü yapılmış tüm asbestli atıklar gereken önlemlerin alınmasının ardından özel koşullarda toprakta depolanarak yok edilmesi gerekmektedir [38].

Poliklorlu Bifenil barındıran yapısal atıkların yönetimi;

Poliklorlu Bifenil barındıran yapı ürünleri ise analizlerinin yapılmasının ardından dokümanları oluşturulmalıdır ve etiketlenmeleri gerekmektedir. Kayıt altına alınan tehlikeli ürün ilgili yönetmeliğin gerekliliklerine göre sökülmesi ve uygun koşullarda yok edilmelidir [52].

Kurşun kökenli boya barındıran yapısal atıkların yönetimi;

Kurşun kökenli boyaların sökümünde ise Islak Kumlama, Aşındırıcı Püskürtme İle Yüzey Temizleme, Volfram Uçlu Aletler İle Kazıma teknikleri kullanılabilir. Bu çalışmalar sürecinde mutlaka toksik toz maskeleri ve boneler kullanılmalı, oldukça toz oluşturan teknikler olması nedeniyle işlem sonrasında da vücut ve kıyafetler özenli bir biçimde temizlenmelidir. Kurşun kökenli boya barındıran yapısal atıklar depolanarak yok edilmelidir. Bu atıkların depolanmasında plastik konteynırlara ya da plastik paketlere yerleştirilmesi gerekmektedir ve bu konteynırlar ya da paketler depolama sürecinde sabitlenmelidir. Kurşun kökenli atıkların yakılması kesinlikle yapılmaması ve yasaklanması gereken bir yöntemdir [37].

Tablo 11: Tehlikeli Yapısal Atıkların İşleme ve Yok Etme Yöntemleri [31]

Ürün	Potansiyel Tehlikeli Bileşen	İşleme /Yok Etme Seçenekleri
Beton Katkıları	Hidrokarbon solventler	-Üreticiye iade edilebilir. -Geri dönüştürülebilir. -Uygun yok edilme için sökülebilir.
Nem Önleyici ve Yapıştırıcı Malzemeler	Solventler / Bitüm	-Üreticiye iade edilebilir. -Geri dönüştürülebilir. -Uygun yok edilme için sökülebilir. -Yok edilmeden önce olumsuz etkileri iyileştirilebilir.
Macunlar/ Bostikler (Sızdırmazlık Malzemesi)	Solventler / İzosiyanat	-Üreticiye iade edilebilir. -Geri dönüştürülebilir. -Uygun yok edilme için sökülebilir. -Yok edilmeden önce olumsuz etkileri iyileştirilebilir. -Çalışma alanı su ile ıslatılmalı.
Asbest	Solventler / Bitüm	Uygun yok edilme yöntemleri için özel yöntemlerle sökülebilir.
Mineral Lifler	Solunabilir Lifler	-Ayrıştırılmış yok edilme için sökülebilir. -Geri dönüştürülebilir.
İşlenmiş Ahşap	Solunabilir Lifler	-Geri dönüştürülebilir. - Toprakta depolanması durumunda tehlikeli maddeler toprağa geçebilir. -Yakılması durumunda toksik duman ve tortulu ürünler oluşabilir.
Yangın Mücadele Sistemleri, Boya ve Kaplamalar	Bakır / Arsenik / Krom / Katran / Böcek İlaçları / Mantar İlaçları	-Etkisi düşük olanlar toprakta depolanabilir. -Etkisi yüksek olanlar yakılabilir.
Güç Transfer Ekipmanları	Halojenli Bileşenler	-Kontrollü Koşullar altında özel yok etme yöntemleri için sökülebilir.
Aydınlatmalar	Kurşun/ Krom Kaplama / Vanadyum /Solventler	-Geri dönüştürülebilir. - Özel yok edilme yöntemleri için sökülebilir.

Tablo 8: Tehlikeli Yapısal Atıkların İşleme ve Yok Etme Yöntemleri (Devamı) [31]

Ürün	Potansiyel Tehlikeli Bileşen	İşleme /Yok Etme Seçenekleri
Yangınla Mücadele Sistemleri	Poliklorlu Bifeniller	-Geri dönüştürülebilir. - Özel yok edilme yöntemleri için sökülebilir.
Havalandırma Sistemleri	Sodyum / Cıva / Poliklorlu Bifeniller	-Geri dönüştürülebilir. - Özel yok edilme yöntemleri için sökülebilir.
Kirlenmiş Yapılar	Radyonüklitler	Yıkım öncesinde özel temizleme yöntemleri ile temizlenmeli.
	Kadmiyum ve Cıva İçeren Hafif Metaller	
	Biyolojik Tehlikeler	
Reçine / İnceltici /Tepkime Başlatıcılar	İzosiyanat / Ftalik (Asit) / Anhidrit	-Üreticiye iade edilebilir. -Geri dönüştürülebilir. -Uygun yok edilme için sökülebilir.
Alçı Paneller	Hidrokarbonlar	-Üreticiye iade edilebilir. -Geri dönüştürülebilir. - Dağılmadan yok edilebilir.
Cam	Toprakta depolanmasında muhtemel köken Hidrojen Sülfid olabilir.	-Geri dönüştürülebilir. -İşlem sırasında fiziksel olarak tehlikeli olabilir.
Yol Malzemeleri	Katran / Asfalt /Solventler	-Üreticiye iade edilebilir. -İyileştirilebilecek veya sıvıda çözünürlüğü düşük ise geri dönüştürülebilir. -Sıvıda çözünürlüğü veya solvent içeriği yüksek ise ayrıştırılarak toprakta depolanmalı. -Uygun yöntemlerle yok edilmesi için sökülebilir.
Alt Malzemeler (Kül / Klinkler)	Hafif Metaller, Kadmiyum ve Cıva İçerenler	-Sıvıda çözünürlüğü düşük ise geri dönüştürülebilir. -Sıvıda çözünürlüğü yüksek ise ayrıştırılarak toprakta depolanmalı.

Tehlikeli yapısal atıkların yönetim kararlarının oluşturulmasının ardından yapısal atıkların, yapısal atık yönetimi eylem adımlarının oluşturulması gerekmektedir. Yapı analizi sürecinde oluşturulan yapısal atık bilgi dosyası ve yapının söküm ve yıkım yöntemleri kararları ile birlikte yapısal atık yönetimi kararları ekibi yapısal atıklardan geri kazanılacak ve yok edilecek ürünleri belirlemesi gerekmektedir. Yapısal atık yönetimi kararları ile yapısal atıkların en uygun ve çevreye en az zararı verecek koşullarda değerlendirme seçeneklerinin ortaya konması gerekmektedir.

4.1.4.2 Yapısal atıkların yeniden kullanımı

Yapısal atıklar 3. Bölümde belirtildiği biçimlerde aynen ve ikincil olarak yeniden kullanılabilir. Aynen kullanılabilir ve ikincil olarak kullanılabilir olan yapı ürünleri yapısal atıkların aynen ve yapısal atıkların ikincil kullanımı bölümlerinde belirtilmiş ve ayrıntılandırılmıştır.

Yapısal Atıkların Aynen Kullanımı

Yapısal atıkların aynen kullanımı yapısal atıkların yönetiminde en verimli, çevreye en az etkide bulunan, düşük düzeylerde yeni enerji ve yeni hammadde kullanımı sağlayan değerlendirme yöntemidir. Yapı ürünlerinin söküm ya da yıkım sonrasında oluştukları alanda aynen kullanımı ürünlerin taşınması için enerji kullanımını ortadan kaldırması nedeniyle yapısal atıkların farklı alanda aynen kullanımlarına göre daha avantajlı bir durumdur.

Yerinde yapım ürünlerin dışındaki tüm yapı ürünleri gerekli nitelikleri taşımaları durumunda aynen kullanımlarında herhangi bir engel bulunmamaktadır. Yapısal atıkların yeniden kullanım olanakları ürünün ve yapının tasarımı, üretimi, yapının ve ürünün kullanımı vb. gibi birçok etkene bağlıdır.

Taş ve tuğla yığma yapılarda sökümün düşünülmediği tasarım ve üretim aşamalarının bulunması, bileşenler arası bağlantıların sayısının fazlalığı, bu bağlantılar arasında bulunan ve birleşimi sağlayan yapıştırıcı ve bağlayıcıların bloklardan temizlenmesinin güç olması nedeniyle yığma yapı ürünlerinin yeniden kullanımı oldukça güçtür [53]. Ancak ahşap yığma yapı sistemlerinde genel olarak sabitleme sistemlerinin sökümü olanak vermesi nedeniyle ahşap yığma yapı sistemlerinin yeniden kullanımı oldukça olanaklıdır. Yığma yapıların yeniden kullanımları özellikle tarihi ve anıtsal değeri bulunan yapılar açısından oldukça önem taşımaktadır.

Tarihi ve anıtsal değer taşıyan yığma yapılar uygun koşullarda sökümleri gerçekleştirildiği, ürünlerin uygun koşullarda etiketlenmesinin ve kayıt altına alınmasının doğru bir biçimde yapıldığı ve alanın yapıma hazır duruma gelene kadar geçen sürede uygun koşullarda depolandıklarında bu yapılar ya da uygun niteliği sağlayan belirli bölümleri aynen kullanılabilirler. Tarihi ya da anıtsal yapıların yeniden yapımlarında; “korunması gerekli taşınmaz kültür varlığı olarak tescil edilen ve tescil edilmesine ilişkin gerekli özellikleri taşımasına rağmen elde olmayan sebeplerle tescili yapılmamış ve / veya herhangi bir nedenle yitirilmiş olan yapının, gerek kültür varlığı niteliği, gerekse kültürel çevreye olan tarihsel katkıları açısından, eldeki mevcut belgelerden yararlanmak suretiyle kendi parsellerinde daha önce bulunduğu yapı oturum alanında, eski cephe özelliğinde, aynı kitle ve gabaride, özgün plan şeması, malzeme ve yapım tekniği kullanılarak” yapılması gerekmektedir [54].

Ahşaplar birçok farklı ürün seğeneği ile söküm tekniklerine oldukça yatkın olmalarından kaynaklı olarak aynen kullanılarak geri kazanılabilen ürünlerdir. Ahşabın yaklaşık olarak 5000 farklı türde üretilmiş, farklı performans, karakter ve kullanıma sahip türü bulunmaktadır [53]. Sökümü yapılmış olan ahşap ürün nemden, biyolojik etkenlerden ya da diğer etkenlerden zarar görmediği sürece aynı işlevde aynen kullanımları olanaklıdır [3]. Ahşap çok yönlü, dayanıklı, uyum sağlayabilen, ağaç kökenli bir üründür ve doğadan kolaylıkla elde edilebilmesi, dayanıklılığı, kolayca sabitlenmesi nedeniyle önceki dönemlerden beri kullanılan bir üründür.

Ahşap ürünlerin aynen kullanılabilmeleri için aşağıdaki işlemlerden geçirilmelidir [53].

- Ürünler metal söküm ya da yıkım çalışmalarını sonrasında metal detektörden geçirilerek ürün içerisinde ya da üzerinde metal bağlantı kalıntılarının olup olmadığı kontrol edilmelidir.
- Farklı boyutlardaki karışmış ahşaplar 3 boyutlu, boyut ayrıştırıcı araçlar ile boyut sınıflandırılması yapılmalıdır.
- Gerekli işleme yöntemlerinden geçirilerek aynen kullanıma hazır duruma getirilmelidir.

Aynen kullanılabilir ahşap ürünler aşağıda belirtilmiştir [53].

- Ahşap yığma duvar ürünleri
- Çatı makas, mertek ve aşıkları

- Doğramalar
- Döşeme ve döşeme kirişleri
- Döşeme kaplamaları
- Kolon ve kirişler
- Ahşap bahçe birimleri
- Büyük ahşap taşıyıcı sistem elemanları

Beton ve betonarme ürünlerin birleşim noktalarında kullanılan ayrıntıya göre sökümlü ve aynen kullanımı olanaklıdır. Ancak yerinde döküm betonarme ve harç ile birleşimleri yapılmış ürünlerin, ürüne zarar vermeden sökümlü neredeyse olanaksızdır. Ancak betonya da betonarme ürünlerden ön yapımlı olanlarının birleşim noktaları kolay sökülebilir biçimde tasarlanarak uygulanmaları durumunda bu ön yapımlı ürünler sökülebilir ve aynen kullanılabilirler [53]. Beton kökenli ürünler içerisinde sabit, yapıştırılmış ve birleştirilmiş olmayan yığma bloklar, döşeme kaplamaları, yapı blokları, beton çatı kaplamaları ve ön yapımlı betonarme taşıyıcı sistem elemanları kolaylıkla sökülebilir ve aynen kullanılabilir [53]. Beton ürünlerden, temel birimleri, kazık temeller, kesonlar, boru ve boru sistemleri, köprü kirişleri ve rampalar, yerinde döküm çerçeve sistemler, kirişler ve kolonlar aynen yeniden kullanılamayacak ürünlerdir.

Aynen kullanılabilir beton ürünler aşağıda belirtilmiştir [53].

- Bordür ve döşeme taşları
- Araç güvenlik bariyerleri
- Harpuştalar ve lentolar
- Döşeme kaplamaları ve bloklar
- Beton çatı kaplamaları
- Bahçe ürünleri
- Tünel elemanları
- Ön yapımlı beton ürünler
- Beton ürünler
- Söküme uygun tasarım ve uygulama konusunda bilgi eksikliği,
- Yeniden kullanılabilir ürünlerin pazar payı yoksunluğu,
- Birleşim yerlerinin yerinde dökme sistemlerle birleştirilmiş olması,

- Beton ürünlerin bozulma, renk değişimi, kırılma ve kimyasal etkilerinin olması,
- Betonarme sistemler içerisindeki donatının korozyona uğraması,
- Kaplama ürünlerinin bozulması ve çatlaması

vb. gibi engeller nedeniyle aynen kullanımları zorlaşmaktadır [53].

Çelik aynen kullanıma oldukça yatkın bir yapı ürünüdür. Çelik yapılar yapının tamamının sökülerek aynen kullanılabilirdiği yapılardır. Özellikle çelik yapılardan köprü ve kule gibi yapılar başka bir alana taşımaya uygun koşullarda söküldükleri durumda aynen kullanılabilirler. Çelik sistemlerde kullanılan modülasyon ve ön yapımlı diğer yapı elemanlarının kullanımı yapı sökümü ve ürünlerin aynen kullanımları açısından oldukça yararlıdır. Endüstriyel, ticari ve konut yapılarında çelik sistemlerin kullanımının artışı taşıyıcı sistem elemanlarının aynen kullanımında önemli bir katkı sağlamaktadır [53]. Sökümünde zarar görmeyen kirişler, kolonlar, döşeme elemanları kolaylıkla aynen kullanılabilir çelik ürünlerdir. Çelik ürünlerin aynen kullanımını belirleyen etken çelik ürün ile birleştirilen diğer ürün arasındaki birleştirme ayrıntısının tasarımı ve uygulamasıdır. Kullanılmış bir çelik ürün herhangi bir olumsuz etkilenimi olmadığı sürece özellik olarak yeni bir çelik ürün ile eşdeğer niteliktedir ve yaklaşık olarak aynen kullanım için yeni bir çeliğe göre çok daha maliyeti uygundur [54]. Çeliğin aynen kullanımında net bir ekonomik yarar sağlanmaktadır. Kullanılmış bir çeliğin aynen kullanımında paslanma için yeniden koruma önlemleri alınmasının ardından yapıda kullanılabilir [54].

Plastik yapı ürünleri türevlerinden polietilen, polipropen, polistren, polivinil klorür vb. gibi plastikler ayrı ayrı sökümü yapıldığında ve söküm sonrasında uygun nitelikleri taşıdıkları durumlarda yüksek düzeyde aynen kullanılabilirler [38].

Yapı dışı aynen kullanılabilir ürünler [28].

- Dış kapılar
- Pencereler
- Aydınlatma donanımları
- Güvenlik donanımları
- Havalandırma, iklimlendirme sistemleri
- Tesisat ürünleri

- Dekoratif parçalar
- Bahçe donanımları
- Cephe ürünleri
- Çatı ürünleri
- Balkon donanımları
- Gölgeleme donanımları

Yapı içi aynen kullanılabilir ürünler [28].

- Elektrikli aletler ve donanımları
- Döşeme kaplamaları
- Vitrifiye ve armatür ürünleri
- Kapılar ve kapı kasaları
- Korkuluklar
- Sabit mobilyalar
- Isıtma sistemleri
- Tesisat sistemleri
- Elektrik panelleri, gaz su, elektrik sayaçları
- Yangınla mücadele donanımları
- Ön yapımlı merdivenler

Yapısal Atıkların İkincil Olarak Kullanımı

Yapısal atıkların aynen kullanılarak değerlendirilemediği durumlarda atığın geri dönüşümü yapılmadan işlev ya da biçiminin değiştirilerek yeniden kullanımı yöntemidir. Yapısal atıkların ikincil olarak kullanımına uygun atık sayısı oldukça sınırlıdır. Ancak ikincil olarak kullanım, aynen kullanım kadar olmasa da oldukça etkili bir değerlendirme yöntemidir.

Betonarme yapıların birçoğu yerinde döküm çerçeve sistem olarak inşa edilmiştir. Yerinde döküm betonarme elemanların aynı biçimleri ve aynı işlev ile yeniden kullanımları olanaksız bir durumdur. Bu tür betonarme elemanları değerlendirmenin en

iyi yolu bünyesindeki donatı ve betonun, kırılarak ayrıştırılması sonrasında donatının geri dönüştürülmesi ve beton atıkların ikincil olarak kullanımınıdır [53]. Beton yapısal atıkların ikincil olarak kullanılabilmesi için kırım tesisine ulaşan beton atıkların içerisindeki farklı atık oranının %10'u geçmemesi gerekmektedir [38]. Beton yapısal atıkların içerisinde ikincil olarak kullanılacak yapıda dayanıklılık konusunda olumsuz etkiler yapacağı düşünüldüğünden, ahşap, sıva, toprak, anhidrit, tuğla parçaları, gözenekli yalıtım tuğlaları ve içinde hava gözenekleri bulunduran beton ürünler vb. gibi ürünler bulunmamalıdır [38]. İçerisinde farklı atık oranı %10'dan fazla olan beton yığımları ayrıştırma yöntemleri ile içerisindeki farklı atıkların ayrıştırılarak temizlenmesi gerekmektedir [38].

Beton yapısal atıklar işlemlerin ardından;

- Asfalt beton agregası,
- Yol yapım işlerinde alt temel ürünü olarak,
- Yapı altı blokaj işleri

vb. gibi çalışmalarda ikincil olarak kullanılabilir [38].



Şekil 24: Beton Yapısal Atıkların Blokaj Olarak İkincil Kullanımı

Beton yapısal atıklar aynı zamanda hiçbir işlem görmeden sadece işlev değişikliği ile;

- Katlı olmayan otopark,
- Gölet, nehir ve deniz kıyı bandı şeridi,
- Doldurma ve yükseltme,
- Yol zemini iyileştirme,
- Ses duvarı ve doldurma set

vb. gibi çalışmalarda ikincil olarak kullanılabilir [38]. Asfalt ürünler de ikincil olarak kullanılabilen ürünler arasındadır. Asfalt atıkları etkin olarak yapıdan ayrıştırılmasının ardından herhangi bir işlem yapılmadan yol temel bölümünde ikincil olarak kullanılabilirler [38].

Ahşaplar çok yönlü ve birçok çalışmada kolaylıkla işlenebilen ve yönlendirilebilen bir gereç olmasından kaynaklı olarak kolaylıkla, sökümü yapıldığı amacından farklı bir amaçla ikincil olarak yeniden kullanılabilirler [3].

Ahşap yapısal atıklar;

- Erozyon kontrolünde set yapımı ve toprak tutucu işlevlerde,
- Toprak üstü kaplamalarda,
- Tarımda farklı işlevlerde,
- Hayvan barınaklarında alt tabaka kaplamaları ve hayvan yataklarında İkincil olarak kullanılabilirler[55].

Temel altında blokaj olarak kullanılan malzemenin çok iyi derecede sıkışabilme özelliğine sahip olması ve temelden alt katmanlara transfer edilen yükü herhangi bir deformasyona neden olmadan taşıyabilmesi ve aktarabilmesi gerekmektedir [56]. Mineral içeriği olan ve %50'den fazla kireç oranına sahip olan mermer atıkları yol katmanlarının ve temel altı blokaj tabakalarının sıkıştırılmasında çok önemli bir dolgu ürünü olarak görev yapacaktır [56]. Bu nedenle çalışmalar sonrasında oluşan mermer atıklar temel altı blokaj ve yol altı temellerinde kullanımı oldukça verimlidir.

Tuğla atıkları yol ve bina yapımında dolgu malzemesi olarak, park ve bahçelerde yer kaplaması ve süsleme ürünü olarak ikincil olarak yeniden kullanılabilir [56].

4.1.4.3 Yapısal atıkların geri dönüşümü

Yapısal atıkların geri dönüşümleri yapı ürünü üretiminde yeni hammadde edinimini, enerji tüketimini azaltarak yapı ürünlerinin üretimi sürecinin çevresel etkilerini azaltan bir süreçtir. Geri dönüşüm planlaması ve işleyişi ayrı bir düzenleme gerektirmektedir [57]. Yapı ürünleri sökülme ya da yıkım çalışmaları sonrasında karışmış ya da kirlenmiş durumda olabilirler. Yapısal atıklar kirlenmiş, karışmış durumda ya da içerisinde tehlikeli madde barındırıyorsa geri dönüşümleri oldukça sorunlu duruma gelmektedir [57]. Verimli ve çevreye etkileri oldukça düşük düzeyde bir geri dönüşüm için değerlendirilmenin uygun adımlarla, uygun koşullarda ve uygun yöntemlerle yapılması gerekmektedir.

Yıllık hazır beton tüketimi 0.30-1.40 metreküp/kişi düzeyindedir [58]. Yaklaşık olarak 720 milyon ton malzemenin ve üretimi karşılayacak enerjinin kullanımı çevre bakımından önemli sorunlar oluşturmaktadır [58]. Bu nedenle betonun geri dönüşümü çevre, yeni hammadde ve enerji kullanımı açısından önem taşımaktadır. Atık betonların agrega durumuna getirilerek yeni beton üretiminde kullanım olanağı konusunda birçok araştırma ve deney yapılmaktadır [59]. Bu atıklardan kırılarak elde edilen agregalar yeni beton yapımında kullanılmak istendiğinde, öncelikle agregaların özelliklerinin irdelenmesi ve beton üretimi için gerekli standartları karşılaması gerekmektedir [59]. Geri dönüştürülmek üzere beton atıkların kırılması ile oluşturulan agregaların yeni beton üretiminde kullanım olanakları agreganın mekanik özelliklerine bağlıdır [38]. Atık beton agregaları, betonun elastisite modülünü ve mukavemet değerini azaltmakta ve betonun su emme kapasitesini artırmaktadırlar [60]. Atık beton agregaları betonun rötre değerini artırırken, yeni üretilmiş betonun aderansını azaltmaktadırlar [60]. Kırılmış beton atıkları ile üretilen betonun donma – çözünme direnci düşmekte, ancak hava sürükleyici katkı ile nispeten iyileştirilmektedir [60]. Geri dönüştürülmüş beton atıklarının agrega olarak yeni beton içerisinde kullanımı beton atıklarının gözenekli olmaları nedeniyle yeni betonda genişleme ve büzülme etkilerini arttırmaktadır [38]. Bu nedenle geri dönüştürülmüş ürün kullanılarak üretilen yeni beton ürünler su ile fazlaca ilişki içerisinde bulunan mekanlarda kullanılmamalıdır. Kullanılan malzemenin niteliği taşıyıcı sistemde tehlikeli durumlara yol açmaması için denetlenmeli ve gerekli testleri yapılmalıdır [38]. Geri dönüştürülmek üzere kırılmış beton atıkların tüm beton ürünlerde kullanılabilmesi için kırılmış betonun yoğunluğu en az 2100 kg/metreküp olmalıdır [38]. Kırılmış beton agregası ile üretilen betonun

dayanımı, yeni agrega ile üretilmiş betonun dayanımının %80'i ile %100'ü arasında değişiklik göstermektedir [38]. Taşıyıcı sistem elemanında beton agregası olarak kırılmış ve yıkanmış beton atıkları kullanıldığında taşıyıcı sistem elemanı boyutu gereken koşulların sağlanabilmesi için yeni hammadde ile üretilmiş beton boyutuna oranla %10 kadar arttırılması gerekmektedir [38].

Kalsiyum silikatlı bloklar, seramik ürünler ve taş vb. gibi yapısal atıklar pres tuğla ve sodyum silikatlı blok üretiminde kullanılabilirler [38]. Bu atıkların 0 – 4 mm boyutlarında kırılmış olanları tuğla hamurunda kullanılırken kum boyutlarında olanları sodyum silikat tuğlalarının üretiminde kullanılabilir [38]. Bu ürünlerin aynı zamanda yeni beton üretiminde kullanımları uygundur. Geri dönüştürülmüş bu atıklar ile yapılan betonun dayanımı, yeni agrega ile üretilmiş betonun dayanımının %65'i ile %90'ı arasında değişebilir. Bu atıkların geri dönüşümü ile üretilmiş olan betonun gerilme dayanımı ve elastisite genliği biraz düşük, deformasyonu yüksek ve rötresi normal agrega ile üretilen betonun rötresinden %10 ile %65'i arasında daha fazladır [38].

Dünya üzerinde ahşabın kullanım alanları arttıkça ağaç kesimi de oldukça artış göstermektedir. Ağaç kesiminin artışı ve doğada bulunan ağaçlık alan ve ormanların sayısının azalması toprakta doğal asitlenmenin artışına neden olmaktadır [61]. Bu nedenle ahşap ürünlerin geri kazanımının artırılması gerekmektedir. Ahşap elemanlar sökümlerinin yapılmasının ardından, ahşap ürünlerin birleşimini sağlayan birleştirici elemanlardan temizlenmesi ile geri dönüşüm koşullarının güvenli ve uygun duruma getirilmesi gerekmektedir. Doğal ve yapay ahşap atıklar talaş biçimine dönüştürülerek, sunta, talaşlı ahşap üretimlerinde ve plastik kompozit ahşap ürün üretimi ile geri dönüştürülebilirler[3][55]

Ancak bu ahşap atıklardan talaş üretiminin yapılarak yeni ahşap üretiminde kullanılabilmesi için kirlenmemiş ve gerekli standartları karşılayacak nitelikte olmalıdır.

Cam son dönemlerde betonarme, çelik ve karma sistemlerin gelişmesi ile birlikte yapı içerisinde, doğramalarda, iç mekan bölücü eleman olarak, mobilyalarda ve yapı cephesinde oldukça fazla kullanılan bir ürün durumuna gelmiştir. Cam ürünler, doğramalardan ya da sabitleyici elemanlarından ayrıştırıldıktan sonra türlerine ve özelliklerine göre ayrıştırılmalıdır [38]. Ayrıştırma sonrasında yeniden kullanılamayacak nitelikte olan cam atıklar kolaylıkla geri dönüştürülebilir. Yapı sökümlü ya da yıkımı çalışmaları sonrasında oluşan atık boyutuna göre camlar doğrudan

geri dönüşüm firmalarına verilebilir ya da belediyelerin atık camların dönüşümü için programlarına, depolama ve toplama noktalarına teslim edilerek camların geri dönüşümleri sağlanabilir [62].

Cam atıklar;

- Cam tozlu asfaltların,
- Cam yünü ürünlerin,
- Yeni cam ürünlerin,
- Kaldırım taşlarının,
- Seramik ürünlerin,
- Cam tuğla ürünlerin,
- Fiberglas ürünlerin

üretiminde kullanılarak geri dönüştürülebilirler [3][62][56][63].

Metal ürünler geri dönüştürülebilir atıklar içerisinde kazanım ve enerji bakımından önemli bir yere sahiptirler. Özellikle taşıyıcı sistem ürünleri dışında boru, oluk, cephe kaplaması, baca ve çatı ayrıntıları gibi işlevlerde kullanılan metallere alüminyum ve bakır ürünler geri dönüşüm açısından oldukça değerlidirler [3]. Dünya’da yılda 700 milyon ton çelik üretimi yapılmaktadır ve atığa dönüşen yaklaşık 350 milyon ton çelik geri dönüştürülmektedir [26]. Çelik, yapı malzemeleri içerisinde geri dönüşüme en çok olanak veren malzemelerin başında gelmektedir. Çelik değişmeden ve niteliğini kaybetmeden geri dönüşümü yapılabilen bir üründür [26]. Demir içeren metaller küçük parçalara ayrılıp eritilme işleminden geçirildikten sonra gerekli teknik işlemlerin ardından geri dönüştürülmüş çelik üretimi yapılabilir [63]. Demir ve demir içerikli olan çelikler, elektrik ark ve indüksiyon ocaklarında, bazik oksijen fırınlarında ve bütünleşmiş tesislerde eritilerek defalarca farklı biçimlerde geri dönüştürülebilir [64]. Ayrıca betonarme elemanlar içerisindeki çelik donatılar eleman içerisinde doğru donanımlar kullanılarak ayrıştırılabilir ve geri dönüştürülebilirler. Günümüzde betonarme yapılarıdaki çeliğin ayrıştırılması ve değerlendirilmesi önemli bir gelişmedir ve son dönemlerde bu tür çalışmalar oldukça yaygınlaşmıştır.

Plastik kökenli yapısal atıklar toplam yapısal atık hacminin yaklaşık olarak %0.5’i kadardır [38]. Bu atıklar büyük çoğunlukta kablo, boru, kaplama, doğrama, cephe, çatı ve yalıtım ürünleri kaynaklıdır. Plastiklerin doğada yok olmaları yüzyıllar alan bir

süreçtir [3]. Plastikler yakıldıklarında ya da toprakta depolandıklarında kimyasal içerikleri nedeniyle toprak, hava ve su niteliği açısından ciddi tehlikelere neden olmaktadır [3]. Plastiklerin geri dönüşümü, türlerine, uygun koşullarda ayrıştırılmalarına, temiz olma durumlarına ve bazı durumlarda renklerine göre ayrıştırılmalıdır. Temiz durumda olan ve uygun koşullarda ayrıştırılan plastik atıklar küçük granüller durumuna getirilerek yeni plastik üretiminde kullanılabilirler [38]. Plastik türevlerinden Polietilen Tereftalat(PET) ve yüksek yoğunluklu Polietilen oldukça değerli, PolivinilKlorür(PVC), düşük yoğunluklu Polietilen(PE-LD), Polipropilen(PP) ve Polistren (PS) düşük değerli geri dönüştürülebilir ürünlerdir [65]. Plastik ürünlerin kullanım sırasında etki görmüş ve özellikleri bozulmuş olanlarının geridönüşümlerinden yüksek bir verim almak zordur [59]. Yeni plastik üretiminde geri dönüştürülecek plastik atıkların yanında mutlaka yeni hammadde eklenmesi gerekmektedir [59]. Plastik geridönüşümünde üretilen plastik ürünün içeriği yaklaşık olarak %70 düzeyinde plastik atık, %30 düzeyinde yeni plastik hammaddesinden oluşmaktadır [38]. Ancak günümüzde ve gelecekte yapılan bilimsel çalışmalar ile birlikte yeni plastik üretiminde geri dönüştürülecek plastik atık düzeyinin daha üst seviyelere çekileceği düşünülmektedir.

Asfalt atıklar soğuk geri dönüşüm, paralel silindir sistemi, uzatılmış silindir sistemi, mikrodalga asfalt geri dönüşüm sistemlerinde geri dönüştürülebilirler [63]. Asfalt atıklar yeni agrega içerisine yaklaşık olarak %25 düzeylerinde katılarak özel soğuk geri dönüşüm tesislerinde değerlendirilebilirler [66]. Asfalt atıkların yaklaşık olarak %95'i gibi büyük bir kısmı sıcak işlem sonrası geri dönüştürülebilir [38]. Ancak asfalt atıkların sıcak işlemi sonrasında katran kaynaklı poliaromatik hidrokarbon oluşumu gözlenmektedir. Bu oluşan maddeler çevre sağlığı açısından tehlikelidirler ve geri dönüşüm sürecinde oluşan bu tür tehlikelere karşı mutlaka gerekli önlemlerin alınması gerekmektedir [38].

Yapısal atıkların birçoğu yeniden aynı ürünün üretiminde ya da daha farklı bir ürünün üretiminde geri dönüştürülebilmektedir. Yukarıda belirtilen ürünlere ek olarak diğer ürünler ve geri dönüştürüldükleri ürünler Tablo 9'de belirtilmiştir.

Tablo 12: Yapısal Atıklar ve Geri Dönüştürülebilecekleri Ürünler

Geri Dönüştürülecek Ürün	Yeni Üretilen Ürün
Mineral Yünler	Tanecikli duruma getirilerek yeni mineral yün üretiminde kullanılabilir[24].
Kağıt Kökenli Ürünler	Yeniden kağıt kökenli ürünlere dönüştürülebilirler[24].
Mermer	Asfalt üretiminde agrega ya da ince tanecikli ürün olarak kullanılabilirler[61].
Tuğla	Taşıyıcı olmayan beton ürünlerde kırılarak agrega olarak kullanılabilirler[62].
Asfalt Shingle	Eritilme işleminin ardından yol kaplamalarında kullanılabilirler[4].
Halı	Üretimlerinde geri dönüşüme uygun olarak üretilen halı ürünleri aynı ürüne geri dönüştürülebilirler[4].

4.1.4.4 Yapısal atıkların yok edilmesi

Geri kazanımı sağlanamamış olan yapısal atıkların uygun koşullarda yok edilmeleri gerekmektedir. Yapısal atıkların yok edilmesinde günümüzde Türkiye’de yaygın olarak toprakta depolanarak yok etme yöntemi kullanılmaktadır. Ancak yapısal atıkların gelişigüzel biçimlerde toprakta depolanarak yok edilmesi önemli bir çevre sorunlarına neden olmaktadır. Normal koşullarda herhangi bir olumsuz etkisi bulunmayan yapısal atıklar, bazı koşullarla karşılaşmaları durumlarında olumsuz çevre etkilerine neden olabilirler. Bu etkiler ve sonrasındaki oluşabilecek olumsuz durumlar yapısal atık yönetimi sürecinde önemsenmesi gerekmektedir. Özellikle yapısının %79’u kalsiyum sülfat olan alçı ve yapısında sülfür barındıran ürünlerin depolanması sürecinde ürün ile sülfür azaltıcı bakterilerin uygun koşullar altında bir araya gelmeleri durumunda hidrojen sülfür üretimi oluşturulur [56][67]. Tablo 10’da hidrojen sülfürün belirli düzeylerde insan ve çevre sağlığına etkileri belirtilmiştir.

Tablo 13: Hidrojen Sülfürün İnsan ve Çevre Sağlığına Etkileri [68]

Hidrojen Sülfür Yoğunluğu	İnsan ve Çevre Sağlığına Etkileri
0.002 - 0.02 ppm	Havada çürük yumurta kokusu oluşur.
0.0047 ppm	İnsanlar tarafından algılanır.
2 – 3 ppm	Çevrede ciddi koku oluşturur.
5 ppm	İş yerleri için sınır değerdir.
10 – 50 ppm	Ciddi göz yaşarması, baş ağrısı ve mide bulantısına neden olur.
50 – 100 ppm	Göz tahribatına neden olur.
100 – 150 ppm	Ciddi solunum sorunları oluşur.
150 – 250 ppm	Koku duyum sisteminde hassasiyet kaybına neden olur.
300 – 500 ppm	Solunum sistemini tahrip eder ve birkaç dakika içerisinde ölüme neden olur.
600 ppm	Akciğer gaz ile dolar ve soluk alma engellenir.
600 – 1000 ppm	Kısa sürede ölüme neden olur.
1000 ppm ve üzeri	Ani ölüme neden olur.

Yapısal atıkların yok edilmesinde kullanılan yöntemler ve bu yöntemlerle değerlendirilmesi gereken ürünler Tablo 11 da belirtilmiştir.

Tablo 14: Yapısal Atıkların Yok Edilmesinde Kullanılan Yöntemler ve Yöntemlere Uygun Yapısal Atıklar

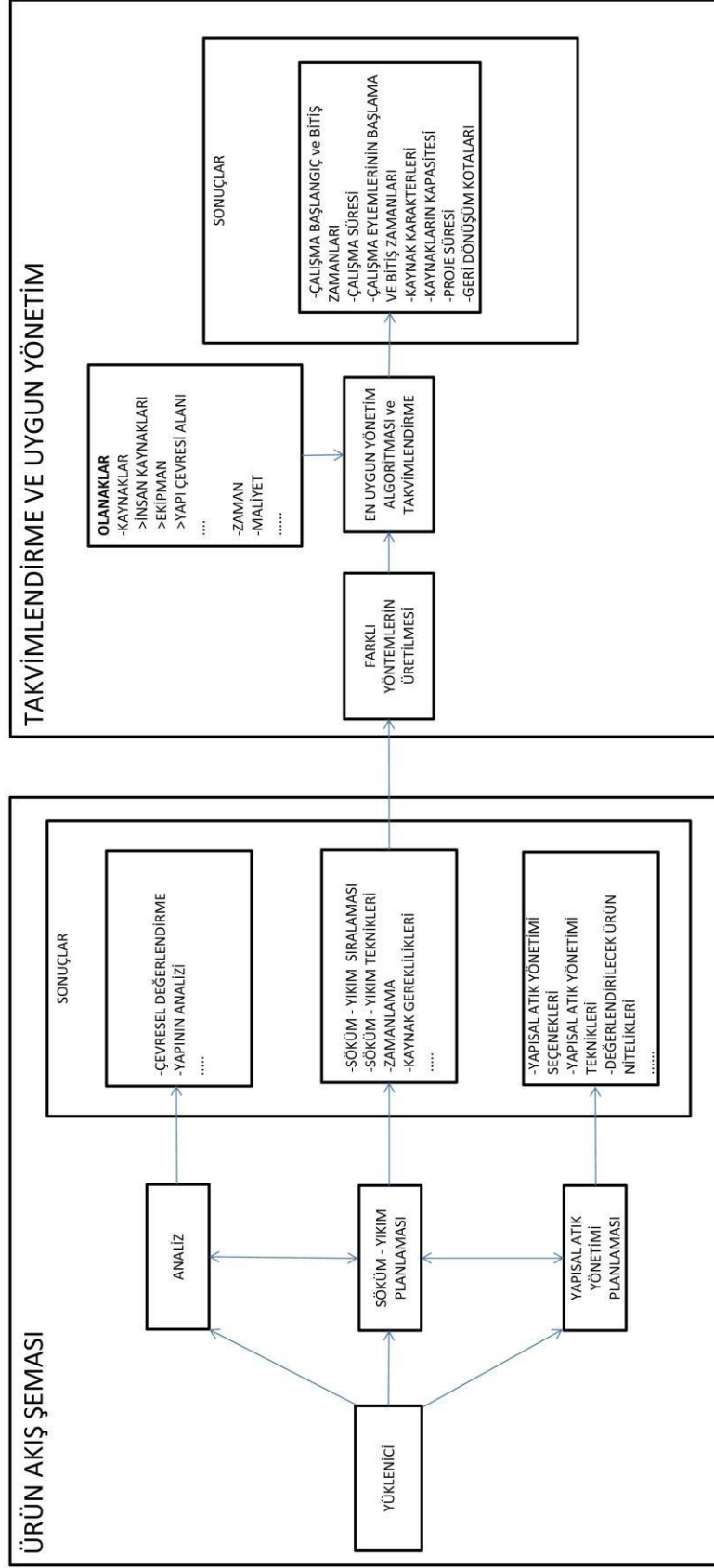
Yok Edilme Yöntemi	Yönteme Uygun Olan Yapısal Atıklar
Toprak kondisyonlayıcı olarak kullanım	Alçı, mineral yünler, perlit, jips, pomza vb. gibi atıklar[3][38][69]
Kompostlama	Kağıt, karton, yüzey temizleme atıkları, ahşap atıklar, park ve bahçe atıkları vb. gibi organik kökenli yapısal atıklar[70]
Enerji kazanımlı yakma	Ahşap, plastik vb. gibi yakılması sürecinde dışarıya enerji veren yapısal atıklar[38]
Enerji kazanımsız yakma	Yakılması sürecinde enerji kazanımı olmayan yapısal atıklar
Toprakta depolama	Toprakta depolandığı süreç içerisinde çevre ile olumsuz etkileşime girmeyen, çevre sağlığı açısından tehlikeli olmayan ve çevreyi kirletmeyen yapısal atıklar

4.1.5 Yapı sökümü – yıkımı ve yapısal atık yönetimi planlaması

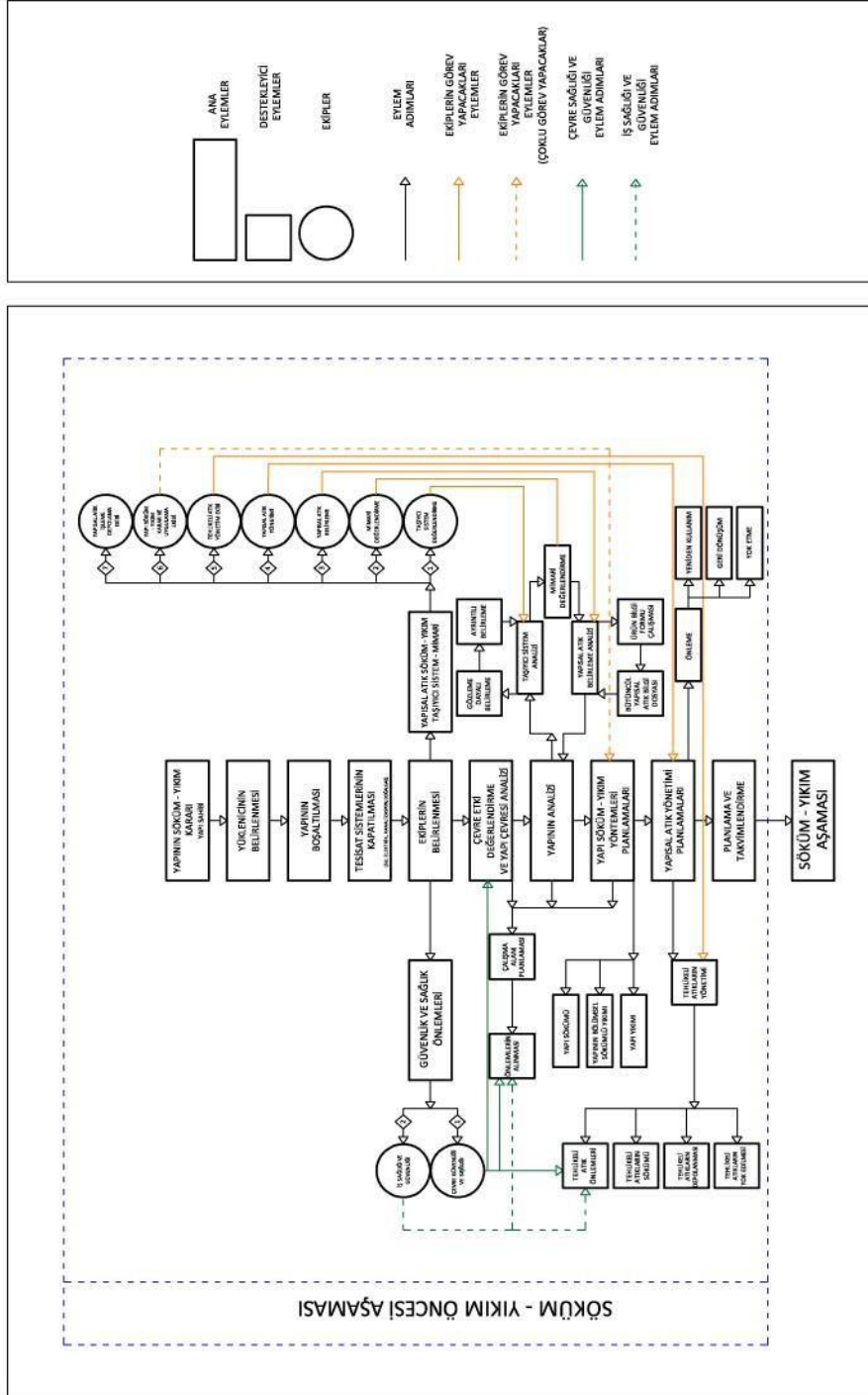
Analizler ve değerlendirmelerden gelen bilgilerle yönetim kararlarının oluşturulmasının ardından yapı sökümü – yıkımı ve yapısal atık yönetim planlaması aşamasına geçilir. Yapı sökümü – yıkımı ve yapısal atık yönetimi planlaması aşaması söküm – yıkım öncesi yapısal atık yönetimi çalışmalarının son eylem adımıdır. Bu planlama sürecinde karar aşamalarında eleman ölçeğinde verilen kararların uygulama sıralaması, uygulanacak eylemlerin türleri, çalışmanın yol haritası ve takvimlendirme çalışmaları yapılarak yapı ölçeğinde bütüncül bir planlama oluşturulur. Planlama sürecinde ürünlerin söküm – yıkım, yapısal atık yönetimi, işleme ve depolama ve yapısal atık değerlendirme süreçleri içerisinde geçecekleri seçenekler belirtilir. Planlama süreci sonunda oluşturulan bütüncül bilgi alanda uygulama yapacak çalışanların uygulama sırasında, süreç yönetiminin ve eylem adımlarının doğru bir biçimde uygulayabilmesi için bir rehber oluşturmaktadır.

Planlama sürecinin eylem adımlarının bütüncül duruma getirilmesinin ardından bu eylem adımlarının takvimlendirme aşamasına geçilir. Çalışmanın kısa sürede ve uygun koşullarda tamamlanması çalışmanın hedefleri arasında yer almaktadır ve bunun sağlanması için doğru bir takvimlendirmeye gereksinim vardır. Yapı söküm – yıkım çalışmalarında analiz ve planlama çalışmaları ile gereksinimlerinin belirlenmesi gerekmektedir. Gereksinimlerin belirlenmesinin ardından var olan olanaklar ve gereksinimlerle en uygun yönetim algoritması ve takvimlendirmesi oluşturulur. Bu çalışma sonucunda çalışma süresi, çalışma başlama ve bitiş zamanları, eylemlerin başlama ve bitiş zamanları, kaynak karakterleri, kaynakların kapasitesi ve süreç sonucunda değerlendirilecek ürün bilgisi oluşturulacaktır. Takvimlendirme ve uygun yönetim algoritması oluşturulması öncesi çalışmayı destekleyen aşamalar ve süreç şekil 23’de belirtilmiştir.

Şekil 25: Yapı Söküm – Yıkım Çalışmalarında Yapısal Atık Yönetimi Takvimlendirmes [71]



Yapı Sökümü – Yıkımı ve Yapısal Atık Yönetimi Planlaması takvimlendirme çalışması ile tamamlanır. Planlama aşamasının tamamlanmasının ile söküm – yıkım öncesi tüm çalışmalar tamamlanmış olur ve böylece söküm – yıkım anı aşamasına geçilebilir. Söküm – yıkım öncesi aşamasının eylem adımları Şekil 24’da ayrıntılı bir biçimde belirtilmiştir.



Şekil 26: Yapı Sökümü – Yıkım Öncesi Aşamasında Yapısal Atık Yönetimi Önerisi Yapı Sökümü – Yıkımı Aşamasında Yapısal Atık Yönetimi

Yapının sökümü ya da yıkımı öncesinde yapıda yapılan tüm çalışmaların, değerlendirmelerin ve analizlerin tamamlanmasının ardından yapılan planlamalar sonrasında yapının uygun sistemlerle söküm – yıkım çalışmasına ve bu çalışma sürecinde uygun koşullarda yapısal atıkların yönetimine başlanabilir. Yapı sökümü – yıkımı aşamasında ve sonraki aşamalarda çalışma öncesi planlanmış uygulamalar gerçekleştirilir. Ancak çalışma sürecinde planlanan uygulamaların doğru bir biçimde, uygun koşullarda gerçekleştirilmesi gerekmektedir ve çalışmalar sürecinde çok önemli bir sorun ile karşılaşılmadığı sürece planlamaların dışına çıkılmaması gerekmektedir.

4.1.6 Söküm – yıkım izini süreci

Yıkım ruhsatı yapıların sökümü – yıkımı öncesinde yapının söküleceği ya da yıkılacağına dair resmi kurumların bilgilendirildiği ve bilgilendirme ile birlikte söküm ya da yıkım sürecine resmi kurum denetimlerinin de eklenmesi sürecidir. Yıkım ruhsatı alınması sürecinde özellikle yıkım ruhsatı ile ilgilenen yerel yönetimin yapının durumu ile ilgili denetlemeleri bu süreçte gerçekleştirmesi gerekmektedir. Sökümü ya da yıkımı yapılacak yapının tarihsel ya da anıt değeri taşıyıp taşımadığı da bu süreç içerisinde mutlaka değerlendirilmelidir.

Yapının söküm ya da yıkım izininin verilmesi için;

- Yapının mülkiyet bilgileri,
- Yapının bulunduğu alandaki durumunu gösterir farklı ölçeklerdeki planları,
- Yapı sökümü ya da yıkımı gerçekleştirecek ekiplerin bilgileri,
- Yapının çevresel etki değerlendirme analizleri,
- Yapının taşıyıcı sistem değerlendirmeleri,
- Yapının mimari değerlendirmeleri,
- Yapının bütüncül yapısal atık bilgisi,
- Yapının söküm ya da yıkım yöntemi kararları,
- Yapının yapısal atık yönetim kararları,
- Değerlendirilecek yapısal atığın değerlendirme yöntemleri ve değerlendirileceği yerlerin bilgileri,

- Tehlikeli atıkların yönetimi,
- Yapı çevresi çalışma alanı planlaması,
- Çalışma sırasında alınacak önlemler

vb. gibi bilgilerle yerel yönetimler bilgilendirilmelidir.

Bu bilgilendirmeler sonucunda yapı ve çevresi gerekli denetlemelerden geçmelidir ve ardından yapıda gerekli çalışmalar başlatılmalıdır. Ancak verilen bilgilerde ya da yapı ve çevresinde herhangi bir sorun olması durumunda; yerel yönetimler tarafından bilgilerinve planlamaların düzeltilmesi sağlanmalıdır.

Yapı sökülme ya da yıkım izninin alınması sonrasında yapının sökülme ya da yıkım çalışmalarına başlanabilir. Yapı izni ile sürece eklenen yerel yönetimler, uygulayıcı tarafından hazırlanan ve yerel yönetim tarafından onaylanan planlamaların uygulanıp uygulanmadığı konusunda denetlemeler yapılmalıdır ve tüm süreçte çalışmaların içerisinde bulunmalıdır.

4.1.7 Yapı sökülme – yıkım çalışmaları

Yapı sökülme – yıkım aşaması, uygulama öncesinde belirlenen tekniklerin, eylem adımlarının takvimlendirme sürecinde oluşturulmuş zamanlamaya uygun olarak sökülme – yıkım uygulama ekibi tarafından gerçekleştirilmesi gerekmektedir. Süreç yüklenici ve sorumlu kamu kurumları tarafından denetim altında tutulmalıdır ve bu aşamada herhangi bir sorunla karşılaşılmadığı durumlarda önceki aşamalarda belirlenmiş planlamaların dışına çıkılmaması gerekmektedir. Süreç yüklenici tarafından ve sorumlu kamu kurumları tarafından denetim altında tutulmalıdır.

4.1.8 Yapısal atıkların işlenmesi

Yapısal atıklar sökülme ve yıkım çalışmaları sonrasında oldukça kirlenmiş, karışmış ve oldukça farklı boyutlara sahip durumlarda olabilirler. Yapısal atıkların işlenmesi, yapısal atıkların geri kazanıma, yok etmeye ve diğer çalışmalara hazır duruma getirilmesi için gerekli tüm çalışmaları içermelidir.

Yapısal atıkların işlenmesi;

- Yapısal atıkların parçalara ayrılması,
- Yapısal atıkların temizlenmesi,

- Yapısal atıkların boyutlandırılması,
- Karışmış durumda olan yapısal atıkların ayrıştırılması işlemlerinden oluşmaktadır.

Yapıların sökülme ya da yıkım çalışmalarında yapısal atıklar yapılan çalışma ve yapı ürününün türüne göre oldukça farklı özelliklerde ve biçimlerde olabilirler. Ancak yapısal atıklar çalışma sonrasında alanda ön bir değerlendirmeden geçirilerek gerekli işleme yöntemi ile işlenmeli ve sonraki aşamaya hazır duruma getirilmelidir. Yapısal atıklar alan içinde ve alan dışında olmak üzere iki farklı alanda işlenebilmektedir. Yapısal atıkların alanda ve alan dışında işlenmesinin olumlu ve olumsuz yönleri Tablo 12’de verilmiştir.

Tablo 15: Yapısal Atıkların Alanda ve Alan Dışında İşlenmesinin Olumlu ve Olumsuz Yönleri [31]

İşlem Yeri	Olumlu Yönleri	Olumsuz Yönleri
Alanda İşleme	<ul style="list-style-type: none"> -Düşük işleme ve taşıma maliyeti -Düşük işleme araçları ve donanımları maliyeti -Yapısal atıklar alanda geri kazanılacaksa düşük taşıma maliyeti 	<ul style="list-style-type: none"> -Alan sorunlarından kaynaklı sorunlar oluşabilir. -Her birim yapısal atık başına düzen işleme maliyeti artar. -Hem yapı çalışması hem de işleme çalışması kaynaklı gürültü ve toz sorunu oluşur. -Değerlendirilmiş olan yapısal atığın kullanım esnekliği azalır. -Söküm – yıkım sonrası yapının yerine yapılacak olan yapının yapım süresini geciktirir.
Alan Dışında İşleme	<ul style="list-style-type: none"> -Belirlenmiş bir tesiste yapısal atıkların çevre etkilerini azaltmak daha kolaydır. -Geniş bantlı ayrıştırma araçlarının kullanımı daha pratik ve yararlıdır. -Birim yapısal atık başına düşen işleme maliyeti düşer. -İşlenmiş ürünlerin niteliği daha kolay kontrol altında tutulur. -Daha uygun koşullarda depolama yapılabilir 	<ul style="list-style-type: none"> -Yüksek yatırım maliyeti gerektirir. -Yüksek işleme ve taşıma maliyeti gerektirir.

4.1.8.1 Yapısal atıkların parçalara ayrılması

Yapısal atıkların parçalara ayrılması aşaması yapısal atıkların geçici ve normal depolama koşullarına, değerlendirme seçeneklerine ve taşıma koşullarına uygun duruma getirilmesi amacıyla birimlerin ve elemanların parça durumuna getirilmesi çalışmasıdır. Çalışma alanında gerçekleştirilen bu çalışma ile birlikte yapı içerisinde yapılamayacak daha küçük boyutlu sökümler gerçekleştirilmektedir. Özellikle çok parçalı olan sabit mobilyalar ve sökölüp yeniden kurulabilir sistemler bu aşamada depolamaya ve taşımaya daha elverişli duruma gelirler.

4.1.8.2 Yapısal atıkların temizlenmesi

Yapısal atıklar yapının söküm ya da yıkım çalışmaları sonucunda oldukça kirli duruma gelebilirler. Bu nedenle yapısal atıklar değerlendirilme öncesinde bir temizleme aşamasından geçirilmeleri ve değerlendirmeye uygun duruma getirilmelidirler. Yapısal atıkların temizlenmesi aşaması karışmış kirlenmiş ve değerlendirmeye uygun durumda olmayan yapısal atıkların insan gücü ve çalışma alanındaki araç ve donanımlarla daha verimli duruma getirilmesi çalışmasıdır.

Yapısal atıkların temizlenmesi sürecinde;

- Yeniden kullanılabilir ürünlerin satış öncesi ya da alanda kullanılacak olan ürünlerin depolanması aşaması öncesi ön bir onarım ve yeniden kullanıma uygun duruma getirilmesi,
- Geri dönüştürülecek, yok edilecek ürünler için ön ayrıştırma ile ayrıştırma aşamasına bir ön hazırlık yapılması,
- Yapısal atıkların çalışma ve alan kirliliklerinden arınması amaçlanmaktadır.

Özellikle ahşap, ısı yalıtım ve plastik ürünler gibi yapısına farklı atıkların karışabileceği ya da ürün birleştirme ve sabitleme elemanlarının atık durumundaki ürünlerin içerisinde bulunma riski olan ürünlerin değerlendirme aşaması sırasında herhangi bir tehlikeye ya da olumsuz bir duruma yol açmamaları için mutlaka özenli bir denetlemeden geçirilmeleri gerekmektedir. Bu denetlemeler sürecinde çivi, vida vb. gibi metal kökenli ürünler yapısal atıklar içerisinde metal detektörleri yardımıyla belirlenmesinin ardından temizlenmelidir. Diğer yapısal atıkların bünyelerine karışmış atıklar ise gözlem yöntemi yardımıyla belirlenmeli ve temizlenmelidir.

Söküm ya da yıkım çalışmaları sonrasında üzerinde ya da yapısında çivi, vida, yağ, kirlilik, pas ya da herhangi bir tehlikeli madde bulunan yapısal atıklar özel bir noktada ayrıştırılır. Ayrıştırma işlemi sonrasında ayrı bir noktada depolanan bu tür atıklar çivi ve vida gibi ayrıntı ürünlerinin sökümü, yağ ya da kirlilik bulaşmış bölümlerin asıl ürünle kesme, ayrıntıya girmeden zımparalama ve kimyasal temizleme gibi yöntemlerle ayrıştırılması ve temizlenmesi gibi işlemleri uygulanmalıdır [62].

4.1.8.3 Yapısal atıkların boyutlandırılması

Yapısal atıkların boyutlandırılması işlemi oldukça farklı seçeneklerle gerçekleştirilebilir. Yapısal atıkların boyutlandırılmasında insan gücü yoğun çalışmanın yanında farklı donanımlar, araçlar ve büyük boyutlu bütünleşmiş tesisler kullanılabilir. Yapısal atıkların boyutlandırılması alan içerisinde ya da alan dışında belirlenmiş tesislerde de yapılabilir. Yapısal atıkların boyutlandırma çalışmasının yerine, sökümü ya da yıkımı yapılmış olan yapının ve açığa çıkacak yapısal atığın boyutuna, açığa çıkan yapısal atığın değerlendirme yöntemine, yapısal atığın niteliğine, yapı alanının çalışma olanaklarına göre karar verilir. Yapısal atıkların alanda boyutlandırılması işleminde genellikle kırma, ufalama, yongalama, öğütme, ezme vb. gibi çalışmalar yapılmaktadır [38]. Yapısal atıkların alanda boyutlandırılması genellikle insan gücü yoğun ve düşük düzeyde makine yoğun biçimde yapılırken, atıkların alan dışında boyutlandırılması çalışmalarında ise daha çok makine yoğun ve düşük boyutta insan gücü yoğun bir çalışma düzeni benimsenmiştir. Yapısal atıkların alan dışında boyutlandırma işlemi yapılması hedeflendiği durumlarda yapısal atıkların tesislere nakledilmesi gerekmektedir.

Yapısal atıkların alanda boyutlandırılmasında el araçları, ahşap, metal, plastik kesici donanımlar ve beton, taş, tuğla vb. gibi atıkların kırılmasını sağlayan hareketli kırıcı araçlar kullanılmaktadır. Hareketli araçlar, oluşan yapısal atığın alanda ikincil olarak kullanılacağı ya da kırılarak doğrudan alandan satış yapılacağı durumlarda kullanılmaktadır. Genel olarak hareketli araçlarda tek besleme oluğu ile yapısal atığın sisteme girişi sağlanmaktadır ve sistem tek bir taşıyıcı banda bir ya da duruma göre iki eleğe sahiptir [38]. Hareketli kırıcı araçlar her türlü yapısal atığın kırılması için uygun araçlar olmadığından mutlaka yapısal atıklar hareketli kırıcı araçlara ön ayrıştırma ile ayrıştırılarak eklenmelidir.

Yapısal atıkların alan dışında boyutlandırılmaları yapısal atıkların değerlendirilmesi için kurulmuş bütünleşmiş tesislerde yapılabilir. Bu bütünleşmiş tesisler yalnızca yapısal atıkların boyutlandırılması çalışmasını değil diğer tüm işleme çalışmalarının bütünleşik bir çalışma sistematığı ile yürüten tesislerdir. Bu nedenle bu tesislerin çalışma alanları oldukça geniştir ve büyük çalışma alanlarına gereksinim duyarlar. Ancak yapısal atıklar karışmış durumda iseler ayrıştırma, kırma ve eleme çalışmalarının yapıldığı daha bütünleşik sistemlere dahil edilmelidir ve bu sistemlerden yapısal atıkların ayrıştırılması bölümünde söz edilecektir.

Sabit tesislerin boyutlandırma çalışmasını yapan mekanik alt sistemler bir dizi taşıyıcı bant, birkaç farklı türde elek ve farklı boyutlarda kırma yapan araçlardan oluşmaktadır [38]. Yapısal atıklar bu tesislere getirildiklerinde birçok farklı boyutta kırılmayan araçlardan geçirilirler. Bu sistemler Tablo 13’de gruplandırılmıştır.

Tablo 16: Yapısal Atıkların Kırılmasında Kullanılan Sabit Sistemler ve Özellikleri [38]

Kırıcı Sistemler	Özellikleri
Ön Parçalayıcı Sistemler	Bu sistemler araç hurda sistemlerinde olduğu gibi ön parçalayıcı (Pre-shredder) ve kazıyıcı (Ripper) araçlar kullanılarak genellikle büyük boyutlu yapısal atıklar daha sonra işlem görecekları araçlara hazırlanırlar. Ön parçalayıcı araçlar yığın biçiminde, kırılması zor yapısal atıkların diğer kırıcılara zarar vermeyecek duruma getirilmesini sağlar. Ancak bu sistemde kırılmış olan yapısal atıkların boyutlandırılmasında herhangi bir standardizasyon bulunmamaktadır.
Çeneli Kırıcı Sistemler	Çeneli kırıcılar büyük boyutlu ve yığın durumunda olan yapısal atıkların kırılmasında kullanılabilirler. Çeneli kırıcılar aşınmaya dirençli, ceviz kıracağı ile benzer çalışma sistemine sahip kuvvetlendirilmiş bir ağızı vardır. Bu araçlar genellikle büyük ancak gevrek malzemeler için kullanılmaktadır. Çeneli kırıcılar kırım sonrasında yapısal atıkları titreme ve sarsma kanalına aktarır ve bu kanal sayesinde küçük boyutlu yapısal atıklar ayrıştırılır.
Döner ve Konik Kırıcı Sistemler	İki kırıcı sistemde benzer çalışma prensiplerine sahiptirler. Çeneli kırıcının aksine yapısal atıklar fazlaca ezilmez ve kademeli ayrıştırıcı ve darbeli kırıcı gibi belirlenmiş boyutlarda malzeme üretirler. Bu kırıcılar büyük parçaları ezmeden hidrolik kavrama yöntemiyle küçük parçalara ayırmaktadır. Yapısal atıkların içerisinde ahşap, plastik, metal vb. gibi atıkların bu kırıcıya girmeden mutlaka ayrıştırılması gerekmektedir.
Darbeli Kırıcı Sistemler	Darbeli kırıcı sistemler hızla dönen dişlere sahip çarkın 360 derece dönmesiyle çalışan sistemlerdir. Bu kırıcılar beton, taş, metal atıkların küçük boyutlara getirilmesinde kullanılmaktadır.

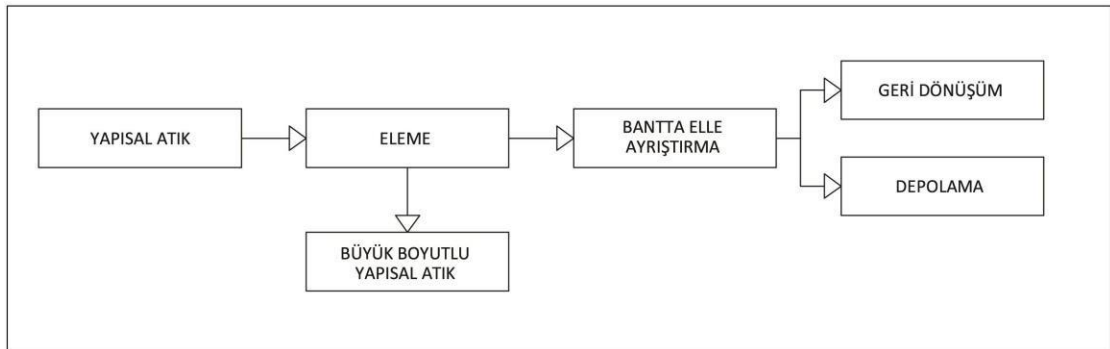
4.1.8.4 Yapısal atıkların ayrıştırılması

Yapısal atıkların ayrıştırılması işlemi genellikle yıkım ya da bölümsel sökümlü yıkım çalışmaları sonucunda oluşan karışmış durumda olan ürünlere göre ayrıştırılması işlemidir. Yapısal atıklar birçok farklı yöntem ile her ürünün kendi özelliklerine uygun biçimlerde ayrıştırılırlar. Bu yöntemler içerisinde elle ayrıştırma en yaygın olarak kullanılan ayrıştırma yöntemidir[24]. Yapısal atıklar diğer işleme yöntemleri gibi alan içinde ya da alan dışında ayrıştırılabilirler.

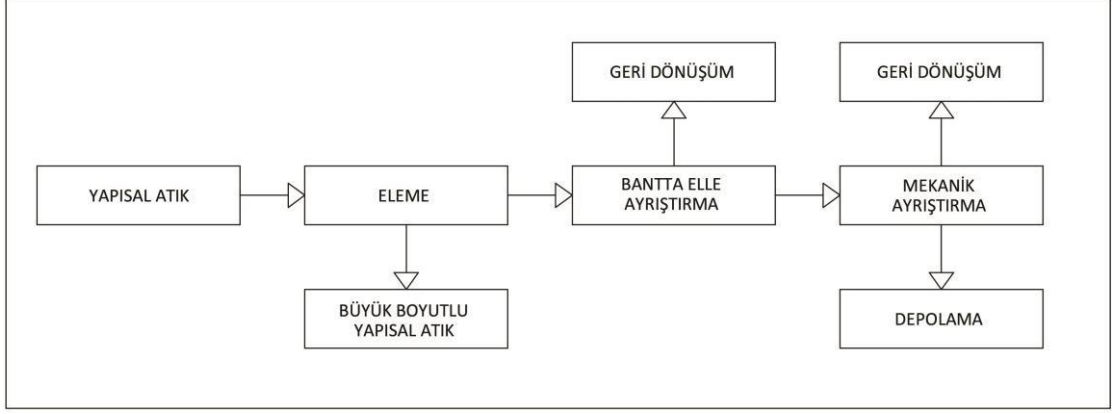
Yapısal atıkların ayrıştırılmasında basit yaklaşım, kombine yaklaşım, yoğun iş makineli yaklaşım olmak üzere 3 tür yaklaşım bulunmaktadır. Basit yaklaşım genellikle çalışma alanında yaygın olarak uygulanan bir sistemdir ve genellikle elle ayrıştırma yönteminden oluşur. Kombine yaklaşım eleme ve bantta ayrıştırma yöntemlerinden oluşur. Kombine yaklaşım basit yaklaşım ile makine yoğun yaklaşımın ara biçimi olarak karşımıza çıkmaktadır. Yoğun iş makineli yaklaşım ise yapısal atıkların ayrıştırılmasında birçok donanımı, aracı, makineyi ve bantta elle ayrıştırma sistemini barındıran bir yaklaşımdır. Bu yaklaşımların sistematığı Şekil 25, Şekil 26 ve Şekil 27’da gösterildiği biçimlerde dir.



Şekil 27: Basit Yaklaşım [1]



Şekil 28: Kombine Yaklaşım [1]

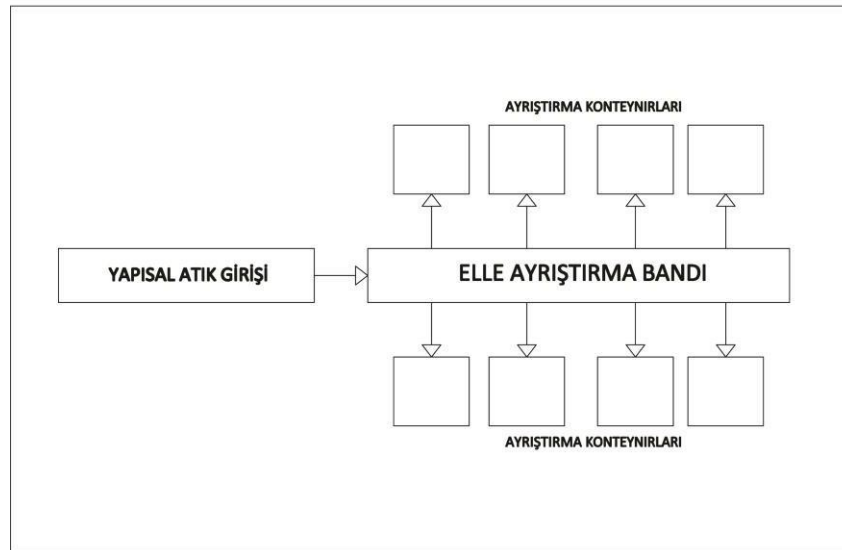


Şekil 29: Yoğun İş Makineli Yaklaşım [1]

Karışmış durumda olan yapısal atıklar birçok farklı türde atığı bir arada bulundurmaktadır. Bu nedenle yapısal atıkların doğru ve verimli bir biçimde değerlendirilebilmesi için karışmış durumda olan yapısal atıkların özenli ve denetimli biçimlerde ayrıştırılması gerekmektedir.

Yapısal Atıkların Elle Ayrıştırılması

Yapısal atıkların elle ayrıştırılması kombine ve basit yaklaşımın ana ayrıştırma sistemini oluştururken, yoğun iş makineli yaklaşım için mekanik ayrıştırma öncesi, ayıklama bandı adı verilen taşıyıcı bant üzerinde çalışanların göz ve el yardımıyla gerçekleştirdikleri ayrıştırma yöntemidir [38]. Yapısal atıkların elle ayrıştırılması akış grafiği Şekil 28’de belirtildiği biçimde gerçekleştirilmektedir.



Şekil 30: Yapısal Atıkların Elle Ayrıştırılması

Yapısal Atıkların Mekanik Ayırıştırılması

Mekanik ayırıştırma yöntemi çubuklu elek (bar screening), döner elek (trommelscreening), mıknatıslı ayırıştırıcı (magneticseparation), hava üfleyicili ya da hava emici ayırıştırıcı (airclassification), elle ayırıştırma (manuel separation), gibi yöntemlerden oluşan bir sistemdir. Mekanik ayırıştırıcı sistemde bir saat içerisinde yaklaşık olarak 6 ton atık ayırıştırılması gerçekleştirilebilir . Bu araçlar 300mm'den küçük çaplı yapısal atıkların ayırıştırılması için uygundur. Bu ayırıştırma yönteminde çapı 300mm'den küçük yapısal atıklar sisteme giriş yapar. Çubuklu elekten geçen atıklardan kum, toprak, çakıl, çakıl taşı döner elekten, dairesel eleğe geçiş yapar ve bu atıklar yığından ayırıştırılmış olur. Geri kalan atıklar mıknatıslı ayırıştırıcıya aktarılır ve bu noktada içerisinde demir bulunan metaller ayırıştırılır. Ardından hava kökenli ayırıştırıcı ile plastik, kâğıt, karton vb. gibi hafif olan yapısal atıklar ayırıştırılır [71]. Son olarak sistemde kalan atıklar elle ayırıştırma yöntemi ile ayırıştırılır. Sistemin tamamlanmasının ardından her atık değerlendirilmesi gereken noktaya ulaştırılır.

Yapısal Atıkların Mıknatıslı Sistem ve Girdap Akımı Yöntemi İle Ayırıştırılması

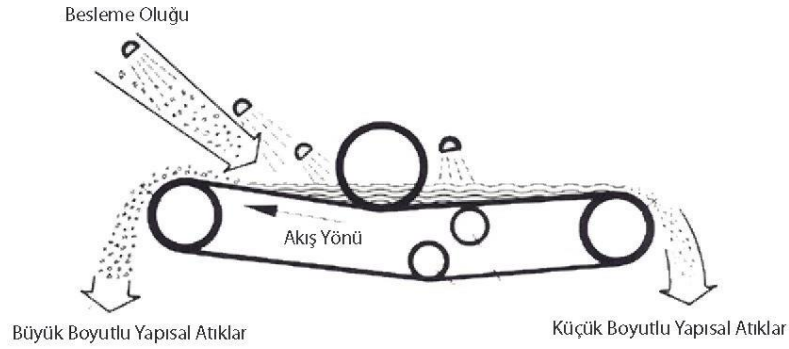
Mıknatıslı ayırıştırma demir ve demir içeren metallerin ayırıştırılması için uygun iken demir ve demirli ürünler dışında alüminyum, bakır, pirinç, çinko ve kurşun gibi yapıda kullanılan birçok farklı türde metal bulunmaktadır. Bu metaller mıknatıslı sistemlerle ayırıştırılamayan metallerdir. Bu nedenle demir içermeyen diğer metallerin ayırıştırılması için girdap akımı yöntemi kullanılmalıdır. Girdap akımı ayırıştırması demir ya da demir içermeyen metal yapısal atıkların elektriksel iletkenlik ve manyetik geçirgenlik gibi özelliklerine dayanarak sınıflandırma yapan sistemlerdir [72].

Yapısal Atıkların Ayırıştırılmasında Emici ve Üfleyici Sistemler

Hava kökenli ayırıştırıcı yöntemler kâğıt, karton, sunta, plastik, yalıtım malzemeleri, ahşap vb. gibi hafif atıkların ayırıştırılmasında kullanılır. Bu ayırıştırma yöntemi kuvvetli rüzgar akımı yardımıyla ayırıştırma yapmaktadır. Taşıyıcı bant yardımıyla yapısal atıklar taşınır ve bant sonunda yapısal atıklar banttan düşürülür ve banttan düşen yapısal atıklar hava etkisiyle ayırıştırılır. Ancak ağır olan ve rüzgar etkisinden etkilenmeyen yapısal atıklar bu noktada başka bir yere ayırıştırılır ve işlem tamamlanmış olur [38].

Yapısal Atıkların Sıvı Sistemlerle Ayırıştırılması

Ayrıştırma yöntemlerinden biri olan sıvı sistemlerle ayrıştırma ile hafif yapısal atıkların su banyosunda ayrıştırılması hedeflenir. Bu atıklardan genellikle hafif olan atıklar batmadan yüzerken, taş, tuğla ve beton gibi atıklar suyun dibine batmaktadır ve bu biçimde ayrıştırılma sağlanmaktadır. Taş, tuğla, beton vb. gibi yapısal atıkların bu yöntem ile yıkanmış olması sistemin avantajlı durumu iken, yüksek değerli atıklar bu ayrıştırma yöntemi ile kirlenmeleri olumsuz bir durum oluşturmaktadır. Sıvı sistemlerle ayrıştırma yönteminde Aquamotor sistemi önemli bir sıvı ve mekanik sistemin aynı anda kullanıldığı gelişmiş bir araçtır. Uzun bir taşıyıcı bant üzerine yapısal atıklar dökülür ve su taşıyıcı bandın ters yönünde püskürtülür, hafif olan yapısal atıklar su püskürtme yönünde ilerlerken ağır olan yapısal atıklar bandın ilerleme yönünde ayrıştırılmaktadır. Bu sistem oldukça hızlı ve etkili bir yöntemdir [38].



Şekil 31: Aquamotor Sistemi [38]

4.1.8.5 Yapısal atıkların depolanması

Yapısal atıkların gerekli işleme seçeneklerinden geçirilmesinin ardından değerlendirme öncesinde başka alanda değerlendirilecek atıkların alanda geçici, alan içerisinde değerlendirilecek atıkların ise yeniden kullanılacakları sürece kadar uygun koşullarda depolanması gerekmektedir. Depolama sürecinde sökümü ya da yıkımı gerçekleştirilmiş olan yapısal atıkların değerlendirme öncesinde herhangi bir zarar, tehlike, kirlilik vb. gibi etkilenim ile karşı karşıya kalmadan uygun koşullarda değerlendirme sürecine aktarımının yapılması gerekmektedir.

Yapısal atıkların depolanması;

- Depolama alanlarının düzenlenmesi,
- Ayırıştırma yapılacak uygun boyutlarda ve türlerde konteynırların belirlenmesi,
- Konteynırların depolama alanında yerlerinin belirlenmesi,
- Depolama işleminin gerçekleştirilmesi,
- Taşımaya uygun duruma getirilmesi ve taşıma

aşamalarından oluşmaktadır [56].

Yapısal atıkların depolanma süreci ile ilgili çalışmalar, çalışma alanının planlaması aşamasında başlar. Bu planlamalar sürecinde depolama alanın planlanması ile birlikte yapı analizi sonucunda çıkacak olan verilere göre belirlenen yapısal atık boyutuna uygun depolama alanlarının boyutlarına, oluşacak yapısal atıkların türlerine uygun konteynır türlerine karar verilir. Yapısal atıkların alanda depolanmasında fiziksel olarak tehlikelilik barındıran cam, paslı metal vb. gibi ve yapısına kolaylıkla kirlilik karışabilen ya da çevresel etkilerle kolaylıkla yıpranabilen ahşap, plastik vb. gibi özel depolama koşullarına gereksinim duyan atıkların depolanması önem taşımaktadır.

Yapı sökülme – yıkım anı aşamasının tamamlanması ile yapı sökülme – yıkım sonrası aşamasına geçilir. Yapı sökülme – yıkım anı aşamasında eylem adımları Şekil 30’de ayrıntılı biçimde belirtilmiştir.

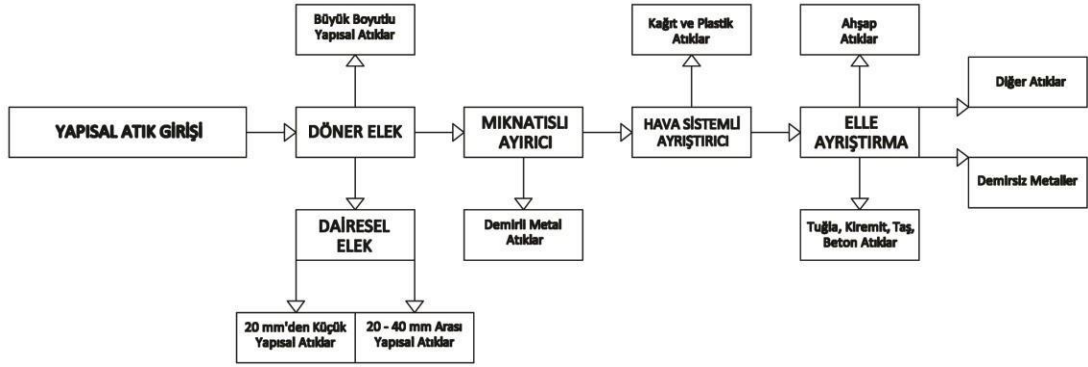
4.2 Yapı Sökümü – Yıkımı Sonrası Aşamasında Yapısal Atık Yönetimi

Yapı sökümü – yıkımı sonrası aşamasında yapısal atık yönetimi planlamaların doğru eylem adımları ile gerçekleştirildiği aşamadır. Bu aşamada genel olarak yapısal atıkların planlamadaki adımlarla değerlendirme aşamasına hazır duruma getirilmesi sağlanmaktadır. Değerlendirme sürecinin uygun adımlarla gerçekleştirilmesinin ardından yapı alanı sonraki hedefe hazır duruma getirilmek için temizlenmesi ve düzenlenmesi gerekmektedir. Yapı alanına yeni yapı yapılacak ise söküm – yıkım sürecinde yapılan düzenlemeler, önlemler yapım sürecinde de korunabilir ve alanda yeniden kullanılacak ürünler gerekli işlemlerden geçirilmesinin ardından alanda uygun koşullarda depolanarak bırakılabilir. Alanda yeni yapı yapımı hedeflenmesi durumunda alanda kullanılmayacak yapısal atıklar ve alanın boş ya da yeşil alana dönüştürülmesi hedeflendiğinde alanda oluşan tüm yapısal atıklar gerekli bütünlük tesislere taşınması gerekmektedir. Yapı alanı boş alana ya da yeşil alana dönüştürüleceği hedeflendiyse alanda çalışma sürecinde yapılmış düzenlemeler ve önlemler yapı çevresindeki yaşamı etkilemeyecek biçimlerde sonlandırılır ve alan temizlenir.

4.2.1 Yapısal atıkların bütünlük tesislerde işlenmesi

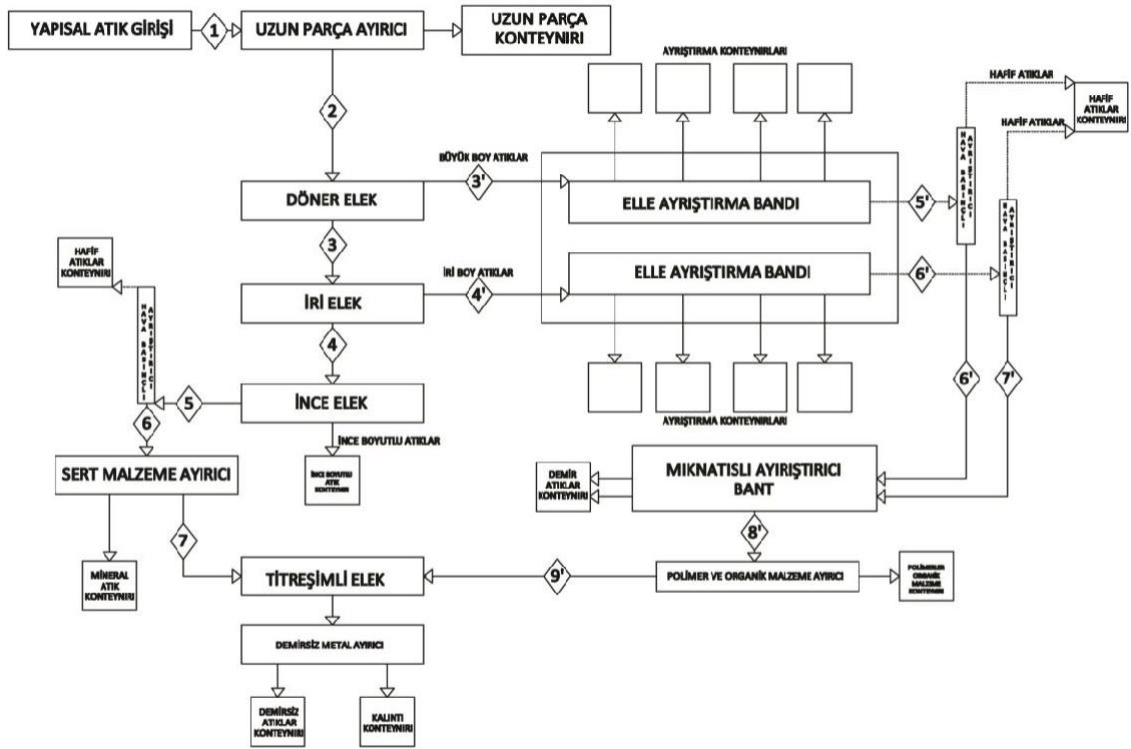
Yapısal atıkların ayrıştırılmasında ve kırıcılarla boyutlandırılmasında kullanılan bütünlük tesisler, tüm ayrıştırma ve boyutlandırma yöntemlerini bir arada barındıran sistemlerdir. Yapısal atıkların ayrıştırılmasında ve boyutlandırılmasında bütünlük tesisler kendi içlerinde farklılıklar göstermektedir. Bütünlük tesisler temel olarak sadece ayrıştırma yapan sistemler ve hem ayrıştırma hem de kırıcılarla boyutlandırma yapan sistemler olmak üzere ikiye ayrılırlar. Bu sistem seçimi gereksinimlere göre belirlenebilir. Ayrıştırılacak olan yapısal atığın niteliğine göre tesis içerisinde uygulanacak işlemler öncesinde dahil edileceği sisteme karar verilir. Yapısal atık niteliği hangi işlemde geçmesi gerekiyorsa o sistemden geçirilerek ayrıştırılır ya da boyutlandırılır. Aşağıda gösterilen şekillerde örnek ayrıştırma tesisleri akış grafikleri verilmiştir. Bu örnek tesisler gereksinimlere göre yukarıda belirtilen ayrıştırma ve boyutlandırma sistemleriyle geliştirilebilir ya da değiştirilebilirler. Şekil 31’de akış grafiği verilmiş olan temel ayrıştırma yapan bütünlük tesis sisteminde yapısal atıkların döner elekten boyutsal sınıflandırmaları yapılır ardından mıknatıslı ayırıcı ile bünyesinde

demir bulunan yapısal atıklar, hava sistemli ayırıştırıcı ile kağıt ve plastik atıklar, elle ayırıştırma yöntemi ile mekanik olarak ayırıştırılmayan yapısal atıkların ayırıştırılması gerçekleştirilir.



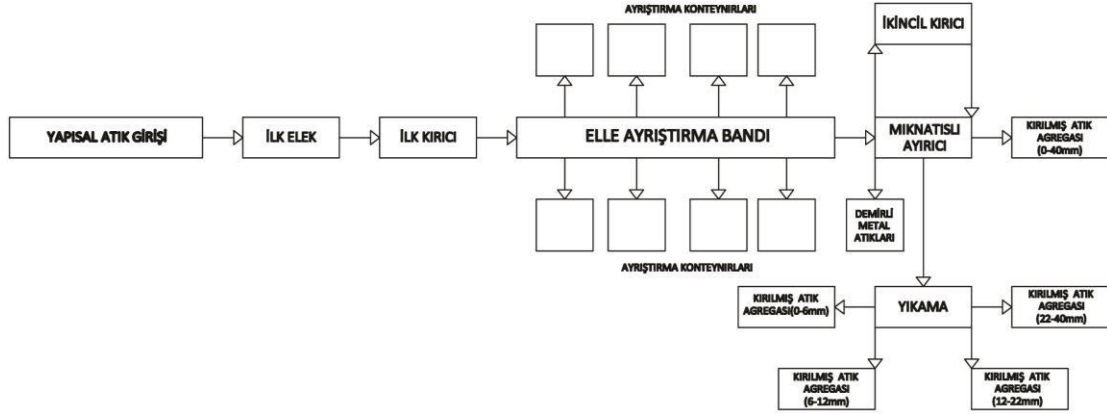
Şekil 33: Temel Ayırıştırma Yapan Tesis Akış Grafiği [71].

Şekil 32'de akış grafiği verilmiş olan ayrıntılı ayırıştırma yapan tesisi sistemi, 3 farklı elek sistemi, sert malzeme ayırıcı ve polimer ve organik malzeme ayırma adımları ile temel ayırıştırma yapan tesislere göre daha gelişmiş bir tesistir.



Şekil 34: Ayrıntılı Ayırıştırma Yapan Tesis Akış Grafiği [73]

Şekil 33’de akış grafiği verilen ayrıştırma ve kırıcılarla boyutlandırma yapan tesis sisteminde ise elek sisteminin yanında yapısal atıkların boyutlandırılması için 2 ayrı noktada kırıcı sistemlerden yararlanılmıştır. Ayrıca örnek olarak gösterilen sistemde agrega olarak kullanılmak üzere boyutlandırılmış yapısal atıklar sistemde yıkama işleminden geçirilmektedir.

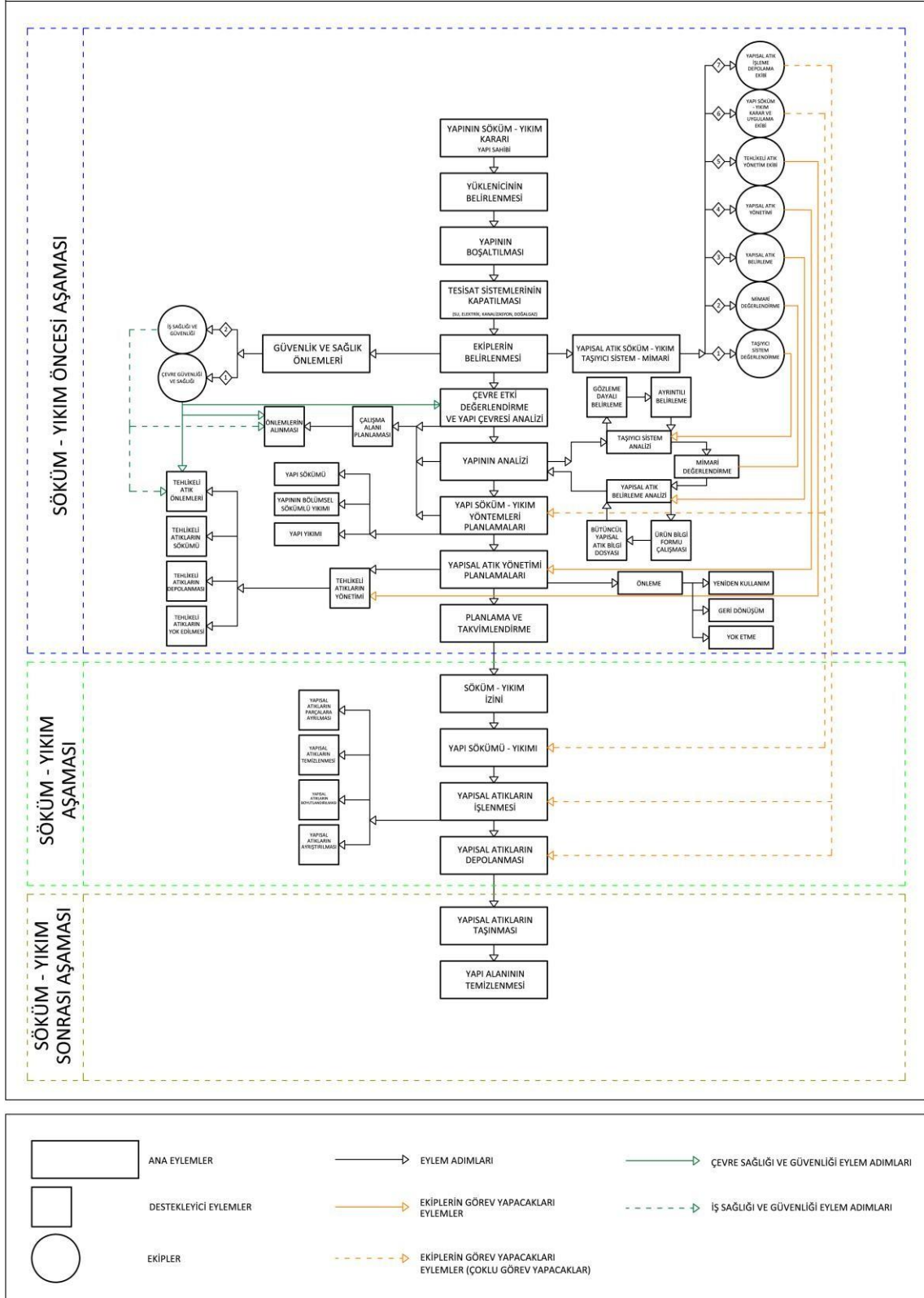


Şekil 35: Ayrıştırma ve Kırıcılarla Boyutlandırma Yapan Tesis Akış Grafiği [38]

Yapısal atık yönetimi sonucunda geri kazanımla ve verimli yok etme yöntemi ile değerlendirilemeyen ve gerekli tesislerde geri kazanılamayacak durumda olan yapısal atıklar yerel ya da merkezi yönetimlerin belirlediği yapısal atıkların toprakta depolama tesislerinde depolanarak yok edilmesi sağlanmalıdır.

Yapı söküm –yıkım çalışmalarında yapısal atık yönetiminde söküm – yıkım aşaması öncesi, söküm – yıkım anı, söküm – yıkım sonrası aşamalarının tamamlanması ile çalışma tamamlanmış olur. Çalışmanın bütünlük olarak eylem adımları Şekil 34’da ayrıntılı bir biçimde belirtilmiştir.

YAPI SÖKÜM - YIKIM ÇALIŞMALARINDA YAPISAL ATIK YÖNETİMİ ÖNERİSİ



Şekil 36: Yapı Söküm – Yıkım Çalışmalarında Yapısal Atık Yönetimi Önerisi

5. SONUÇ VE ÖNERİLER

Yapısal atıklar çevre sağlığında ve geleceğinde oluşturdukları riskler ve olumsuz etkiler nedeniyle yönetilmesi, yönetiminin denetlenmesi ve çevresel risklerinin kontrol altında tutulması gereken kentsel katı atıklardır. Ürün ve yapı üretiminde gereken yeni hammadde ve yeni enerji kullanımının azaltılabilmesi, geçmişte kullanılmış tehlikeli yapısal atıkların önlenmesi ve çevreye olumsuz etkilerde bulunmadan denetim altında tutulabilmesi için yapısal atıkların yönetilmesi gerekmektedir.

Yapıların yaşam süreçleri sonunda belirlenmiş bir hedefe odaklı olarak yok edilmeleri gerekmektedir. Yapının yok edildiği söküm – yıkım çalışmaları yapının yaşam süreçleri içerisinde en fazla yapısal atık üretiminin gerçekleştiği aşamadır. Yapıların sökümü – yıkımları, disiplinler arası çalışmaları içermesi gereken, yönetimsiz ve denetimsiz bir biçimde gerçekleştirildiğinde oldukça karmaşık duruma gelen ve çevreye çalışmalar ve yapısal atık oluşumu nedeniyle olumsuz etkileri olan bir süreçtir. Yapı söküm – yıkım çalışmalarında yapısal atıkların uygun koşullarda yönetilebilmeleri için tek başına yapısal atık üretimi sürecinin değerlendirilmesi ve planlanması yeterli değildir. Yapılan çalışmadan yapı yakın çevresinin ve oluşan yapısal atıklardan tüm çevrenin etkileniminin önlenmesi için yapı söküm – yıkım çalışmalarında sürecin bir bütün olarak ele alınması gerekmektedir.

Yapı söküm – yıkım çalışmaları disiplinler arası çalışmalarla yürütülen bir süreç olmasından kaynaklı olarak sürecin doğru bir biçimde yürütülebilmesinin en önemli koşulu süreci yönetecek doğru yüklenicinin seçimidir. Çalışmayı yürütecek yüklenici sürecin her adımına yönelik uygun ve konusunda uzman ekipleri yapısında bulundurması gerekmektedir. Yapı söküm – yıkım çalışmalarında; yapıların etkileşimde buldukları çevreden, yapı üretimi, yapı tasarımı, ürün kullanımı, kullanıcı farklılıklarından kaynaklı olarak her yapının kendi özelinde değerlendirilmesi gerekmektedir. Var olan yapının söküm – yıkım çalışmalarında yapının doğru bir biçimde değerlendirilebilmesi ve bu değerlendirme sonucunda eylem adımlarının, çalışmanın sürecinin doğru planlanabilmesi için var olan yapıda yönetilmesi gereken boyutun yapı analizi ve yapı yakın çevresi olanaklarının çevre etki değerlendirme ve yapı çevresi analizi ile belirlenmesi gerekmektedir. Yapılan analizler sonucunda yönetilmesi gereken boyutun ve alan olanaklarının ortaya konulmasının ardından

yapının sökülme – yıkım ve var olan yapısal atıkların değerlendirme yöntemlerine karar verilebilir. Yöntem kararlarının verilmesi ile çalışmanın planlama ve takvimlendirme aşamasına geçilerek çalışmanın süreç yönetimi ve bütüncül plan şeması oluşturulur. Tüm planlamaların tamamlanmasının ardından yapı sökülme – yıkım eylemine geçilir. Yapı sökülme – yıkım eylemi süresince planlamalar ve yöntem kararlarına herhangi bir sorunla karşılaşmadığı sürece uyulması gerekmektedir. Çalışmalar sonucunda oluşan atıklar doğru değerlendirme yöntemleri için gerekli işleme yöntemlerinden geçirildikten sonra yapısal atıklar değerlendirilecekleri noktalara ulaştırılmaları sağlanmalıdır. Yapısal atıklar farklı bir alanda değerlendirilmeleri durumunda alanda geçici olarak depolanırken; aynı alanda değerlendirilecek olan yapısal atıklar alanda kalıcı olarak depolanırlar. Tüm çalışmaların tamamlanmasının ardından yönetim eylem adımlarının son aşaması olarak yapı alanı, yapı yok etme çalışmasının ardından uygulanacak hedefe uygun olarak temizlenir ve hazırlanır. Çalışma eylem adımları aşağıda önerildiği biçimde gerçekleştirilmelidir.

Yapı Sökümü – Yıkımı Öncesi Aşamasında Yapısal Atık Yönetimi

- Alan Çalışması ve Yapısal Atık Belirleme Süreci
- Ekiplerin Belirlenmesi
- Çevresel Etki Değerlendirme ve Yapı Çevresi Analizi
- Yapı Analizi
- Yapı Sökümü – Yıkımı Kararları
- Çalışma Alanının Planlanması ve Önlemler
- Yapısal Atıkların Yönetimi Kararları
- Tehlikeli Yapısal Atık Yönetimi
- Yapısal Atıkların Yeniden Kullanımı
- Yapısal Atıkların Geri Dönüşümü
- Yapısal Atıkların Yok Edilmesi
- Yapı Sökümü – Yıkımı ve Yapısal Atık Yönetimi Planlaması

Yapı Sökümü – Yıkımı Aşamasında Yapısal Atık Yönetimi

- Söküm – Yıkım İzin Süreci
- Yapı Söküm – Yıkım Çalışmaları

- Yapısal Atıkların İşlenmesi
- Yapısal Atıkların Parçalara Ayırılması
- Yapısal Atıkların Temizlenmesi
- Yapısal Atıkların Boyutlandırılması
- Yapısal Atıkların Ayrıştırılması
- Yapısal Atıkların Depolanması

Yapı Sökümü – Yıkımı Sonrası Aşamasında Yapısal Atık Yönetimi

- Yapısal Atıkların Bütünleşik Tesislerde İşlenmesi

Yapı söküm – yıkım çalışmalarının önerilen rehber çalışmanın eylem adımları ile gerçekleştirilmesi sürecin yönetimi açısından tek başına yeterli değildir. Sürecin yönetiminde eylem adımları düzenlemeler ve yasal sistemlerle desteklenmelidir. Çalışmalar sürecinde eylem adımlarını desteklemesi gereken öneriler aşağıda belirtildiği biçimlerde sıralanmıştır.

- Türkiye’de var olan koşullarda yapı söküm – yıkım çalışmalarından sonra oluşan yapısal atıkların çevre sorunlara yol açmadan değerlendirilmesinde, önerilen çalışmanın eylem adımları doğru bir biçimde uygulanmalıdır ve tüm yapısal atık süreci önerilen rehber çalışmadaki biçimiyle bütüncül olarak ele alınmalıdır.
- Yapı sahibinin; çalışmanın tüm sorumluluğunu üstlenebilecek, konusunda uzman ekipleri bünyesinde barındıran, çalışma için uygun bir yüklenici seçmesi gerekmektedir.
- Yapı söküm – yıkım yöntem kararları aşamasında yapısal atıkların oluşumunun önlenmesi ve geri kazanılan yapısal atık miktarının artırılabilmesi için öncelikle yapı sökümü yöntemi, yapı tamamının sökümüne uygun değilse yapının bölümsel sökümlü yıkımı yöntemi, yapı iki yönteme de uygun değil ise son seçenek olarak yapı yıkımı yöntemi tercih edilmelidir.
- Yapı sökümü – yıkımı çalışmalarında kullanılacak gerekli donanım, teknik ve teknolojiler konusunda çalışmalar arttırılmalı, yapısal atık konusunda gelişmiş ülkelerdeki teknik, teknoloji ve yöntemlerden yararlanılarak yapısal atıkların çalışmalardan etkilenim düzeyi azaltılmalıdır.
- Türkiye koşullarında yapısal atıkların değerlendirilmesi için gerekli tesis ve

olanaklar oldukça yetersizdir. Bu nedenle yapısal atıkların gelecekte çevre problemlerine yol açmadan Türkiye’de bu olanakların sağlanması gerekmektedir. Bu olanakların sağlanabilmesi için merkezi ve yerel yönetimlerin değerlendirme tesisleri ve pazarları konularında özel sektöre örnek olacak çalışmaları gerçekleştirmesi gerekmektedir. Yapılan kamu çalışmaları akademik çalışmalarla desteklenmelidir. Ayrıca tesislerin özel sektör tarafından ilgi çekici duruma getirilebilmesi için gerekli yasal ve yönetsel düzenlemelerin yapılarak değerlendirilen yapısal atık miktarının arttırılması gerekmektedir.

- Çalışmanın tüm süreci yapı sahibi ve yapının bulunduğu yerdeki yerel yönetim kurumları tarafından denetim altında tutulmalıdır.
- Türkiye koşullarına uygun yapı söküm – yıkım çalışmalarının denetimli duruma getirilmesi için yapı söküm – yıkım yönetmeliği oluşturulmalı ve oluşturulan yönetmelik yasal zorunluluklarla desteklenmelidir.
- Türkiye’de uygun çalışmaların yapılabilmesi için yapı söküm – yıkım çalışmalarında ve yapısal atık yönetimi konusunda uzmanlaşmaya gidilmesi gerekmektedir. Özellikle teknik eleman yetiştiren lisans programlarında yapı söküm – yıkım yöntemleri ve yapısal atık yönetimi konularına yer verilmeli ve gerekli bilinç oluşturulmalıdır.
- Yapı söküm – yıkım çalışmalarından edinilen bilgilerle, yeni yapı üretiminde, yapı yaşam süreci boyunca üretebileceği düşünülen yapısal atıkların azaltılabilmesi için geri beslemeler sağlanmalı ve yapı üretimi konusunda yapısal atık üretimini azaltabilecek tasarımlar yapılmalı ve çözümler geliştirilmelidir. Ayrıca yasal ve yönetsel düzenlemelerle yeni yapı üretiminde ve yapılan onarımlarda değerlendirilmiş ürün kullanımı özendirilmelidir.

Yapı söküm – yıkım çalışmalarında yapısal atık yönetimi öneri çalışmasının yukarıda belirtilen öneriler ile eş zamanlı olarak gerçekleştirilmesiyle yapı çevresinin çalışmadan ve tüm çevrenin oluşan yapısal atıklardan etkileniminin düşük düzeye indirgeneceği, çalışmanın boyutunun doğru belirlenerek uygun çözümler geliştirileceği, yapısal atıkların dikkate alınarak uygun yöntemlerle sökümün ya da yıkımın sağlanacağı, oldukça yüksek düzeyde yapısal atık geri kazanımının sağlanacağı, yapısal atıkların geri kazanımı ile birlikte yapı ve ürün üretiminde yeni hammadde ve yeni enerji kullanımının oldukça düşük düzeye çekileceği, toprakta depolanarak yok edilen atık miktarını azaltılacağı,

Çalışmaların daha denetimli ve daha güvenli bir ortamda gerçekleştirileceği düşünülmektedir.

KAYNAKLAR

-
- [1] Öztürk, M.,(2012), MNE Çevre Yayınları İnşaat ve Yıkıntı Atıkları Yönetimi, www.mnecevre.com/insaatyikinti-atiklarinin-yonetimi, 20 Kasım 2013.
- [2] T.C. Resmi Gazete, Hafriyat Toprağı, İnşaat ve Yıkıntı Atıklarının Kontrolü Yönetmeliği, (25406), 18.Mart.2004.
- [3] Jeffrey, C., (2011), “Construction and Demolition Waste Recyclling A Literature Review”, <http://www.dal.ca/content/dam/dalhousie/pdf/sustainability/Final%20C%26D%20literature%20review.pdf>, 15 Aralık 2013.
- [4] Lambert, G. ve Domizio, L.,(1993), Construction and Demolition Waste Disposal: Management Problems and Alternative Solutions, <http://infohouse.p2ric.org/ref/07/06652.pdf>, 18 Mayıs 2014.
- [5] DSM Environmental Services Inc, (2008), 2007 Massachusetts Construction and Demolition Debris Industry Study Final Report, Massachusetts.
- [6] COWAM, (2006), Construction and Demolition Waste Management in Germany, http://cowam.tec-hh.net/Germany_CD_Waste.pdf, 12 Mayıs 2014.
- [7] MSW Consultant, (2008), Construction and Demolition Debris Composition Study Final Report, Kuzey Carolina.
- [8] Limoncu, S. ve Özkun, Ü., (2008), ”Yapısal Atık Oluşumu ve Atık Yönetimi”, 4. Ulusal Yapı Malzemesi Kongresi ve Sergisi, 2008, İstanbul.
- [9] Osmani, M., Glass, J. ve Price, A., (2008),“Architects’ Perspectives On Waste Reduction by Design”, Waste Management, 28: 1147-1158.
- [10] United States Environmental Protection Agency, (2003), Estimating 2003 Building Related Construction and Demolition Materials Amount, www.epa.gov/osw/conservation/rrr/imr/cdm/pubs/cd-meas.pdf, 15 Ekim 2013.
- [11] Coşgun, N.ve Esin, T., “Türkiye’de Yapısal Atık Yönetim(sizlik) Sorunları “. Çevkos- 5 Türkiye’de Çevre Kirlenmesi Öncelikleri Sempozyumu V. Bildiriler Kitabı, s.19-24, 11- 12 Mayıs 2006, Gebze
- [12] Haberself, Gölcük Depremi İle İlgili Bilinmesi Gereken 7 Gerçek, <http://www.haberself.com/h/2527/>, 15 Nisan 2014.
- [13] Elias – Özkan, S., (2005), “ The State Of Deconstruction In Turkey (Technical Report on Deconstruction for Turkey)”, Deconstruction and Material Reuse An International Overview CIB Report, (Publication 300), 90 – 6363-044-1.
- [14] Elias – Özkan, S.,(2003),”Binaların Sökümü ve Yıkımı”, Ankara Mimarlar Odası Bülteni 12:38-41, Ankara.
- [15] İstaç A.Ş., İnşaat, Yıkıntı ve Hafriyat Atıkları, <http://www.istac.com.tr/hizmetler/insaati-yikinti,-hafriyat-atiklari/hafriyat->

[genel-bakis.aspx](#), 22 Şubat 2014.

[16] İstaç A.Ş., İnşaat, Yıkıntı ve Hafriyat Atıkları, <http://www.istac.com.tr/hizmetler/insaat-yikinti,-hafriyat-atiklari/tamamlanan-projeler.aspx>, 22 Şubat 2014.

[17] İstaç A.Ş., İnşaat, Yıkıntı ve Hafriyat Atıkları, <http://www.istac.com.tr/hizmetler/insaat-yikinti,-hafriyat-atiklari/hafriyat-sahalari-doluluk-oranlari.aspx>, 22 Şubat 2014.

[18] Ölmez, E. ve Yıldız, Ş., (2008), “İnşaat ve Yıkıntı Atıklarının Yönetimi ve Planlanan İstanbul Modeli”, Kent Yönetimi, İnsan ve Çevre Sorunları’08 Sempozyumu, Kasım 2008.

[19] İstaç A.Ş., İnşaat, Yıkıntı ve Hafriyat Atıkları, <http://www.istac.com.tr/hizmetler/insaat-yikinti,-hafriyat-atiklari/depolama-ve-geri-kazanim-isi.aspx>, 22 Şubat 2014.

[20] Nuray, A., (2012), Tehlikeli Atık Beyan Sistemi, www.istac.com.tr/media/48279/Arzu%20NURAY%20-%20Tehlikeli%20Atık%20Beyan%20Sistemi.pdf, 26 Mart 2014.

[21] Worksafe New Zealand, Demolition – Best Practice Guidelines For Demolition in New Zealand”, www.business.govt.nz/worksafe/information-guidance/all-guidance-items/best-practice-guidelines-for-demolition-in-new-zealand, 22 Şubat 2014.

[22] Çevreonline, ÇED, www.cevreonline.com/ced.htm, 22 Nisan 2014.

[23] Kaptan, M.,(2010), Anıtsal Yığma Binalarda Risk Düzeyinin Tespitine İlişkin Bir Öndeğerlendirme Yöntemi, Doktora Tezi, Yıldız Teknik Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü, İstanbul.

[24] Macozoma, D., (2001), Building Deconstruction Report, CIB, BOU/C358, Pretoria, South Africa.

[25] Dil Derneği, <http://www.dilderneği.org.tr/TR,274/turkce-sozluk-arabul.html>, 16 Nisan 2014.

[26] Hobbs, G. ve Hurley J., (2001), “Deconstruction and the Reuse of Construction Materials”, Deconstruction and Material Reuse, Technology, Economics and Policy, CIB Report 266.

[27] Abanuz, F., (2005), Eskimiş Betonarme Yapılarda Yıkımın Planlanması, Yüksek Lisans Tezi, İstanbul Teknik Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü, İstanbul.

[28] Ohio Üniversitesi, Deconstruction, drc.ohiolink.edu/bitstreamhandle/2374.ox/181286/Deconstruction.pptx, 22 Şubat 2014.

[29] Chini, A., (2005), “Introduction: Deconstruction and Material Reuse an International Overview”, Deconstruction and Material Reuse An International Overview" CIB Report, (Publication 300), 90 – 6363-044-1.

[30] Region 4 Dod Pollution Prevention Partnership in Conjunction ve Georgia Dod pollution Prevention Partnerhip Solid Waste & Recycling Work Team, (2002), Best Management Practices Resource Guide C&D Waste Management and Sustainable Building Design, (Chapter 4).

[31] Symonds Group, (1999), Report to DGXI, European Commission,

Construction and Demolition Waste Management Practices, and Their Economic Impacts, Final Report, 46967.

[32] The Restore, Building Deconstruction, Green Demolition and Decon '13, <http://re-store.org/building-deconstruction-green-demolition-and-decon-13/>, 20 Mart 2014.

[33] Branz, Art Deco Home, Hamilton – Deconstruction, http://www.branz.co.nz/cms_display.php?st=1&sn=108&pg=12464, 13 Mayıs 2014.

[34] Kickstarter, Designed for RX Made: Upcycled Product Launch, <https://www.kickstarter.com/projects/rxmade/created-for-rx-made-upcycled-product-launch>, 19 Mayıs 2014.

[35] Nakajima, S., (2005), “The State of Deconstruction Japan”, Deconstruction and Material Reuse An International Overview, CIB Report, (Publication 300), 90 – 6363- 044-1.

[36] Falk, R. Ve Mckewer, D., (2004), “Recovering wood for reuse and recycling a United States Perspective”, 2004 European COST E31 Conference.

[37] Storey, J., Gjerde, M., Charleson, A. ve Pedersen, M.,(2005), “The State of Deconstruction In New Zealand”, Deconstruction and Material Reuse An International Overview CIB Report, (Publication 300), 90 – 6363-044-1.

[38] Hendriks, C. Ve Pietersen H., (2000), Sustainable Raw Materials Construction and Demolition Waste, Rilem Publications, Report 22, 2-912143-17-9.

[39] Atkinson, C., Collaborating To De-Privatize the Classroom, <http://edreach.us/2012/01/19/collaborating-to-de-privatize-the-classroom/>, 25 Mayıs 2014.

[40] MTK İnşaat, Yıkım Metotları, www.mtkinsaat.com/iletisim/katalog_MTK_YIKIM.pdf, 12 Şubat 2014.

[41] Construction Machinery, Volvo Demolition Machines, <http://www.volvoce.com/dealers/en-gb/cyprus/products/demolitionequipment/Pages/demolition-equipment.aspx>, 15 Mart 2014.

[42] Caba Cardox, Cardox Sistemi, <http://www.caba-cardox.com/cardox.aspx>, 20 Mart 2014.

[43] Direct Industry, Water-jetting Robot For Concrete Renovation, http://www.directindustry.com/prod/conjet/water-jet-demolition-machines-64185-430764.html#product-item_430760, 18 Nisan 2014.

[44] Emlakwebtv, Kentsel Dönüşüm Devam Ediyor, <http://www.emlakwebtv.com/fotogaleri/59/kentsel-donusum-devam-ediyor#ad-image-9>, 22 Mayıs 2014.

[45] Greer, D., (2004), “Preventing Debris from Demolition, Building Deconstruction Industry”, Biocycle, 45: 36-42.

[46] Rezaei, S., Şantiye Çeşitleri, <http://rezashirzad.files.wordpress.com/2012/02/c59fantiye-c3a7ec59fitleri2.pdf>, 12 Nisan 2014.

[47] UK Health and Safety Executive (HSE), (2013), Yapım Tozları

(Construction Dust), Construction Information Sheet 36(Rv.:2).

[48] Resmi Gazete, Tehlikeli Atıkların Kontrolü Yönetmeliği,(25755), 14 Mart 2005

[49] Doğru, B., 2012, Türkiye’de Tehlikeli Atıkların Yönetimi ve Yasal Düzenlemeler,
<http://www.istac.com.tr/media/48324/Bet%C3%BCI%20DO%20RU->

[50] %20Tehlikeli%20Atıkların%20Yönetimi%20ve%20Yasal%20Düzenlemeler.pdf, 15 Nisan 2014.

[51] Balanlı, A., ve Tuna Taygun, G., (2005), “Yapı Biyolojisi ve Asbest”, Mimarist, 16:107-110.

[52] Cevreonline, Poliklorlu Bifenil ve Poliklorlu Terfeniller (PCB – PCT), www.cevreonline.com/atik2/pcbct.htm, 12 Şubat 2014.

[53] Hobbs, G. ve Hurley J., (2005), “ UK Country Report on Deconstruction”, Deconstruction and Material Reuse An International Overview, CIB Report, (Publication300), 90 – 6363-044-1.

[54] T.C. Kültür Bakanlığı Kültür ve Tabiat Varlıklarını Koruma Yüksek Kurulu, Taşınmaz Kültür Varlıklarının Gruplandırılması, Bakım ve Onarımları 660 Numaralı İlke Kararı, <http://teftis.kulturturizm.gov.tr/TR,14330/660-nolu-ilke-karari-tasinmaz-kultur-varliklarinin-grup.html>, 15 Mart 2014.

[55] Akbulut, H. ve Gürer, C., (2003), “Mermer Atıklarının Çevresel Etkileri ve Yol Katmanlarında Kullanarak Faydalanma ve Atık Azaltma İmkanları”, Türkiye 4. Mermer Sempozyumu, Afyon.

[56] Dolan, P., Lampo, R. ve Dearborn, J., (1999), Concepts dor Reuse and Recycling of Construction and Demolition Waste, U.S. Army Corps of Engineers Construcion Engineering Research Labrotories Technical Report.

[57] Schultmann, (2005), “Deconstruction In Germany”, Deconstruction and Material Reuse An International Overview CIB Report, (Publication 300), 90 – 6363-044-1.

[58] Topal, S., (2009), Yapısal Atıkların Geri Dönüşüm Potansiyellerinin Araştırılması, Yüksek Lisans Tezi, Gebze Yüksek Teknoloji Enstitüsü Mühendislik ve Fen Bilimleri Enstitüsü, Gebze.

[59] Demir, İ.,(2009), “İnşaat Yıkıntı Atıklarının Beton Üretiminde Kullanımı ve Beton Özelliklerine Etkisi” Afyon Kocatepe Üniversitesi Fen Bilimleri Dergisi, 2009-02:105-114,Afyon.

[60] Tam., V. ve Tam, C., (2006), “A Review on the Viable Technology for Construction Waste Recycling”, Resources, Conservation and Recycling, 47:209-221.

[61] Thormark, C., (2001), Recyling Potential and Design for Disassembly in Buildings, Yüksek Lisans Tezi, Lund Üniversitesi, Lund Teknoloji Enstitüsü, Lund, Sweeden.

[62] Kartam, N., Al-Mutairi, N., Al-Gousain, İ. ve Al-Humanud, J.,(2004),”Environmental Management of Construction and Demolition Waste in Kuwait”, Waste Management 24:1049-1059.

[63] Arda Metal, Geri Dönüşüm,
<http://www.ardametal.com.tr/geridonusum.html>, 16 Mart 2014.

- [64] Whole Building Design Guide A Programme of the National Institute for Building Science, Construction Waste Management, www.wbdg.org/resources/cwmgmt.php, 26 Şubat 2014
- [65] Tekno Asfalt, Geri Dönüşüm Plenti, www.teknoasfalt.com/detay/geri_dönüşüm_plenti.html, 27 Mart 2014.
- [66] Montero, A., Tojo, Y., Matsuo, T., Yamada, M., Asakura, H. ve Ono, Y., (2010), “ Gypsum and Organic Matter Distribution in a Mixed Construction and Demolition Waste Sorting Process and Their Possible Outputs”, *Journal of Hazardous Materials*, 175:747-753
- [67] Öztürk, M., (2006), *Kanalizasyonda Hidrojen Sülfür Gazı Oluşumu ve Sağlık Üzerine Etkileri*, Çevre ve Orman Bakanlığı, Ankara.
- [68] Huang, W., Lin, D., Chang, N. ve Lin, K., (2002), “Recycling of Construction and Demolition Waste via a Mechanical Sorting Process”, *Resources, Conservation and Recycling* 37:23-37.