

KENTSEL DÖNÜŞÜM, DEPREM VE OLASI DİĞER AFETLER SONUCUNDA OLUŞAN YIKINTI ATIKLARININ YÖNETİMİ REHBERİ



Ana Sponsorlar

AKÇANSA

İC Çiçtaş inşaat
&

Destek Sponsor

ÇİMSA

Aynı Katkı Desteği

 **KALKINMA YATIRIM**
BANKASI

Künye

Adres Barbaros Mah. Begonya Sk, Nidakule Ataşehir Batı Blok No:1 İç Kapı No:2 Ataşehir, İstanbul
Tel +90 212 807 02 05
E-mail info@skdturkiye.org

Sponsorlar

Ana Sponsorlar

AKÇANSA ÇİMENTO SANAYİ VE TİCARET A.Ş.
İC İÇTAŞ İNŞAAT SANAYİ VE TİCARET A.Ş.

Destek Sponsor

ÇİMSA ÇİMENTO SANAYİ VE TİCARET A.Ş.

Aynı Katkı Sponsoru

TÜRKİYE KALKINMA YATIRIM BANKASI A.Ş.

Yayına Hazırlayanlar

Konca Çalkıvık	SKD Türkiye, Genel Sekreter
Noyan Ergül	SKD Türkiye, İş Geliştirme ve Paydaş İlişkileri Müdürü
Serkan Soyuer	SKD Türkiye, Proje Yöneticisi
Berzem Erbin	SKD Türkiye, Kurumsal İletişim Yöneticisi
Serhat Şabap	SKD Türkiye, Kurumsal İletişim Uzmanı
Mehmet Sefa Elbay	Rapor Tasarım

Yazarlar

Prof. Dr. Erdem Görgün	io Çevre, Proje Koordinatörü
Sinem Erdoğdu (MSc.)	io Çevre, Proje Yöneticisi
Rabia Özge Mumcu	io Çevre, Proje Mühendisi
Elif İrmak Erdem (MSc.)	io Çevre, Proje Mühendisi

Katkı Sağlayanlar

Dr. Gergely Borosi	Akçansa, Genel Müdür Yardımcısı – İşletmeler
İlker Koç	Akçansa, Genel Müdür Yardımcısı - Hazır Beton, Agregası Satış ve Pazarlama
Mustafa Erhan Arslan	Akçansa, Fabrika Müdürü – Büyükçekmece
Muhittin Tarhan	Akçansa, Mega Projeler ve Agregası Satış, Operasyon Ve Teknik Grup Müdürü
İsmail Gökalp	Akçansa, Ar-Ge Ve Çimento Teknolojileri Müdürü
Hamdi Buğra Alpak	Akçansa, Çevre Müdürü
İsmail Uyar	İC İçtaş İnşaat, Genel Müdür Yardımcısı
Ayçe Yılmaz Canlı	İC Holding, Kıdemli Sürdürülebilirlik Müdürü
Serhat Arabacı	İC İçtaş İnşaat, Kıdemli İSG ve Çevre Müdürü
Müge Erdoğmuş	İC İçtaş İnşaat, Kalite Şefi
Kübra Elşan	İC Holding, Sürdürülebilirlik Uzman Yardımcısı
Ali Ergölen	Çimsa, Hazır Beton ve Agregası Satış Grup Müdürü
Neslihan Ergüven	Çimsa, Sürdürülebilirlik, İSG ve Çevre Grup Müdürü
Serdar Aydeniz	Çimsa, Hazır Beton ve Agregası Akdeniz Bölge Müdürü
Tayfun Yıldırım	Çimsa, Çimento Akdeniz Bölge Müdürü
Berrak Avcıoğlu	Çimsa, AR-GE Müdürü
Ayten Çaputçu	Çimsa, AR-GE Mühendisi
Zeynep Selin Güler	Çimsa, Sürdürülebilirlik Yöneticisi
Elif Mürtekin	Çimsa, Sürdürülebilirlik Uzmanı
Asaf Akyol	Çimsa, Hazır Beton Kalite Lideri
Murat Kılıç	Çimsa, Teknik Lider
Sinem Sudan	TKYB, Yönetici Yardımcısı
Dila Aytekin	TKYB, Kıdemli Uzman
Yasemin Akbaş	TKYB, Uzman Yardımcısı
Erhan Çalışkan	Sürdürülebilirlik Profesyoneli

İstanbul Büyükşehir Belediyesi Çevre Koruma ve Kontrol Dairesi Başkanlığı

İstanbul Çevre, Şehircilik ve İklim Değişikliği İl Müdürlüğü Afet Koordinasyon Şube Müdürlüğü

İstanbul Çevre, Şehircilik ve İklim Değişikliği İl Müdürlüğü Çevre Şube Müdürlüğü

Kocaeli Büyükşehir Belediyesi Atık Yönetimi Şube Müdürlüğü

Marmara Belediyeler Birliği

SKD Türkiye Hakkında

İş Dünyası ve Sürdürülebilir Kalkınma Derneği (SKD Türkiye), sürdürülebilir kalkınma yaklaşımı ile ilgili farkındalık yaratılması, bu yaklaşımın benimsenmesi ve yaşama geçirilmesi amacı ile 2004'te kuruldu. Kurulduğu yıldan beri sürdürülebilir kalkınma kavramını iş dünyasında yaygınlaştırmaya çalışıyor, bu konu ile ilgili örneklerin ve iyi uygulamaların artmasını teşvik ediyor.

Hâlihazırda, SKD Türkiye çatısı altında, Türkiye'nin GSYH'nin %28'ini temsil eden ve 1,1 milyon kişiye istihdam sağlayan 37 farklı sektörden 157 üye şirket bulunuyor.

Sürdürülebilir kalkınma konusuna ilişkin politikaların oluşturulmasına katkı sağlayan SKD Türkiye, aynı zamanda sürdürülebilir kalkınma konusunda altyapı ve araçların geliştirilmesi için de çalışmalar yapıyor.

İş dünyası, kamu, üniversiteler, sivil toplum kuruluşları, belediyeler, yerel idareler ile iş birliği içinde çalışıyor. SKD Türkiye, Dünya Sürdürülebilir Kalkınma İş Konseyi'nin (WBCSD) üyesi ve iş ortağı olarak Türkiye'yi uluslararası düzeyde temsil ediyor. Birleşmiş Milletler ve bağlı kurumları, Dünya Bankası, Avrupa Komisyonu vb. düzenleyici ve yönlendirici konumdaki uluslararası kuruluşlar ile bilgi ve deneyim paylaşımı ve ortak projelerde iş birliği yapıyor.

Hedefler

- Sürdürülebilir kalkınma kavramının iş dünyası ve kamuoyunda bilinirliğini artırmak
- Sürdürülebilir kalkınma konusu ile ilgili örnek teşkil edecek iyi uygulamaların artmasını teşvik etmek, tanıtılmasını sağlamak
- Sürdürülebilir kalkınma konusuna ilişkin politikaların oluşturulmasına katkı sağlamak
- Sürdürülebilir kalkınma konusunda uygun araç ve kanallar geliştirmek için çalışmalar yapmak

Strateji

Strateji Birleşmiş Milletler (BM) tarafından Eylül 2015'te açıklanan Sürdürülebilir Kalkınma Amaçlarını temel alarak stratejisini ve çalışma yapısını paralel hale getiren SKD Türkiye "savunucu bazlı düşünce örgütü" olarak aşağıda belirtilen 5 odak alanında çalışmalarına devam ediyor.

- Düşük Karbon Ekonomisine Geçiş ve Verimlilik
- Sürdürülebilir Tarım ve Gıdaya Erişim
- Sürdürülebilir Sanayi ve Döngüsel Ekonomi
- Sürdürülebilir Finans ve Risk Yönetimi
- Sosyal İçerme ve Kapsayıcılık

İçerik

Yönetici Özeti	4
1. Giriş	6
1.1. Afetler ve Kentsel Dönüşüm Sonucu Oluşan Yıkıntı Atıklarının Yönetimi Neden Önemli?	6
1.2. Yıkıntı Atıklarının Ekonomik Potansiyeli Nedir?	6
1.3. Türkiye’de Yıkıntı Atıklarının Yönetiminde Mevcut Durum Nasıldır?	6
1.4. Bu Rehberin Amacı ve Kapsamı Nedir?	8
1.5. Rehberin İçeriğinde Hangi Bilgiler Bulunur?	8
2. Sürdürülebilir Kalkınma ve Sıfır Atık Perspektifi ile Yıkıntı Atıklarının Yönetimi	9
2.1. Yıkıntı Atıkları Yönetimine Sürdürülebilir Kalkınma Amaçları Perspektifi	9
2.2. Yıkıntı Atıkları Yönetiminde Sıfır Atık ve Döngüsel Ekonomi Yaklaşımları	11
3. Yıkıntı Atıklarının Yönetiminde Mevcut İyi Uygulamalar	14
3.1. Politikalar ve İktisadi Araçlar	15
3.2. Yıkıntı Atıklarının Önlenmesi ve Azaltılması	17
3.2.1. Genel Prensipler	17
3.2.2. Eko Tasarım, Yeşil Bina, Pasif Ev ve diğer yaklaşımlar	18
3.2.3. Prefabrik Malzeme Kullanımı ve Endüstrileşmiş Bina Sistemi	18
3.2.4. Binaların Güçlendirilmesi	19
3.2.5. Akıllı Söküm ve Seçici Yıkım	21
3.3. Yıkıntı Atıklarının Geri Dönüşümü ve Geri Kazanımı	29
3.3.1. Geleneksel Yıkım Sonrası Geri Dönüşüm	31
3.3.2. Betonun Geri Dönüşümü	32
3.3.2.1. Geri Dönüştürülmüş Agreganın Üretimi	34
3.3.2.2. Geri Dönüştürülmüş Beton Tozu (GDBT) Üretimi	39
3.3.2.3. TS EN 206 Geri Dönüştürülmüş Agreganın Hazır Betonda Kullanımına İlişkin Standart	40
3.3.2.4. TS EN 197-6 : Geri Dönüştürülmüş Yapı Malzemeli Çimento Standardı	41
4. Türkiye’de Yıkıntı Atıklarının Yönetimi	43
4.1. Sistem Yapılanması ve Yönetişim	43
4.1.1. Kentsel Dönüşümde Yönetişim Süreçleri	43
4.1.2. Yıkıntı Atıklarının Yönetişimi	46
4.2. Hukuki Çerçeve ve Mevzuata Bağlı Gelişmeler	50
4.2.1. Genel Bilgiler	50
4.2.2. Yapı Denetimi Hakkında Kanun	51
4.2.3. Hafriyat Toprağı, İnşaat ve Yıkıntı Atıklarının Kontrolü Yönetmeliği	52
4.2.4. Afet Riskli Alanların Dönüştürülmesi Hakkında Kanun	52
4.2.5. Asbestle Çalışmalarda Sağlık ve Güvenlik Önlemleri Hakkında Yönetmelik	52
4.2.6. Sıfır Atık Yönetmeliği	53
4.2.7. Binaların Yıkılması Hakkında Yönetmelik	53
4.2.8. Atıkların Düzenli Depolanmasına Dair Yönetmelik	53
4.3. Teknik Altyapı	55
4.3.1. Yıkıntı Atıklarının Türü ve Niteliği	55
4.3.2. Yıkıntı Atıklarının Miktarı	61
4.3.3. Tehlikeli Atıkların Yönetimi	66
4.3.4. Mevcut Yıkıntı Atığı Yönetim Tesisleri	69
4.4. Yıkıntı Atıklarının Yönetiminde Finansal Gereklilikler	78
4.4.1. Atık Yönetim Planları ve Maliyet Tahminleri	78
4.4.1. Fon Oluşturma ve Finansman	79
4.4.2. Yasal ve Çevresel Uyum	80
4.4.3. Geri Dönüşüm ve Geri Kazanım Stratejileri	82
4.4.4. Sigorta ve Risk Yönetimi	83
4.4.5. İş birliği ve Ortaklık	84
4.4.6. Finansman Kaynakları	85
4.4.7. Devlet Destekleri	87
4.4.8. Sonuç	90
5. Değerlendirmeler	90
5.1. Tespitler	90
5.2. Boşluk Analizi ve SWOT Analizi	91
5.3. Gelişim Potansiyeli Olan Alanlar	93
5.3.1. Teknik Altyapı	93
5.3.2. Hukuki Süreçler ve Yönetişim	100
6. Öneriler ve Sonuç	102
6.1. Ulusal Yıkıntı Atıkları Politikasının belirlenmesi	102
6.2. Destekleyici araçların geliştirilmesi	102
6.3. Aktörlerin yönetişime katılımı	103
6.4. Pazarı yönlendirme	103
6.5. Ölçme, İzleme ve Denetleme	104
EK-1 Atık Yönetimi Yönetmeliği’nde Belirtilen Yıkıntı Atıkları Atık Kodları	104
EK-2 Atık Yönetimi Yönetmeliği’nde Belirtilen Bertaraf ve Geri Kazanım Kodları	106
KAYNAKÇA	108

Şekiller

- Şekil 1 Yıkıntı Atıklarının Döngüsel Ekonomi ve Sıfır Atık Perspektifleri ile Yönetilmesinin Sürdürülebilir Kalkınma Amaçlarına Katkısı
- Şekil 2 Yıkıntı Atıkları Yönetiminde Sıfır Atık Adımları
- Şekil 3 Yıkıntı Atığı İyi Yönetim Sistemi Bileşenleri
- Şekil 4 Yıkıntı Atıklarının Yönetiminde Mevcut En İyi Uygulamalar ve Teknikler [20]
- Şekil 5 Prefabrik Malzeme Kullanımı ve Endüstrileşmiş Bina Sisteminin Sağladığı Avantajlar
- Şekil 6 Türkiye’de Bina Güçlendirme Öncesi Yapı Analizi Aşamaları
- Şekil 7 Bina Güçlendirme Kararında Maliyet Etkisi
- Şekil 8 Bina Güçlendirme Teknikleri
- Şekil 9 Yıkıntı Atıklarının Önlenmesi için Öncelik Hiyerarşisi
- Şekil 10 Seçici Yıkımın Temel Bileşenleri
- Şekil 11 Seçici Yıkım Başlamadan Önce Planlama Adımları
- Şekil 12 Seçici Yıkım Adımları
- Şekil 13 Aşamalı Söküm Sonrası Seçici Yıkım
- Şekil 14 Seçici Yıkım Atıklarının Kaynağında Ayrıştırılması ve Geri Kazanıma Gönderilmesi
- Şekil 15 Seçici Yıkım ve Geleneksel Yıkım Seçeneklerinde İnert Atıkların Geri Kazanımı Karşılaştırması
- Şekil 16 Geleneksel Yıkımda Oluşan Karışık Atıkların Geri Dönüşümü/Geri Kazanımı [32]
- Şekil 17 GDA ve Beton Tozunun Hammadde Olarak Kullanılması Kavramsal Modeli [33]
- Şekil 18 Lineer Ekonomide Beton Atıkları Yönetimi ve Agregada Üretimi Sera Gazı Salımı Kavramsal Modeli
- Şekil 19 Geri Dönüşüm Ekonomisinde GDA Üretimi Sera Gazı Salımı Kavramsal Modeli
- Şekil 20 GDA Kullanımının Sağladığı Avantajlar
- Şekil 21 Geri Dönüştürülmüş Agregada Üretim Aşamaları
- Şekil 22 Geri Dönüştürülmüş Agregada Üretim Prosesi Akım Şeması
- Şekil 23 GDBT Üretimi [37]
- Şekil 24 Kentsel Dönüşüm Süreci
- Şekil 25 Kentsel Dönüşümde Bina Yıkım Süreci
- Şekil 26 Kentsel Dönüşüm ve Diğer Yıkım İçeren İşlerde Yıkıntı Atıkları Oluşması Süreci
- Şekil 27 Yıkıntı Atıkları Yönetiminde Aktörler
- Şekil 28 Kentsel Dönüşümde Atık Yönetim Süreci
- Şekil 29 Türkiye İnşaat ve Yıkıntı Atıkları Yönetimini Etkileyen Temel Mevzuat
- Şekil 30 Betonarme Yapılarda Yaklaşık Yıkıntı Atığı İçeriği [38]
- Şekil 31 Yiğme Taş Yapılarda Yaklaşık Yıkıntı Atığı İçeriği [38]
- Şekil 32 Farklı Doğal Afetler Sonucunda Oluşan Atık Türleri [40]
- Şekil 33 2023 Kahramanmaraş Depremi Enkaz İçeriği Sınıflandırması [41]
- Şekil 34 Türkiye Riskli Yapı Stoğu Dağılımı, Yıkıntı Atığı Miktar Tahminleri
- Şekil 35 Kahramanmaraş Depremlerinden Etkilenen 11 İlde Yıkıntı Atığı Miktarları (106 ton)
- Şekil 36 6 Şubat Depremlerinden Etkilenen İllerde Yıkıntı Atığı Yoğunluk (1-96 milyon ton) Haritası
- Şekil 37 Türkiye’de İnşaat ve Yıkım İşlerinde Açığa Çıkan Tehlikeli Atıkların Bertarafına İlişkin Lisanslı olan Tesislerin İllere Dağılımı (D1-D15 arası gösterim)
- Şekil 38 Türkiye’de İnşaat ve Yıkım İşlerinde Açığa Çıkan Tehlikeli Atıkların Geri Kazanımına İlişkin Lisanslı olan Tesislerin İllere Dağılımı (R1-R13 arası gösterim)
- Şekil 39 Türkiye Genelinde Lisanslı Bertaraf Tesisleri Dağılımı (D kodlu tesisler, kod numarasına göre sıralanmıştır)
- Şekil 40 Türkiye Genelinde Lisanslı Bertaraf Tesisleri Dağılımı
- Şekil 41 Türkiye’de Beton Atıklarının Yönetimi için Lisanslı olan Tesislerin Sayısı
- Şekil 42 Beton Atıklarının Kabulü Lisansına Sahip Tesislerin Dağılımı
- Şekil 43 Beton Atıkları için Düzenli Depolama (D1 veya D5) Lisansına Sahip Tesislerin Dağılımı
- Şekil 44 Beton Atıkları için Ara Depolama veya Geçici Depolama (D15 veya R13) Lisansına Sahip Tesislerin Dağılımı
- Şekil 45 Beton Atıkları için Geri Dönüşüm (R5) ve Geri Kazanım (R7) Lisansına Sahip Tesislerin Dağılımı
- Şekil 46 Beton Atıklarının Transferi (R12) Lisansına Sahip Tesislerin Dağılımı
- Şekil 47 Deprem Sonrası Yıkıntı Atıklarının Yönetimi Stratejisi
- Şekil 48 İller Bazında Kentsel Dönüşüm Kaynaklı Yıkıntı Atık Potansiyeli (milyon ton)
- Şekil 49 İller Bazında Kentsel Dönüşüm ve Afetlerden Kaynaklanan Yıkıntı Atıklarının Bir Yılda Besleyebileceği Agregada Tesisi (3000 ton /gün kapasiteli) Sayısı
- Şekil 50 İllerde Bulunan Lisanslı Geçici Depolama/Ara Depolama Tesisleri Sayısı
- Şekil 51 İllerde Bulunan Lisanslı Ön İşleme Tesisleri Sayısı
- Şekil 52 İllerde Bulunan Lisanslı Geri Dönüşüm/Geri Kazanım Tesisleri Sayısı
- Şekil 53 İllerde Bulunan Lisanslı Bertaraf Tesisleri Sayısı
- Şekil 54 Yıkıntı Atığı Geri Dönüşüm Tesisi Kurulması Önerilen İller

Tablolar

Tablo 1	İnşaat Sektörünün Döngüsellik Önündeki Fırsatlar ve Zorluklar [16]
Tablo 2	Örneklerle Katı Atık Bertaraf Bedeli ve Geri Dönüşüm Oranları İlişkisi [18]
Tablo 3	Örneklerle Ülkelerde Yıkıntı Atıklarının Yönetiminde İzlenen Politikalar
Tablo 4	Yıkıntı Atıklarının Döngüsel Ekonomide Yönetiminde Uygulamalar
Tablo 5	Yıkıntı Atıklarının Bileşenlerinin Sıfır Atık Hiyerarşisi ile Yönetimi
Tablo 6	Doğal Agregaya Yerine Kullanılacak GDA'ların ($d > 4\text{mm}$) Hazır Betonda Kullanım Oranları
Tablo 7	Geri dönüştürülmüş yapı malzemeleri içeren çimento (Ana Tip CEM II)
Tablo 8	Yıkıntı Atıklarının Oluştığı Bölgeye Göre Mülki Amir ve Belediye Sorumlulukları
Tablo 9	Yıkıntı Atıklarının Yönetim Sisteminde Uygulayıcı Roller
Tablo 10	Yıkıntı Atıklarının İçeriğindeki Tehlikesiz Bileşenler
Tablo 11	Yıkıntı Atıklarının İçeriğindeki Tehlikeli Bileşenler
Tablo 12	Yıkıntı Atıklarının İçeriğindeki Tehlikeli Bileşenler
Tablo 13	Mersin Büyükşehir Belediyesi Yıkıntı Atıkları Geri Dönüşüm Tesisi Kapasitesi
Tablo 14	Oluşan Atık Miktarına Göre Tahmini Depolama Alan İhtiyacı
Tablo 15	Türkiye'de Yıkıntı Atıkları Bileşenlerinin Yönetim Performansı
Tablo 16	Türkiye'de Yıkıntı Atıklarının Geri Dönüşümünün Önündeki Fırsatlar, Tehditler, Güçlü Yönler ve Zayıf Yönler
Tablo 17	İl Bazlı Yıkıntı Atığı Geri Dönüşüm Tesisi Karar Matrisi

Görseller

Görsel 1	6 Şubat Depremleri Sonrasında Bir Geçici Depolama Alanından Görüntü[11]
Görsel 2	Kolon Mantolama
Görsel 3	Betonarme Perde Güçlendirme Uygulaması
Görsel 4	Çelik Güçlendirme Uygulaması
Görsel 5	Karbon Elyaf Lifli Kompozitler ile Güçlendirme
Görsel 6	Enerji Sönümleyici ile Güçlendirme
Görsel 7	Sismik İzolasyon Teknolojisi
Görsel 8	Söküm İşlemleri Sonrasında İş Makinaları ile Seçici Yıkımın Yapıldığı Bir Şantiye
Görsel 9	Seçici Yıkım Uygulanmış Bir Yapı
Görsel 10	Seçici Yıkımda Yapıdan Sökülerek Alınan ve Ayrı Biriktirilen Beton Parçaları
Görsel 11	Seçici Yıkımda Yapıdan Kırılarak Alınan ve Ayrı Biriktirilen Beton Parçaları
Görsel 12	Seçici Yıkımda Yapıdan Kırılarak Alınan ve Moloz Olarak Kullanılabilecek Nitelikteki Parçalar
Görsel 13	Seçici Yıkımda Yapıdan Sökülerek Alınan ve Ayrı Biriktirilen Çelik
Görsel 14	Seçici Yıkımda Ayrıştırılan İnert Olmayan Malzemeler
Görsel 15	Seçici Yıkım Uygulanmaması Durumunda Karışık Yıkıntı Atıkları
Görsel 16	Ayrıştırılmış Kırık Betonun Nakliyesi
Görsel 17	Sökülmüş Betonun Nakliyesi
Görsel 18	Geri Dönüşümü Mümkün Olmayan Yıkıntı Atıklarının Dolgu Malzemesi Olarak Kullanılmak Üzere Nakliyesi
Görsel 19	Karışık (geri dönüşümü mümkün ve mümkün olmayan) yıkıntı atıklarının dolgu malzemesi olmak üzere nakliyesi
Görsel 20	Bir Primer Kırıcı Örneği (Jaw Crusher) Çene Tipi [34]
Görsel 21	Bir İkincil Kırıcı Örneği (Impact Crusher) Darbe Tipi [34]
Görsel 22	Mobil Kırıcı Ünitesi Örnekleri [35]
Görsel 23	Mobil Eleme Ünitesi (Titreşimli Elek)
Görsel 24	Gölcük Depreminde Yıkılan Binalar
Görsel 25	Birinci Kuşak (1960'lar) Yapı Stoğu
Görsel 26	İkinci Kuşak (1970'ler) Yapı Stoğu
Görsel 27	Üçüncü Kuşak (1980'ler) Yapı Stoğu
Görsel 28	Dördüncü Kuşak (1990'lar) Yapı Stoğu
Görsel 29	2023 Kahramanmaraş Depremi Sonrası Antakya'da Enkaz Kaldırma Çalışması Esnasında Görüntülenen Yıkıntı Atıkları [42]
Görsel 30	Geri Dönüşüm Ünitesi Altından Bakış
Görsel 31	Geri Dönüşüm Tesisi Kuşbakışı
Görsel 32	Mersin Büyükşehir Belediyesi Yıkıntı Atığı Geri Dönüşüm Tesisi Kuşbakışı
Görsel 33	Hatay'da bir Geçici Depolama Alanı [50]
Görsel 34	Hatay Şubat Ayından Bir Görüntü [51]
Görsel 35	Hatay'da Bir Enkaz Döküm Sahası [52]
Görsel 36	Elazığ'da Bir Enkaz Döküm Sahası

Kısaltmalar

AB	Avrupa Birliği
ABD	Amerika Birleşik Devletleri
AFAD	T.C. İçişleri Bakanlığı Afet ve Acil Durum Yönetimi Başkanlığı
BM	Birleşmiş Milletler
BREEAM	Bina Araştırma Kurumu Çevresel Değerlendirme Yöntemi
ÇŞİDB	Çevre, Şehircilik ve İklim Değişikliği Bakanlığı
GDA	Geri Dönüştürülmüş Agregat
GDBT	Geri Dönüştürülmüş Beton Tozu
HTİYAKY	Hafriyat Toprağı, İnşaat ve Yıkıntı Atıklarının Kontrolü Yönetmeliği
İTÜ	İstanbul Teknik Üniversitesi
LEED	Enerji ve Çevresel Tasarımda Liderlik
SKA	Sürdürülebilir Kalkınma Amaçları
STK	Sivil Toplum Kuruluşu
TAMP	Türkiye Afet Müdahale Planı
TÜİK	Türkiye İstatistik Kurumu
UNDP	Birleşmiş Milletler Kalkınma Programı
USD	ABD doları
YeS-TR	Yerli Ulusal Yeşil Sertifika Sistemi

Yönetici Özeti

6 Şubat Kahramanmaraş Depremleri sonrasında gerçekleştirilen ilk tahminlerde Hatay ve Kahramanmaraş başta olmak üzere, depremden etkilenen 13 ilde toplam 100 milyon ton civarında enkaz oluşacağı öngörülmüştü. Takip eden günlerde, hasar tespit çalışmaları sonrası ağır hasarlı yıkımlar dahil olmak üzere 200 milyon ton civarında yıkıntı atığı olduğu bilgisi Birleşmiş Milletler tarafından açıklandı [1]. Bu miktar, dünya çapında meydana gelen depremler arasında bugüne kadar oluşmuş en vahim senaryo olmasının yanı sıra tüm Türkiye’de neredeyse onlarca yılda oluşacak yıkıntı atığı miktarına [2] denk gelmektedir. Bu atığın doğru yönetilmemesi uzun yıllar sürecek çevre kirliliği, halk sağlığı sorunları ve ekonomik kayıpları beraberinde getirebilmektedir.

Yıkıntı atıkları, yapı itibarıyla içerisinde camdan, plastiğe, metalden, ahşaba geri dönüştürülebilir bileşenler barındıran, ama en çok da beton, tuğla, jips gibi bileşenler içeren değerli bir malmadır. 2008 yılında Avrupa Birliği (AB) Atık Çerçeve Direktifi (2008/98/EC) ile yıkıntı atıklarının 2020 yılına kadar %70 oranında geri dönüştürülmesini hedeflemiştir. Mevcut durumda, AB ortalamasında bu hedef %74 [3] ile yakalanmış durumdadır. Hollanda, Finlandiya, Almanya, Belçika gibi bazı ülkelerde ise yıkıntı atıklarının geri dönüşüm oranı %90’ın üzerindedir¹.

Ülkemizde yıkıntı atıkları yönetimine ilişkin yayınlanmış resmi istatistik henüz bulunmamaktadır. Saha deneyimlerinden aktarılan bilgilere göre betondan kolaylıkla ayrışabilen metal donatı yıkım sonrasında büyük oranda geri kazanılmakta ve inşaat sektörüne girdi oluşturmaktadır. Öte yandan, yıkıntı atıklarının %80’lere varan ağırlıklı kısmını oluşturan beton atıkları, tuğla, seramik, kiremit ve hurda malzemeler gibi diğer atıklarla karışık olarak toplanıp mümkünse dolgu malzemesi olarak kullanılmakta veya sadece bertaraf edilmektedir. Halbuki beton günümüz teknolojisi ile öğütülerek agrega yapımında ve hazır beton içeriğinde kullanılabilir değerli bir hammadDEDİR. Ülkemizde bu tekniği uygulamak için gerekli teknik bilgi ve donanım mevcuttur ancak başta yıkım teknikleri olmak üzere, yaşanan lojistik sorunlar nedeniyle kaliteli beton malzemeye ulaşamamaktadır. Geleneksel yıkım teknikleri sonucunda oluşan karışık atıkların içerisinden betonun ayıklanması ve sonrasında geri dönüşümün sağlanmasına yönelik tesis altyapısı ise, bulunmamaktadır.

Türkiye’de yıkıntı atıklarındaki betonun geri dönüşümü için gereken altyapının olmayışı, 6 Şubat Depremleri sonrasında oluşan enkazın yönetimi sorununu da beraberinde getirmiştir. Şu anda deprem bölgesinde, yıkıntı atıklarını yönetmek için geçici depolama alanları oluşturulmuş durumdadır. Hatay’da 26, Kahramanmaraş’ta 28, Gaziantep’te 14, Malatya’da 7, Osmaniye’de 4, Şanlıurfa’da 5, Adana’da 2, Diyarbakır ve Kilis’te birer geçici depolama sahası bulunmaktadır [4]. Atıklar sahalara kamyonlar ve iş makineleri ile taşındıktan sonra burada geri dönüştürülebilir malzemeler (büyük ölçüde metaller) içerisinden ayrılmakta, dolgu malzemesi olarak kullanılabilir kısımlar ayrılmakta, sonrasında kalanlar nihai bertaraf tesislerine (düzenli depolama) gönderilmek üzere biriktirilmektedir. Depremden bu yana geçen bir yıllık süre zarfında oluşan enkazın %10’a yakını bu şekilde yönetilebilmiştir. Başta Hatay ve Kahramanmaraş olmak üzere tüm illerde enkaz kaldırma çalışmaları halen devam etmektedir. Depremden etkilenen illerdeki yıkıntı atıklarının geri dönüşüm potansiyelinin değerlendirilmesi, öncelikle kentlerin yeniden toparlanması adına geçici depolama alanlarının bir an önce boşaltılması ve yeniden inşa süresinde, burada açığa çıkmış olan malzemenin, inşaat sektörüne geri kazandırılması için gerekli bir çözümdür. Yıkıntı atıklarının geri dönüşümü sayesinde bölgenin ekonomik değerine katkı sağlanacaktır. Böylelikle, Türkiye’de inşaat sektörünün döngüselliklerinin artırılarak gerekli altyapının olgunlaştırılması için önemli bir adım atılmış olacaktır.

Yıkıntı atıklarının geri dönüşümü konusu AB nezdinde Döngüsel Ekonomi politikası çerçevesinde ele alınmaktadır. Ayrıca yıkıntı atıklarının, inşaat sektöründe kullanılabilir hammadDEYE dönüştürülmesi Birleşmiş Milletler (BM) Sürdürülebilir Kalkınma Amaçları (SKA): Dayanıklı altyapılar tesis etmek, sürdürülebilir sanayileşmeyi desteklemek, yeniliği güçlendirmek (SKA 9), şehirleri ve insan yerleşimlerini güvenli, dayanıklı ve sürdürülebilir kılmak (SKA 11) ve sürdürülebilir üretim ve tüketim kalıplarını sağlamak (SKA 12) ile örtüşen Sürdürülebilir Kalkınma hedeflerindedir.

Gelişmiş ülkelerde iyi yönetim, taraflar arası birlikte çalışma, ekonomik yaptırım ve cezalar, tasarım ve inşaat aşamasında yenilikçi uygulamalar, seçici yıkım ve sökülme ve afet esnasında enkaz oluşmasının önüne geçecek bina güçlendirme ve yapı stoğunu afetlere dayanıklı hale getirmeye yönelik yeniden inşa uygulamaları ile inşaat sektörünün döngüsellik her geçen gün iyileştirilmektedir. 6 Şubat Kahramanmaraş Depremleri ile sarsılan Türkiye’de ise bu uygulamaların yapılabilmesi için politikaların geliştirilmesi, yönetimin sağlanması ve teknik altyapının oluşturulmasına ihtiyaç duyulmaktadır.

Binaların kullanım ömrü sonunda tercihli olarak yıkılması ve/veya deprem, sel, kasırga gibi doğal afetlerin neticesinde meydana gelen yıkımlar sonucunda oluşacak yıkıntı atıkları; kaynağı aynı olsa da birbirinden önemli yapısal farklar barındırır. İnsan eliyle yapılan kontrollü yıkımlarda, yapının içerisindeki tehlikeli malzemeler, ekonomik değeri olan malzemeler yapı içerisinden kademeli olarak ayrıştırılabilmektedir. Afetler sonucunda oluşan yıkıntı atıkları ise, birbiri ile karışık yapı elemanları, şahıslara ait eşyalar, tehlikeli ve tehlikesiz bileşenleri içermektedir. Atık yönetiminin temel prensiplerinden bir tanesi olan “kaynağında ayrıştırma” ilkesi, planlı yıkımlarda mümkün olurken, afet durumundaki yıkıntılarda ayrıştırılmamış atık yığınları oluşmaktadır. Bu tür karışık atıkların, geri kazanılmak üzere sonradan ayrıştırılması lojistik zorluklar barındıran, zahmetli ve maliyetli bir süreçtir.

¹ The Waste Framework Directive 2008/98/EC

İller bazında yapılan değerlendirmede önemimizdeki 10 yıllık süre zarfında mevcut yapı stoğunda 2000 yılı öncesi inşa edilmiş yapılardan %66'sının kentsel dönüşüm kapsamında yıkılacağı ve güncel durumdaki deprem enkaz atıklarının da 10 yıllık bir sürede eritilebileceği varsayımıyla Türkiye'de yıkıntı atıklarının geri dönüşümünde ihtiyaç duyulan tesis altyapısı hesaplanmıştır. Bu çalışmaya göre İstanbul, İzmir, Hatay, Kahramanmaraş ve Malatya illerinde ivedi olmak üzere ve Marmara Bölgesi'nde Bursa, Kocaeli'nde yıkıntı atığı geri dönüşüm tesisi kurulması önerilmektedir. Ayrıca, atık yükü doğrudan gerektirmemekle birlikte, olası bir afet sonrasında atıkların öğütülmesi ve ayrıştırılıp geri kazanılabilmesi için mobil geri dönüşüm ünitelerinin alınması da Ankara, Konya, Adana, Antalya, Aydın, Gaziantep, Muğla, Kayseri, Sakarya, Afyonkarahisar illeri için önerilmektedir.

İnşaatın planlama ve tasarım aşamasında, inşaat aktörleri, daha modern bir inşaat yönteminin atık üretimini azaltacağı konusunda fikir birliğinde olmalıdır. Bu aşamada uygun malzeme seçimi, atık üretimini azaltmaya yardımcı olacaktır. Ayrıca, yapının bileşenlerinin standartlaştırılmasını teşvik edecek modüler bir tasarımın uygulanması da önemlidir. Tedarik aşamasında, yıkıntı atıklarının uygun bir şekilde yönetilmesine dair paydaşlar arasında farkındalık yaratılması aynı zamanda yıkıntı atıklarının yönetimi ile ilgili yeterli eğitimi sağlamada da önemlidir. Yıkım aşamasında, atık üretimini kontrol etmek açısından şantiye yönetimi ve işçilerin eğitimi oldukça kritiktir. Mevzuat temelinin güçlü olmasına karşın, mevzuatın pek çok farklı aktörü sahada birbiri ile baş başa bırakması, sistemin önünde zorlaştırıcı bir unsur olmuştur.

Bu yapıyı kolaylaştırmak için öncelikle devlet politikası bazında yıkıntı atıklarının geri dönüşümü hedefinin bulunması gerekmektedir. Ulusal Yıkıntı Atıkları Eylem Planı oluşturulması, Hafriyat Toprağı, İnşaat ve Yıkıntı Atıklarının Kontrolü Yönetmeliği'nde hafriyat ve yıkıntı atıkları için belirtilen prosedürlerin ayrıştırılması, bakanlık tarafından bir seçici yıkım kılavuzu hazırlanması, yıkım müteahhitlerine eğitim ve sertifika programları düzenlenmesi önerilerin politika destekletici araçlardır.

Kamuda geri dönüştürülmüş ürün satın alımları, Türkiye'de geri dönüştürülmüş agrega pazarının oluşturulması için teşvikler verilmesi, yıkıntı atıklarının bertaraf maliyetlerinin caydırıcılığının artırılması, yıkıntı atıklarının moloz ve dolgu malzemesi olarak kullanılmasının zorlaştırılması da geri dönüşüm oranlarının artırılması için önemli adımlardır. Son olarak dijital teknolojilerin de yardımıyla sistemin ölçümü ve izlenebilirliğinin artırılması gerekmektedir. Mevcut durumda bir yıkıntı atıkları veri envanterinin bulunmaması, resmi istatistiğin bulunmaması yatırım planları için risk oluşturmaktadır. Ulusal yıkıntı atığı izleme sisteminin merkezi yönetim ve belediyeler işbirliği ile hayata geçirilip, yıkıntı atığı miktarlarının kantar fişleri ile tartılarak sisteme girilmesi, yıkım müteahhitlerinin sistem girişlerinden yükümlü tutulması ve yıkım işlerinin bağımsız denetçilerce denetlenerek kayıt altına alınması önerilmektedir.

Kentsel dönüşüm, deprem ve olası diğer afetler sonucunda oluşan yıkıntı atıklarının yönetiminde bütüncül bir bakış açısına ihtiyaç var.

1. Giriş

1.1. Afetler ve Kentsel Dönüşüm Sonucu Oluşan Yıkıntı Atıklarının Yönetimi Neden Önemli?

Türkiye’de 2023 Yılı şubat ayında meydana gelen Kahramanmaraş Depremleri, doğal afetlere ve afet sonrası müdahalelere hazırlıklı olmanın önemini tarihe acı ve kesin bir not olarak düşmüştür. Depremler, kütle hareketleri, sel ve taşkınlar gibi doğal afetler sonucunda yerleşim yerlerinde ve yapılarda meydana gelen yıkım, binlerce insanın barınma sorununu, insani yardım ulaştırılmasının önünde pek çok engeli, çevresel sorunları ve uzun vadeli ekonomik problemleri beraberinde getirmektedir. Doğal afetler sonucu oluşan yıkıntı atıkları, afet bölgesindeki lojistik operasyonları zorlaştıran önemli bir faktör ve bütün bir şehrin dokusunu ve çevre sağlığını değiştiren bir yüküdür. Yıkıntı atıklarının ivedi ve doğru biçimde yönetilmesi ise kesintiye uğrayan hayatı ve faaliyetleri en kısa sürede normale döndürmek açısından önemli bir adımdır.

Doğal afetler veya kentlerin bilinçli dönüşümü esnasında oluşan yıkıntı atıklarının yönetilmesi antik çağlardan bu yana, malzemenin yeniden kent inşasında değerlendirilmesi başta olmak üzere, dolgu malzemesi olarak kullanmayı da içeren döngüsel yöntemleri kapsar. Öte yandan artan kent nüfusu, değişen mimari, ilerleyen inşaat teknolojisi ile farklılaşan bina yapıları, teknik ve malzeme çeşitliliği yıkıntı atıklarının yönetimi konusunun nicelik ve nitelik bakımından daha karmaşık bir hale evrilmesine neden olmuştur.

1.2. Yıkıntı Atıklarının Ekonomik Potansiyeli Nedir?

Yıkıntı atıkları ister planlı olarak isterse doğal afetler sonucunda oluşmuş olsun, %90 oranında geri dönüştürülmesi mümkün olan bir atık türüdür. Bu atıklar kentlerde oluşan toplam atık miktarının ağırlıkça neredeyse %30’unu oluşturur ve mevcut durumda ne yazık ki geri dönüşüm oranları potansiyelinin çok altında kalmaktadır [5]. Halbuki yıkıntı atıkları; çimento sektörü, hazır beton üretimi, yapı inşaat sektörlerinde yeniden kullanma, agrega üretimi, hazır beton katkısı olarak kullanım gibi amaçlarla değerlendirilerek bu sektörlerin karbon ayak izinin düşürülmesi, çevresel etkilerinin azaltılması ve sektöre ekonomik katkı sağlanmasında önemli bir rol oynama potansiyeline sahiptir [6]. Kaynak verimliliği, döngüsel ekonomi, sıfır atık kavramlarının sürdürülebilir kalkınmanın içerisinde her geçen gün daha büyük bir ağırlıkla benimsendiği 21. Yüzyıl dünyasında **yıkıntı atıklarından geri dönüştürülmüş ürünlerin 2027 yılına kadar 150 milyon dolarlık bir pazar büyüklüğüne erişmesi beklenmektedir** [7]. Bu pazardaki en büyük payı geri dönüştürülmüş betondan üretilen agrega oluşturmaktadır.

Yıkıntı atıkları, atık değil, yapı sektörü için önemli bir hammadde!

1.3. Türkiye’de Yıkıntı Atıklarının Yönetiminde Mevcut Durum Nasıldır?

- Türkiye’de yıkıntı atıklarının miktarı ve niteliğiyle ilgili yayınlanmış resmi istatistik bulunmamaktadır.² Ortalama bir betonarme yapının yıkılması sonucunda açığa çıkan yıkıntı atıklarının yaklaşık üçte birinin beton olduğu kabul edilebilir [8], yıkıntı atığı içerisinde bulunan diğer malzemeler ise donatı, tuğla, seramik, kiremit, cam, plastik türevleri, ahşap gibi benzeri malzemelerdir. Yıkımdan kaynaklanan hurda malzemeler ve kolay erişilebilen donatı, neredeyse bütünüyle ekonomiye geri kazandırılmaktadır. Tehlikeli atıklar nihai bertaraf noktası olan lisanslı tehlikeli atık bertaraf tesislerine gönderilmektedir.
- Atığın büyük bir bölümünü oluşturan beton, diğer atıklarla (hafriyat, tuğla, seramik, moloz vd.) karışık olarak Hafriyat Toprağı, İnşaat ve Yıkıntı Atıklarının Kontrolü Yönetmeliği (HTİYAKY) esaslarına göre lisanslı taşıma araçları ile belediyelerin izin verdiği bölgelere, bertaraf edilmek ve/veya dolgu malzemesi olarak kullanılmak üzere³ nakledilmektedir.
- Başta deprem olmak üzere bina yıkımına neden olan diğer olası afetler sonucunda oluşan yıkıntı atıkları (enkaz) ise, Türkiye Afet Müdahale Planı (TAMP) uyarınca Çevre, Şehircilik ve İklim Değişikliği Bakanlığı (ÇŞİDB) koordinasyonu ile diğer bakanlıklar, yerel yönetimler, özel sektör ve sivil toplum kuruluşlarının (STK) katılımıyla HTİYAKY esaslarına göre yönetilmektedir. [9].
- 6 Şubat Depremleri sonrası hayatın devamlılığının sağlanabilmesi için yıkıntı atıkları, kurtarma çalışmaları son bulduktan sonra, eldeki tüm iş makineleri ve kamyonlar seferber edilerek, ÇŞİDB’nce uygun bulunan arazilere geçici depolanmıştır. Depremden bir sene sonra, toparlanma çalışmaları devam ederken, yıkıntı atıklarının yönetimi konusunda da hem çevresel hem sosyal hem de ekonomik anlamda daha sürdürülebilir çözüm arayışları sürmektedir.

Türkiye’de deprem sonrası yıkıntı atıklarının yönetiminde büyük bir ihtiyaç söz konusu.

² Resmi istatistik <https://www.resmiistatistik.gov.tr/subject> bilgisine göre İnşaat ve Yıkıntı Atıkları istatistiklerinin ÇŞİDB tarafından üretilmesi 2026 yılına planlanmıştır. Bu çalışmanın yapılabilmesi için mevzuatta değişiklik yapılmasının gereği, platformda ayrıca belirtilmiştir.

³ Mevcut duruma ilişkin bilgi büyükşehir, il ve ilçe belediyeleri ile lisanslı yıkım müteahhitleri ile yapılan görüşmeler sonucunda alınmıştır.

6 Şubat 2023 Kahramanmaraş Depremleri Sonrasında Toparlanma Çalışmaları Sürüyor

2023 yılında Türkiye Cumhuriyeti tarihinde yaşanan en büyük yıkım felaketi olan Kahramanmaraş Depremleri sonrasında, Hatay ve Kahramanmaraş başta olmak üzere depremden etkilenen 13 il, yaklaşık 100 kilometrekare alana yayılmış olan 104 milyon metreküp (yaklaşık 200 milyon ton) yıkıntı atığını (enkaz) yönetme sorunu ile karşı karşıya kalmıştır. Bu rakam dünyada bugüne kadar afetler sonucunda oluşmuş en yüksek enkaz miktarıdır. 200 bine yakın konut ve işyerinin yıkımı ile oluşan bu atık miktarı, deprem sonrasında ağır hasarlı olduğu belirlenen 41 bin civarında binanın yıkımıyla birlikte yönetilmesi gereken yıkıntı atığı miktarı da eklendiğinde dünya tarihinde eşi görülmemiş boyutlara ulaşacaktır [10]. Bu büyüklük, tüm Türkiye'nin birkaç yılda üretebileceği toplam yıkıntı atık miktarından [2] daha fazla, yıkıntı atıklarının dökülmesi için planlanarak inşa edilmiş depolama alanlarının alabileceği kapasitenin ise çok üzerindedir.



Görsel 1 6 Şubat Depremleri Sonrasında Bir Geçici Depolama Alanından Görüntü [11]

1.4. Bu Rehberin Amacı ve Kapsamı Nedir?

Bu rehber doküman, 2023 Kahramanmaraş Depremleri sonrasında oluşan yıkıntı atıkları yönetimi ihtiyacına karşılık verebilecek teknolojilerin ve iyi uygulamaların açıklanması, bu yönlü bir sorunun benzerlerinin yaşanmaması için teknik altyapı, yönetim ve mevzuat boyutunda yapılabilecek değişikliklerin ifade edilmesi amacıyla hazırlanmıştır.

- Rehberin temel felsefesi her atık türünde olduğu gibi yıkıntı atıklarının yönetiminde de atığın önlenmesi, yeniden kullanımı, geri dönüşümü ve geri kazanımını takip eden sıfır atık hiyerarşisine dayanmaktadır.
- Kentsel dönüşüm, doğal afetlere direnç ve afetler sonucunda oluşabilecek yıkıntı atıklarının önlenmesinin önemli bir adımı olarak ele alınmıştır. Kentsel dönüşüm, binaların güçlendirilmesi veya yıkılıp yeniden yapılması yöntemleriyle olabilmektedir. Rehber kapsamında her iki unsur da incelenmiştir.
- Afet sonrası çıkan atıkların yönetiminden farklı olarak kentsel dönüşümde yıkım kontrol altında yapıldığından oluşan atıkların kaynağında ayrıştırılması ve geri dönüşüm olanaklarının değerlendirilmesi mümkündür.
- Afet sonrası yıkıntı atıklarının geri dönüşümü de mümkündür. Bu rehberde deprem ve tsunami sonrası toparlanma sürecini deneyimlemiş ülkelerden çıkartılan dersler, mevcut en iyi uygulamalar ve günümüz teknolojisi ile mümkün olan çözüm önerileri derlenerek, Türkiye şartlarında en uygun olabilecek adımlar belirlenmiştir.

1.5. Rehberin İçeriğinde Hangi Bilgiler Bulunur?

Kentsel dönüşüm, deprem ve diğer olası afetler sonucunda oluşması muhtemel yıkıntı atıklarının yönetimi rehberi altı bölümden oluşur.

1. Rehberin giriş bölümünde ele alınan konunun önemi, mevcut durumun kısa bir özeti, rehberin amacı, kapsamı ve rehber içeriği sunulmuştur.
2. Rehberin ikinci bölümünde, yıkıntı atıkları yönetiminin sürdürülebilir kalkınma amaçları, sıfır atık ve dögüsel ekonomi ile ilişkileri anlatılmıştır.
3. Rehberin üçüncü bölümünde yıkıntı atıklarının yönetimine ilişkin literatürden elde edilen önleme, azaltma, geri dönüşüm, geri kazanım teknikleri açıklanmıştır.
4. Rehberin dördüncü bölümü Türkiye'de yıkıntı atıklarının yönetimine ilişkin mevcut durumu anlatır. Türkiye'de kentsel dönüşüm süreçleri, bu süreçler sonrasında oluşan yıkıntı atıklarının yönetimi, kentsel dönüşüm sonucu oluşması beklenen yıkıntı atığının niteliği ve niceliği, mevcut durumda depremlerle birlikte oluşan yıkıntı atıklarının niteliği ve niceliği ve tüm verilerin iller bazında dağılımları bu bölümde açıklanmıştır.
5. Beşinci bölümde mevcut duruma ilişkin veriler, saha araştırması, paydaş görüşmeleri ve literatür bilgisi değerlendirilerek, teknik altyapı, hukuki süreçler ve yönetim eksenlerinde gelişim potansiyeli olan alanlar açıklanmıştır.
6. Raporun son bölümünde teknik, hukuki ve yönetim altyapısı yönünde politika önerileri dile getirilmiştir.

Oluşturulan bu rehberin Türkiye'de kentsel dönüşüm, deprem ve olası diğer afetlerden kaynaklanan yıkıntı atıklarının en uygun şekilde yönetimi amacıyla gerekli olan risk yönetim planının ortaya konması, bu konuda farkındalığın artırılması, atık yönetim planlarının geliştirilip, uygulanmasına katkıda bulunulması, yıkıntı atıklarının doğru ve etkili bir biçimde yönetilebilmesi için bir yol haritası sunması amaçlanmaktadır.

2. Sürdürülebilir Kalkınma ve Sıfır Atık Perspektifi ile Yıkıntı Atıklarının Yönetimi

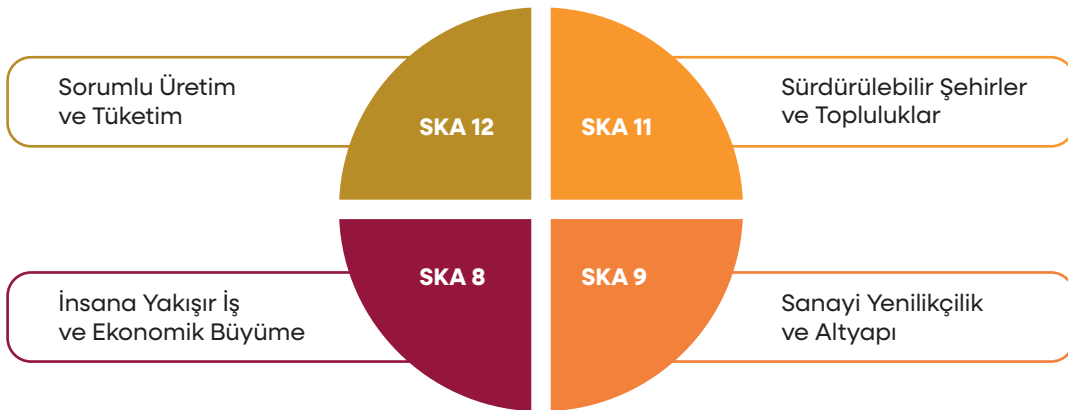
2.1. Yıkıntı Atıkları Yönetimine Sürdürülebilir Kalkınma Amaçları Perspektifi

Birleşmiş Milletler (BM) Genel Kurulu, yoksulluğu ortadan kaldırmak, gezegenimizi korumak, eşitsizlik ve adaletsizlikle mücadele etmek hedefiyle 2030 yılında tamamlanan bir yol haritası olarak Sürdürülebilir Kalkınma Amaçlarını (SKA) 2015 yılının Eylül ayında kabul etmiştir. 1945 yılından beri BM üyesi olan Türkiye, 193 BM üyesi arasında 2023 yılı Sürdürülebilir Kalkınma Raporuna göre 72. Sırada yer almaktadır [12]. **SKA'ların benimsenmesi ve amaçlar doğrultusunda gerçekleştirilen çalışmalar, ülkede kalkınma yatırımlarına ihtiyaç olan alanların belirlenmesi ve yatırımcılar/finansal kaynakların bu alanlara yönlendirilmesi açısından önemlidir.**

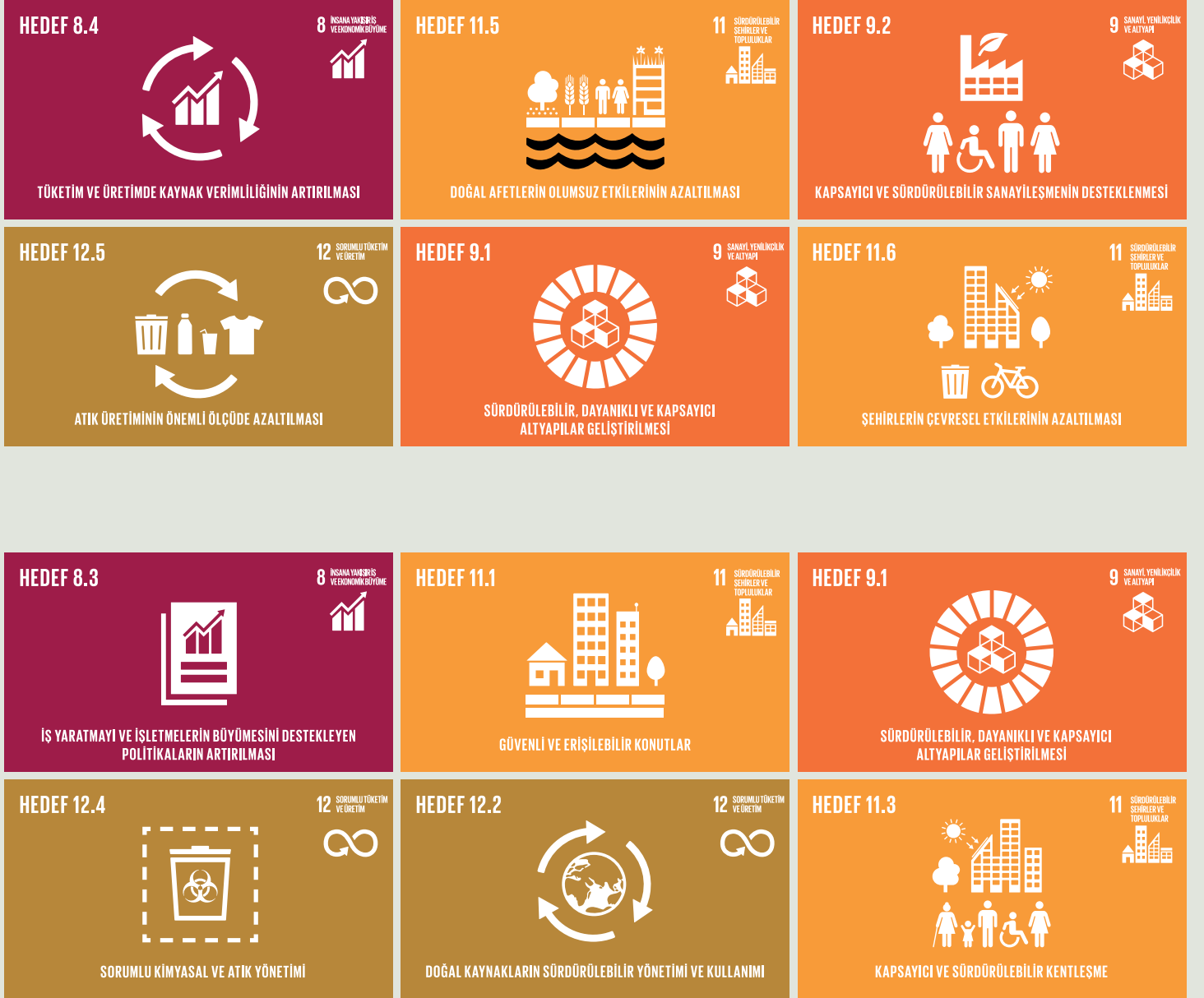
- Yıkıntı atıklarının yönetimi SKA 9 Sanayi, yenilikçilik ve altyapı; SKA 11 Sürdürülebilir şehirler ve topluluklar, SKA 12; Sorumlu üretim ve tüketim amaçları ile doğrudan ilişkilidir.
- SKA 9, Türkiye bağlamında öncelikli SKA'lardan biri olmakla beraber, 2019 Gönüllü Ulusal İnceleme Raporu'na göre Türkiye'nin Küresel Amaçlara ulaşması için en çok bağlantısı olan amaçlardan birisidir.
- Birleşmiş Milletler Kalkınma Programı (UNDP)'nin Türkiye'de Yatırım (Invest in Türkiye) için hazırlamış olduğu SKA Türkiye Yatırımcı Haritası'nda SKA'lara atıfla katı atıklar için geri dönüşüm/geri kazanım tesisleri inşa etmek ve işletmek, atık toplama ve/veya ayırma tesisleri inşa etmek ve işletmek, akıllı performans ölçüm cihazları gibi bağlantı teknolojilerine yapılan yatırımlarla akıllı şehirler için veri tabanlı altyapıların geliştirilmesi alanlarındaki yatırım potansiyelinden bahsedilmektedir [12].

Yıkıntı atıklarının dögüsel ekonomi bakış açısı ile yönetimi sayesinde, yıkıntı atıkları miktarında önemli ölçüde azalma sağlanmış olacaktır (SKA 12), sürdürülebilir ve dirençli altyapıların geliştirilmesi desteklenecektir (SKA 9), kentsel alanlardaki yerel atık yönetim sistemleri üzerindeki baskı azalacaktır (SKA 11).

- Yıkıntı atıklarının azaltılmasında yenilikçi teknolojilerin desteklenmesi, sürdürülebilir sanayileşmeyi desteklemek ve yenilikçiliği güçlendirmek amacı (SKA 9) ile uyumludur.
- Yıkıntı atıklarını azaltmak için geliştirilecek stratejiler kaynak verimliliğini artırabilmektedir ve geri dönüştürülmüş malzemelerin kullanımını teşvik ederek daha yeşil şehirler yaratılmasına (SKA 11) katkıda bulunabilmektedir.
- Oluşturulacak yıkıntı atığı azaltma teşvik mekanizmaları ile sürdürülebilir tüketim ve üretim hedefine (SKA 12) katkıda bulunmaktadır.
- İnşaat projelerinde geri dönüşüm ve atık azaltma uygulamaları ile dögüsel ekonomi ilkelerini benimsemek sürdürülebilir kentsel gelişmeyi (SKA 11) teşvik etmekte, hammadde çıkarmayı azaltabilmekte ve depolama alanına giden atıkları en aza indirebilmektedir (SKA 12), ayrıca daha sürdürülebilir ve sorumlu bir sektöre katkıda bulunmaktadır (SKA 12).
- Yıkıntı atıklarının en verimli biçimde yönetilmesi için altyapı tesisleri kurulması (SKA 9), bu sistemin işlemesi için istihdam yaratılması (SKA 8)
- Yeni pazarlar oluşması ve inşaat sektörünün dögüselleşmesinin yanı sıra, kentsel dönüşüm mekanizmaları ile afete dirençli, güvenli, erişilebilir konutlar hedeflerine (SKA 11) de yaklaşılacaktır.



Şekil 1 Yıkıntı Atıklarının Dögüsel Ekonomi ve Sıfır Atık Perspektifleri ile Yönetilmesinin Sürdürülebilir Kalkınma Amaçlarına Katkısı



Yıkıntı Atıklarının Yönetiminin Hizmet Ettiği Sürdürülebilir Kalkınma Hedefleri

Yıkıntı Atıklarının Avrupa Birliği için Stratejik Önemi

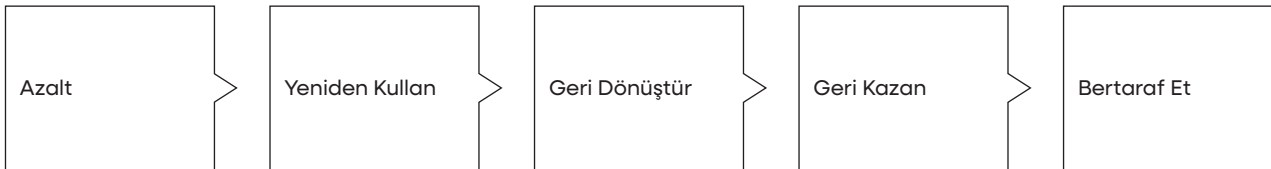
AB 2017 yılında, BM SKA hedeflerini yakalamak amacıyla dögüsel ekonomi paketinin (Circular Economy Package) bir parçası olarak AB İnşaat ve Yıkıntı Atıklarının Yönetimi Protokolü'nü ve 2018 yılında yıkım ve yenileme işlerinde atıklar için kullanılacak değerlendirme (audit) rehberini yayınlamıştır⁴. Bu çalışma ile AB üyesi ülkelerin inşaat ve yıkıntı atıklarının geri dönüşüm altyapısı için yatırımların ve yenilikçiliği tetikleyecek iş modelleri belirlenmiştir. Çalışmanın nihai hedefi AB nezdinde 2020 Atık Çerçeve Direktifi (2008/98/EC) ile belirlenen %70 geri dönüşüm hedefini sağlayacak projelerin geliştirilmesidir [13]. AB İnşaat ve Yıkıntı Atıklarının yönetimi protokolü ile;

- SKA Hedef 8.3: Kalkınma odaklı politikalar, üretken faaliyetleri, iyi iş yaratmayı, girişimciliği, yaratıcılığı ve yeniliği destekleyen ve mikro, küçük ve orta ölçekli işletmelerin finansal hizmetlere erişim de dahil olmak üzere resmiyet kazanmalarını ve büyümelerini teşvik eden politikaların desteklenmesi.
- SKA Hedef 8.4: Sürdürülebilir tüketim ve üretim programları 10 yıllık çerçevesi uyarınca, 2030 yılına kadar küresel kaynak verimliliğini tüketim ve üretimde kademeli olarak iyileştirilmesi ve gelişmiş ülkeler öncülük ederek ekonomik büyümeyi çevresel yıkımdan ayırmaya çalışılması.
- SKA Hedef 11.6: 2030 yılına kadar, belediye ve diğer atık yönetimine özel dikkat göstererek, şehirlerin kişi başına düşen olumsuz çevresel etkisinin azaltılması.
- SKA Hedef 12.2: 2030 yılına kadar, doğal kaynakların sürdürülebilir yönetimi ve verimli kullanımının sağlanması.
- SKA Hedef 12.4: 2020 yılına kadar, uluslararası olarak kabul edilen çerçevelere uygun olarak kimyasalların ve tüm atıkların yaşam döngüsü boyunca çevreye uygun yönetiminin sağlanması ve insan sağlığı ve çevre üzerindeki olumsuz etkilerinin en aza indirilmesi için havaya, suya ve toprağa salınımının önemli ölçüde azaltılması.
- SKA Hedef 12.5: 2050 yılına kadar, atık oluşumunu önleme, azaltma, geri dönüşüm ve yeniden kullanım yoluyla önemli ölçüde azaltılması, hedeflenmiştir [13].

2.2. Yıkıntı Atıkları Yönetiminde Sıfır Atık ve Dögüsel Ekonomi Yaklaşımları

Türkiye 2017 yılından bu yana sürdürmekte olduğu Sıfır Atık Hareketi ile, israfın önüne geçmek ve atık bertarafını azaltmak için mevzuat ve yönetim altyapısını güçlendirmektedir. 2017 yılın BM Genel Sekreterliği ile imzalanan Sıfır Atık Protokolü ile sıfır atığın benimsenmesi ve küresel çapta yaygınlaştırılması için niyet beyanında bulunulmuştur.

“Sıfır Atık” dögüsellğe dayalı bir kaynak ve atık yönetimi yaklaşımıdır. Sürdürülebilir üretim ve tüketim alışkanlıklarını teşvik etmekte ve kaynakların verimli kullanılmasını desteklemektedir. Sıfır atık, israftan kaçınmayı ve atığın önlenmesini, azaltılmasını, yeniden kullanılmasını ve geri dönüştürülmesini savunmaktadır. Böylece sosyal dayanışmanın geliştirilmesi de dahil olmak üzere olumlu sosyo-ekonomik sonuçlara ulaşılmasına yardımcı olabilmektedir [14]. Sıfır atık felsefesinin uygulanması, kurum ve kuruluşların atık oluşumlarını azaltırken, hizmet ve ürünlerinden sağlayacakları faydayı çoğaltmaktadır. Yıkıntı atıkları özelinde değerlendirildiğinde sıfır atık adımları aşağıdaki gibi değerlendirilebilmektedir:



Şekil 2 Yıkıntı Atıkları Yönetiminde Sıfır Atık Adımları

Döngüsel ekonomi bakış açısı ise, sıfır atıktan farklı olarak, atığın oluşmasından önce, tasarım basamaklarının atık üretmeyecek şekilde geliştirilmesini kapsamaktadır. Atığın azaltılması öncesinde, önleme amaçlı aksiyonları da barındırmaktadır. **Bu nedenle döngüsel ekonomi, sıfır atık felsefesi ile uyumludur ve kaynak verimliliği ilkesini tasarım aşamasından itibaren uygulayarak atığın hiç oluşmamasını prensip edinen bir yaklaşımdır.**



Yıkıntı Atıkları, Döngüsel Ekonomi perspektifinden büyük önem ve değer arz ediyor.

Döngüsel ekonomi sadece atık oluşumunu azaltmakla kalmaz, ekonomide kaynak verimliliğini artırmaya katkıda bulunur. Buna bağlı olarak karbon ve su ayak izinin azaltılması, atık bertaraf maliyetlerinin azaltılması, yeniden kullanım ve geri dönüşüm endüstrilerinde yeni iş olanakları yaratılmasına imkân tanıyarak sürdürülebilir kalkınmayı desteklemektedir. Özetle atık hiyerarşisi yaklaşımı ile ilk defa atıkların bertarafının en son tercih edilmesi gereken seçenek olduğu belirtilmiş, sıfır atık felsefesi ile, atığın önleme/azaltma ve geri dönüşüm (3R) prensibinin üzerinde durulmuş, döngüsel ekonomi yaklaşımı ile de atığın bir değer olarak ekonomide kaynak verimliliği, istihdam yaratılması gibi alanlarda da katkı sağlayacak aşamalar ile bütüncül ele alınması gerektiği benimsenmiştir. **Atık hiyerarşisinde bertaraf opsiyonu hala geçerliyken, döngüsel ekonomide bertaraf artık bir seçenek olmaktan çıkmıştır.**

AB üyesi ülkeler ve Çin, Japonya, Amerika Birleşik Devletleri (ABD), Kore ve Vietnam yıkıntı atıklarının yönetiminde 3R yaklaşımının "azaltma" basamağını önceleyen ülkelerdir [13]. Yıkıntı atıkları söz konusu olduğunda, 3R prensibinin ötesinde; döngüsel ekonominin ileri dönüşüm, yeniden amaçlandırma gibi basamaklarını da içeren uygulamalar bulunmaktadır. Bu uygulamalarda yıkıntı atıklarının oluşma öncesi, oluşma aşamaları ve oluşuktan sonraki aşamalar olmak üzere üç fazda, beşikten beşiğe yaşam döngüsünün değerlendirilmesi söz konusudur [15].

İnşaat sektörünü tamamen döngüsel hale getirmede en ileri uygulamalar Hollanda ve İngiltere'de gerçekleştirilmektedir [16]. Hollanda 2050 yılına kadar tamamen döngüsel bir yapı sektörü olmasını hedeflemiştir. Bu hedefi gerçekleştirmek için üç temel prensip uygulanmaktadır. Bu prensipler; inşaat döngüsünün her aşamasında kullanılan tüm malzemelerden tam fayda sağlayacak şekilde faydalanılması, çok uzun ömürlü ve geri dönüşebilen malzemelerin kullanılması ve ömrü sınırlı olan malzemelerin mümkün olan en yüksek verimle kullanılmasıdır. Bu dönüşümün yaşanabilmesinin önündeki zorluklar ve sektör önündeki fırsatlar Tablo 1'de özetlenmiştir.



Tablo 1 İnşaat Sektörünün Döngüsellik Ölündeki Fırsatlar ve Zorluklar [16]

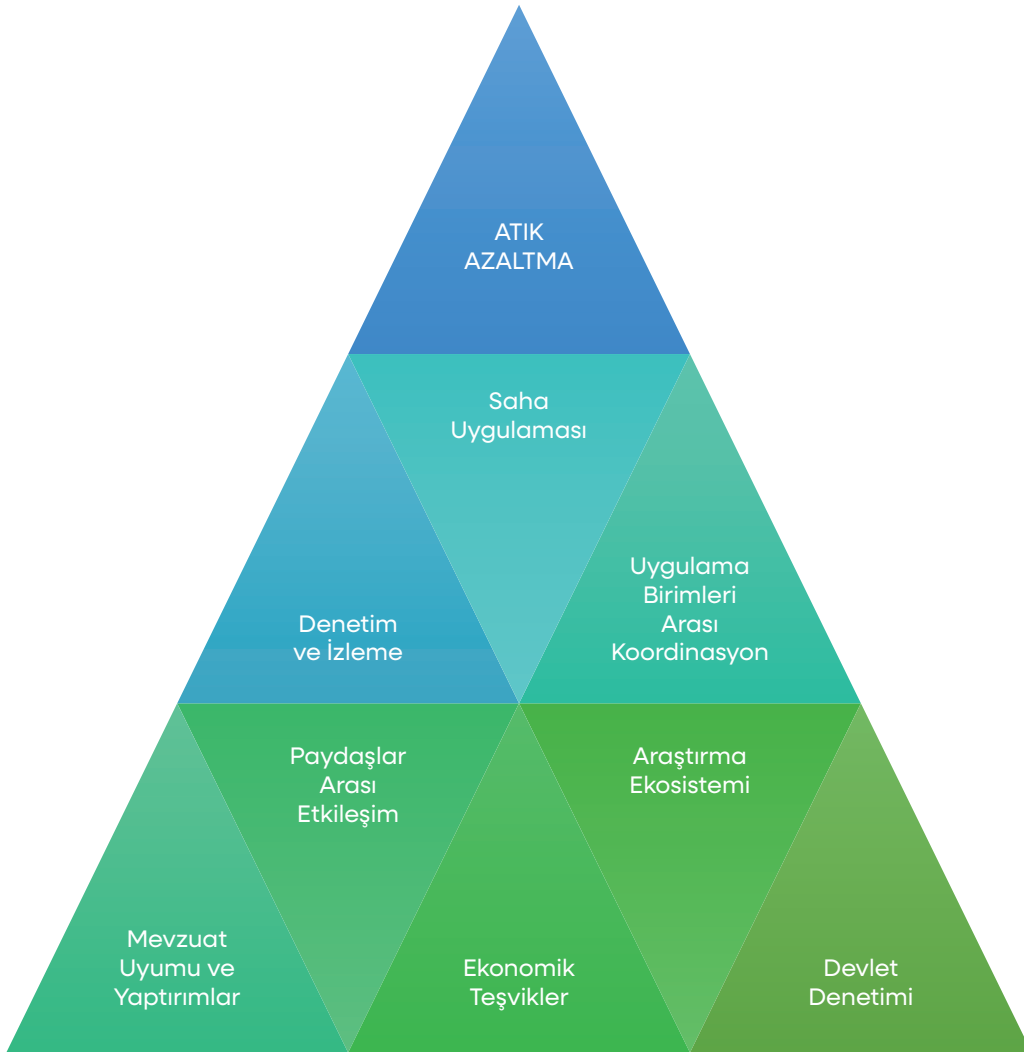
	Fırsatlar	Zorluklar
Tasarım Aşaması	<ul style="list-style-type: none"> Yapı ömrü boyunca geçerli olacak karbon raporlamaları gittikçe önem kazanmaktadır. Bina yapımında kullanılan malzemelerin karbon ayak izi (gömülü karbon ve işletme karbonu) gibi değerler de hesaba katılarak karbon ayak izinin düşürülmesi mümkündür. Uzun bina ömrü, döngüsel tasarımlar, döngüsel ekonomi teşvikleri gibi uygulamalar giderek yaygınlaşmaktadır. Kamu kurumlarına ait inşaat işlerinde, sektörün döngüsellikini destekleyecek şartnameler ile geri dönüşüm yaygınlaştırılabilir. 	<ul style="list-style-type: none"> İnşaat sektörüne özgü döngüsel ekonomi metrikleri ve verilerin geliştirilmesine ihtiyaç vardır. Yapıda kullanılmış malzemeler ve yıkım esnasında elde edilen malzemelere ilişkin, malzeme türü, kalitesi, niteliği ve niceliğine dair standart, kaliteli bilgi mevcut değildir. Sektörde ucuz malzemeye erişim kolaylığı nedeniyle, kısa ömürlü, atık üretmeye yönelik uygulamalar yaygındır. Yenilikçi yöntemlerin benimsenmesi ve yaygınlaşması zor olmaktadır.
İnşaat Aşaması	<ul style="list-style-type: none"> Gelişen veri yönetim sistemleri ile birlikte, yeniden kullanıma yönelik malzeme pasaportları geliştirilmesi (kolay erişilebilir, güvenilir) söz konusu olabilir. Mevzuatın modüler inşa teknikleri, düşük karbonlu çimento gibi çevresel etkileri en aza indirgeyecek hedeflere yönelik olarak geliştirilmesi mevcut teknolojilerin daha çevreci alternatiflere doğru gelişmesine imkân sağlayabilir. 	<ul style="list-style-type: none"> Geri dönüşüm/yeniden kullanıma yönelik pazar gelişmediği için malzemelerin sürekli tedariği ve ihtiyaç duyduğunda bulunabilirliği düşüktür. Koordinasyonun gelişmesi ve tedarik garantilerinin sağlanabilmesi gereklidir. Yangın riski endişeleri yapılarda daha fazla kereste kullanılmasının önünde bir engel teşkil etmektedir. Sürdürülebilir kereste sertifikasyonu ve üretim standartlarına ilişkin güvenilirlik sorunları (dolandırıcılık ve etiketleme) bulunmaktadır.
Yapı Ömrü Sonu	<ul style="list-style-type: none"> Yeniden kullanım ve geri dönüşüm raporlamalarının ayrı yapıyor olması (döngüsellik ve karbon ayak izi hesaplamaları) yenilikçi girişimlerin önünü açabilir. Özellikle çevresel etkisi yüksek olan malzemeler (çelik, beton vb.) söz konusu olduğunda, yenilikçi malzeme kullanımı teşvik edici olabilir. Geri dönüşüm raporlamalarının değer azaltan dönüşüm uygulamaları yerine değer artıran dönüşüm uygulamaları tercihinde teşvik edici rolü olabilir. 	<ul style="list-style-type: none"> Çevreye duyarlı tekniklerin kullanıldığı, döngüsel yeni yapılar yerine, geleneksel inşaat yöntemlerine verilen ekonomik teşvik ve kolaylıklar yapı sektörünün yeşil dönüşümünü yavaşlatmaktadır.

3. Yıkıntı Atıklarının Yönetiminde Mevcut İyi Uygulamalar

Yıkıntı atıklarının yönetiminde mevcut iyi uygulamalar; idari, ekonomik ve teknolojik imkanlar çerçevesinde değerlendirilmektedir.

- Yönetişimin optimize edilmesi, ekonomik yaptırımların ve teşviklerin uygulanması, atıkların azaltılması ve geri dönüşümün politikalarla desteklenmesi, mevcut en iyi teknolojilerin kullanılması bu imkanlardan bazılarıdır.
- Yıkıntı atıklarının azaltılmasında, yasal düzenlemeler, denetimin sağlanması, paydaşlar arasında kuvvetli bir etkileşim ve koordinasyon olması önemlidir.

Şekil 3'te iyi uygulamalardan oluşan bir sistemin bileşenleri gösterilmiştir.



Şekil 3 Yıkıntı Atığı İyi Yönetim Sistemi Bileşenleri

Şekil 3'te yer verilen stratejilerin gerçekleştirilmesi için devlet politikaları düzeyinde kapsamlı bir çalışma yapılması gerekmektedir. Bu konuda, kapsayıcı ve güçlü yasal düzenlemeler ile denetim ve izleme sağlanması oldukça önemlidir.

Bununla birlikte, yıkıntı atıkları yönetiminde güncel gelişmelerin takip edilmesi, araştırmalara destek verilmesi de yönetimsel stratejilerin ilerlemesini sağlayacaktır [17].



Şekil 4 Yıkıntı Atıklarının Yönetiminde Mevcut En İyi Uygulamalar ve Teknikler [20]

3.1. Politikalar ve İktisadi Araçlar

Yıkıntı atığının ekonomiye kazandırılmasını hedef edinen ülkelerde idari tedbirler ve iyi yönetim uygulamaları da dikkat çekmektedir.

- Hong Kong'da sanayi atıklarını ve çevresel zararlarını azaltmaya yönelik firmalara ISO14000 standartlarını uygulama zorunluluğu getirilmiştir ve kirleten öder prensibi uygulanmaktadır. Yıkıntı atıklarının belirlenen depolama sahalarına dökümü için 27 USD/ton bertaraf bedeli ödenmektedir.
- Japonya'da atık yerine yan ürün kavramı geliştirmiştir ve bu yan ürünlerin alımı zorunlu tutulmaktadır. Ayrıca özel sektör firmalarını, geri dönüşüm için teşvik edici ve harekete geçirici uygulamalar yapılmaktadır. [[19]. Japonya'da yıkıntı atıkları için ödenen bertaraf bedeli 359 USD/tondur.
- İngiltere 2008 yılından bu yana yeni yapıların inşasında karbon emisyonunu ve hammadde tüketimini azaltmaya yönelik bir strateji uygulamaktadır. Bu kapsamda ülkede yıkıntı atıklarının bertarafının sifıra indirilmesi hedeflenmiştir. Bu nedenle 2011 yılında İngiltere'de 56 £/ton (pound/ton) atık depolama ücreti uygulaması başlatılmıştır.
- Yıkıntı atıklarının yönetimini yönlendirmek ve iyi uygulamaları teşvik etmek için çeşitli ülkelerde hükümet politikası olarak ekonomik araçlar (örneğin, geri dönüşüm endüstrisini teşvik etmek için vergi ve sübvansiyon) kullanılmaktadır. Katı atık depolama bertaraf bedelinin düşük olması, geri dönüşümün gelişmesi önünde önemli bir engel teşkil etmektedir.
- En yüksek geri dönüşüm oranına sahip ABD'de atık bertaraf bedeli 60 USD/tondur.
- Çin'de bertaraf bedelleri sadece 11 USD/ton civarındadır [18]. Çin'de yönetim altyapısının desteklenmesi için politikalar ve mevzuat temeli bulunmasına rağmen yıkıntı atıklarının geri dönüşüm oranının çok düşük olmasının nedeni dönüşümün bir ekonomi modeliyle desteklenmemesidir [20].
- Ülkemizden bir örnek vermek gerekirse, yıkıntı atıkları için bertaraf bedeli İstanbul İli özelinde 2023 yılı itibarıyla 24 TL/ton (0,8 USD/ton)'dur [19].

Yıkıntı atıkları için birim atık miktarı başına tahsil edilen bertaraf bedellerinin düşük olmasının, yıkıntı atıklarının geri dönüşüm pazarında olumsuz etki yarattığı görülmektedir.

Tablo 2 Örneklerle Katı Atık Bertaraf Bedeli ve Geri Dönüşüm Oranları İlişkisi [18]

Ülke/Bölge	Ortalama Atık Bertaraf Bedeli (USD/ton)	Yıkıntı Atıkları Geri Dönüşüm Oranı (%)
Japonya	359	80
Avustralya	68	57
Avrupa	102	75
Amerika	60	82
Çin	11	5

Tablo 3 Örneklerle Ülkelerde Yıkıntı Atıkların Yönetiminde İzlenen Politikalar

<p>Ülke: Kullanılan Atık Modeli: Uygulanan Politikalar</p> <p>Japonya: 3R: Atık Yönetimi Yasası (1991) ile atık yerine yan ürün kavramı getirilmiş, yükleniciler çevre dostu ürünler almakla yükümlü tutmuş, kamusal işlerde kullanılacak malzemelerin geri dönüştürülmüş içerikli olması konusunda katı kurallar hazırlanmıştır.</p> <p>İnşaat yan ürünleri kılavuzunda (1991) yıkıntı atıkları sektöründe yan ürünler kum taşı, beton blok, bitümlü beton blok, ahşap ve yapım agregası olarak belirlenmiştir. Yan ürünlerin kullanımında ve taşınmasında kamu ve özel sektör yüklenicilerinin sorumlulukları tanımlanmıştır.</p> <p>Geri Dönüşüm Toplum Yasası (2000), İnşaat Malzemeleri Geri Dönüşüm Yasası (2000), Yeşil Satın Alma Yasası (2001) ile toplumun, özel sektörün ve kamunun inşaat sektörünün döngüselliğine bütüncül katılımı zorunlu hale getirilmiştir.</p>
<p>Hong Kong: 3R: Atık Yönetimi Planı (2003) ve Atık Azaltılması Çerçeve Planı ile yıkıntı atıkları azaltma hedefleri, öncelikli atık türleri ve imha prosedürleri tanımlanmaktadır.</p> <p>İnşaat sektöründe ISO14000 standartları uygulanmaktadır.</p>
<p>Çin: 3R: Kent Görünümü ve Çevre Sağlığı Kontrolü Yönetmeliği (1995) ve güncellenen bağlı yönetmelikler ile yönetişimin belirlenmesi, finansal desteklerin belirlenmesi, taşıma/depolama ve kullanım rehberleri hazırlanmasını kapsamaktadır.</p>
<p>ABD: 4R: U.S. EPA Yıkım Rehberi ile yıkım sonrası geri dönüşümlü malzemelerin kaybedilmemesi hedeflenmiştir.</p> <p>Kaynağında önleme uygulamalarını ele alan pilot çalışmalar yapıyı yıkmak yerine kullanmak, yapının ömrünü uzatabilmek için optimum şekilde ve yeni kullanımlara kolay uyum sağlayacak biçimde tasarlamaya vurgu yapmaktadır.</p> <p>Bina sertifika sistemleri (örn. LEED) geliştirilmiştir.</p>
<p>3R – Azalt, geri dönüştür, yeniden kullan (Reduce, recycle, reuse)</p> <p>4R – Azalt, geri dönüştür, yeniden kullan, yeniden satın al (Reduce, recycle, reuse rebuy)</p>

3.2. Yıkıntı Atıklarının Önlenmesi ve Azaltılması

3.2.1. Genel Prensipler

- Yıkıntı atıklarının oluşmasının önüne geçilmesi, yapı projesinin tasarımı aşamasında kullanılacak malzemelerin, yapım tekniğinin ve diğer elementlerin; binanın ömrü sonunda oluşacak atıkları en az düzeye indirecek ve ekonomiye geri kazandıracak şekilde kullanılması ile mümkün olur.
- Yıkıntı atıklarının önlenmesinde; oluşması muhtemel atıkların miktarının azaltılması, olumsuz etkilerin önlenmesi ve zararlı içeriğin önlenmesi adımları bulunmaktadır.
- Yıkıntı atıklarının azaltılması ve önlenmesinde inşa öncesi aşamalar (eko-tasarım, yeşil bina, pasif konut vd.), yapım aşamasındaki tercihler (eko-malzemeler, prefabrik yapılar, hafif malzeme seçimi, söküm odaklı tasarımlar vb.), yıkıma alternatif güçlendirme yöntemleri ile yıkım aşamasındaki tercihler (akıllı söküm smart demolition, seçici yıkım selective demolition vb.) bulunmaktadır [16].
- Bu çalışmalar esnasındaki iyi uygulamalar atık üretiminin azaltılması, nakliyelerin en aza indirilmesi ve ikincil malzemelerin kalitesinin artırılarak yeniden kullanımının ve geri dönüşümünün en üst düzeye çıkarılması bertaraf yöntemlerinin çevresel performansının optimize edilmesidir [20].
- Atık azaltımı başta olmak üzere, yeniden kullanımını en üst düzeye çıkarmak, geri dönüşümü kolaylaştıracak uygulamaları yaygınlaştırmak, malzeme geri kazanımı ve geri kazanımdan elde edilecek ürünler için kalite güvence programlarını uygulamak en iyi yönetim uygulamalarının en temel adımlarıdır.
- Bina ömrü, uzun ömürlü tasarımlar atık azaltma için bir diğer önemli stratejidir. Binalarının ömrünün uzun olması, tasarım ömrünün ticari kullanım için 50 yıl, konut kullanımı için ise 70 yıla varan uzunlukta olması yıkıntı atığı miktarının oluşmasının önüne geçen önemli bir faktördür. Yıkıntı atıkları geri dönüşüm oranlarının düşük olduğu Çin'de binaların çoğu 10 ila 30 yıl içinde yıkılmaktadır [18].



Tablo 4 Yıkıntı Atıklarının Döngüsel Ekonomide Yönetiminde Uygulamalar

	Prensipler	Kavramlar
Tasarım Aşaması	Alternatiflerine göre daha az atık üretecek tasarımların tercih edilmesi. Tehlikeli olmayan malzemelerin tercih edilmesi. Eko-tasarım anlayışı ile üretilmiş çevreci ürünlerin tercih edilmesi.	Eko-tasarım, Yeşil Bina, Pasif Ev Atığı dışarıda bırakan tasarım (designing out waste) Söküm/geri dönüşüm/yapı bozuma yönelik tasarım
İnşaat Aşaması	Alternatiflerine göre daha az atık üretecek tasarımların tercih edilmesi (prefabrik yapı elemanları ve alternatiflerine göre daha hafif bileşenler gibi). Alternatifleri arasından kullanım ömrü uzun, dayanıklı malzemelerin kullanılması. Tehlikeli olmayan malzemelerin tercih edilmesi.	Prefabrik yapı elemanları Prefabrik beton Endüstriyel yapı sistemleri
Kullanım Ömrü Sonu	Planlı söküm, izleme ve raporlama yapılması.	Seçici yıkım, akıllı söküm
Afet vb. beklenmeyen durumlar	Dayanıklılık önlemlerinin alınması. Atık yönetiminin afet sonrası müdahalenin parçası olarak plan çerçevesinde yürütülmesi.	Bina güçlendirme, yapı stoğu yenileme Afet sonrası müdahale ve izleme

3.2.2. Eko Tasarım, Yeşil Bina, Pasif Ev ve diğer yaklaşımlar

- Eko-tasarım ürün geliştirme aşamasında ekolojik ve ekonomik gereksinimlerin gözetilerek tasarım yapılması anlamına gelmektedir⁵ [21]. Eko-tasarım mevzuatı güncel şartlarda yapı sektöründe özellikle enerji tasarrufu ve enerji verimliliğini kapsamaktadır ancak binalarda kullanılan malzemelerin daha az zararlı olması ve/veya çevresel etkilerinin daha iyileştirilmiş olması yönünde AB nezdinde mevzuatlar geliştirilmeye devam etmektedir.
- İngiltere ve İrlanda'da atıksız tasarımlar (designing out waste) kavramı çerçevesinde binanın yenilenmesi veya yıkılması sırasında yaşam döngüsünün ilerleyen aşamalarında ortaya çıkan atıkları gözetilen çalışmalar mevcuttur.
- Kullanım ömrü sonunda (end of life) aşamasında, yapı taşlarının ve bileşenlerin yeniden kullanımına izin verecek şekilde tasarlanmış ve inşa edilmiş binalarda, yapıyı oluşturan bileşenler sökme ve yıkım sırasında kolayca ayrılabilir olacaktır. Bu tür tasarım şemaları, yapı sökümü yönelik tasarım (design for dismantling), geri dönüşüme yönelik tasarım (design for recycling) ve söküm için tasarım (design for deconstruction) olarak bilinmektedir [22].
- Pasif ev ve yeşil bina kavramları bu kapsamla bağlantılı, yapı sektöründe operasyonel karbonu (işletme süresince oluşan karbon maliyeti) azaltma hedefi ile geliştirilen sistemlerdir [23]. Pasif ev tasarımlarında yalnızca doğal malzemelerin kullanılması bu akımın önemli bir bileşenidir [24]. Uluslararası Pasif Ev Birliği'nin pasif ev tasarımına yönelik standartları bu konuda kapsamlı yönergeler geliştirmiş ve geliştirmeye devam etmektedir.
- Bina sertifikaları, binalarda çevre dostu tasarımın ve üretiminin yaygınlaştırılmasını, çevresel sürdürülebilirliği ve kaynakların korunmasını sağlamayı amaçlamaktadır. Sertifikalandırma sistemlerinde yapılan derecelendirmede kaynakların verimli kullanılmasına, sahada oluşan atığın kontrolüne, strüktürün yeniden kullanılabilir, malzemelerin ise dönüştürülebilir olmasına önem verilmektedir [19].

Enerji tasarrufu sağlamak, yenilenebilir kaynaklara yönelmek ve doğaya en az zarar vermeyi amaçlayan eko-tasarım akımında, henüz doğrudan yıkıntı atıklarının azaltılmasına yönelik adımlar içeren bir derecelendirme bulunmamaktadır.

Bina Sertifika Sistemleri

ABD başta olmak üzere dünyada Enerji ve Çevresel Tasarımda Liderlik (LEED)⁶, özellikle Avrupa'da Bina Araştırma Kurumu Çevresel Değerlendirme Yönetimi (BREEAM)⁷ Kanada'da Green Globes, Kaliforniya'da Green Building Code, Brezilya'da AQUA, Almanya'da DGNB (Deutsche Gesellschaft für Nachhaltige Bauen), Japonya'da CASBEE (Comprehensive Assessment System for Built Environment Efficiency) [19] ve WELL⁸ gibi sertifika sistemleri bulunmaktadır. Türkiye'de de ÇŞİDB tarafından geliştirilen Yerli Ulusal Yeşil Sertifika Sistemi (YeS-TR)⁹ bulunmaktadır.

3.2.3 Prefabrik Malzeme Kullanımı ve Endüstrileşmiş Bina Sistemi

Yıkıntı atıklarının önlenmesinde bir diğer adım, yeniden kullanılabilirlik oranı diğer sistemlere göre daha fazla olan prefabrik yapıların inşa edilmesidir.

- Prefabrik beton kullanımı ile beton atıklarının yarı yarıya azaltılması mümkündür.
- Kullanım aşamasında, binaların, bileşenlerin ve malzemelerin dayanıklılığını artırmak, atık oluşumunu en aza indirmenin evrensel olarak kabul gören bir yoldur.

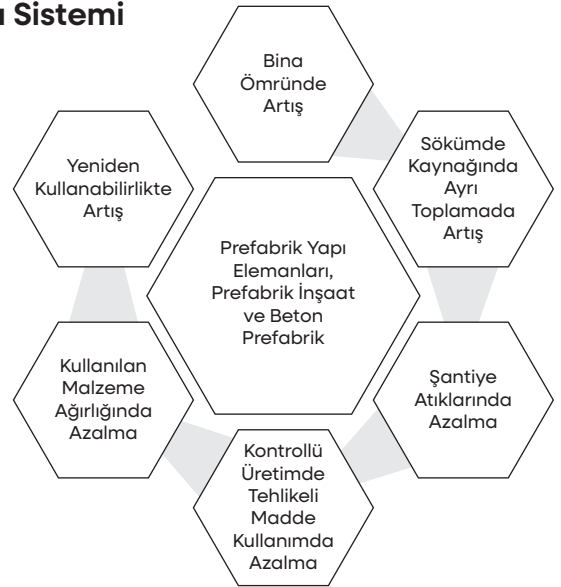
⁵ AB Komisyonu, 30.03.2022 tarihinde, AB pazarındaki çoğu somut mal kategorisi için geçerli yeni Eko Tasarım şartlarını düzenleyen Tüzük hakkında yeni bir yasal teklif yayınladı. Mevcut 2009/125/EC sayılı Eko Tasarım Direktifi'nin üzerine getirilen teklif, AB'de satılan ürünlerin yaşam döngüsü çevresel etkilerini azaltmayı hedefliyor.

⁶ ABD'de geliştirilen ve yaygınlaşan, enerji tasarrufu ve çevresel etkileri dikkate alan bir sertifikasyon sistemidir.

⁷ İngiltere'de geliştirilen ve yaygınlaşan, enerji kullanımı, arazi kullanımı ve malzeme kullanımı faktörlerini dikkate alan bir sertifikasyon sistemidir.

⁸ Bina sakinlerinin refahını, çeşitli çevresel ve insan konforunu dikkate alan bir sertifikasyon sistemidir.

⁹ Türkiye Çevre Ajansı tarafından verilen YeS-TR sertifikası hem yeni hem mevcut yapıların sürdürülebilirliğinin değerlendirilmesinde enerji verimliliği, kaynak korunumu ve genel çevresel etkiler dikkate alır; Türkiye inşaat endüstrisinde çevre dostu uygulamaları teşvik eder.



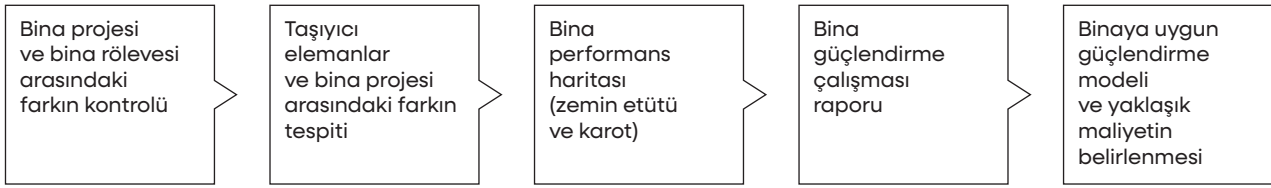
Şekil 5 Prefabrik Malzeme Kullanımı ve Endüstrileşmiş Bina Sisteminin Sağladığı Avantajlar

- Ömrün uzatılması, onları yenileriyle değiştirmenin daha uzun zaman alacağı ve dolayısıyla daha az atık oluşacağı anlamına gelmektedir. Benzer şekilde, tasarımlarda hafif malzemelerin kullanılması toplam malzeme ihtiyacını ağırlıkça %25-30 oranında azaltabilmektedir.
- Gelişmiş ülkelerde kullanılan Endüstrileşmiş Bina Sistemi, yıkıntı atıklarının geri dönüşüm oranının artmasını sağlamıştır. Endüstrileşmiş binalar, bazı bina bileşenlerinin (örneğin duvar, kolon, giriş) şantiyede inşa edilmemesi nedeniyle üretilen atık miktarını azaltmaktadır, bu da şantiyede daha az ıslak inşaat yönteminin kullanılması anlamına gelmektedir.
- Prefabrik yapılarda inşaat aşamasında oluşan atık miktarında %15'de varan azalma sağlanabilmektedir [20].

3.2.4. Binaların Güçlendirilmesi

Bir binanın afetlere dayanıklılığının geliştirilmesinde bina güçlendirme, yıkıma alternatif bir seçenektir. **Bina güçlendirme, yıkım işlemine göre daha uygun maliyetli bir süreçtir ve yıkıntı atıklarının en az açığa çıktığı ihtimaldir.** Bina güçlendirme sayesinde binanın kullanım ömrü uzatılmaktadır. Bu nedenle binaları afete dayanıklı hale getirmek için yıkım tercihinden önce güçlendirme seçeneğinin değerlendirilmesi gerekmektedir.

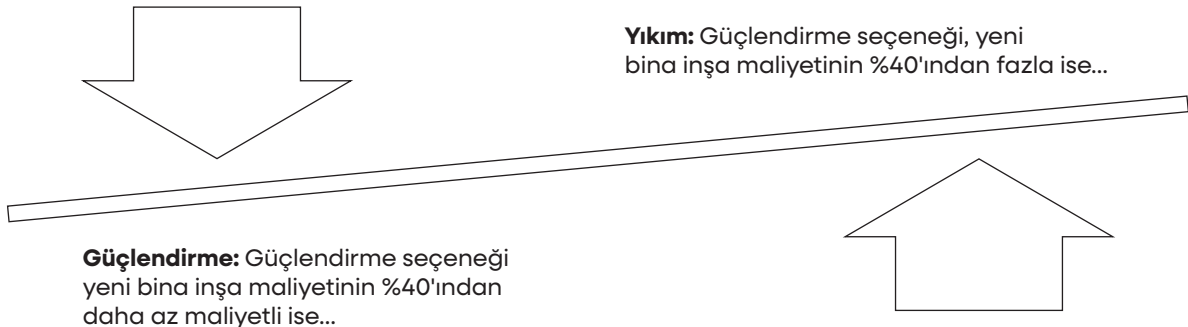
- Her yapı, üzerine inşa edildiği zemin, yapım koşulları, yapım yılı, kullanılan malzeme kalitesi, işçilik ve yıpranma dereceleri göz önüne alındığında birbirinden farklılık göstermektedir. Bu nedenle betonarme yapılar için tek güçlendirme çözümünden bahsetmek mühendislik açısından doğru olmayabilmektedir.
- Bina güçlendirme uygulamasının söz konusu bina için uygun olup olmayacağı yapılacak statik analiz sonucu ile belirlenmektedir. Yapı analizi çalışmasının bu konuda deneyim sahibi ve yetkin bir mühendislik ekibi tarafından yapılması da ayrıca önem taşımaktadır.
- Yapı analizi sonrasında riskli olduğu ortaya konulan binanın gerekli statik değer aralıklarında olması durumunda güçlendirme yapılabilir. Bina güçlendirme ile binanın temelinden başlanarak taşıyıcı kolonları daha dayanıklı hale getirilmektedir.



Şekil 6 Türkiye'de Bina Güçlendirme Öncesi Yapı Analizi Aşamaları

- Türkiye'de binanın risk değerlendirmesine kat maliklerinden herhangi birisi başvuruda bulunabilir Bina hakkında riskli yapı kararı kesinleştikten sonra 4/5 çoğunlukla güçlendirme kararı alınması gerekmektedir.
- Bina güçlendirme, riskli alan ve rezerv yapı alanı dışında olup 6306 sayılı kanunun öngördüğü amaçlar bakımından güçlendirilebileceği teknik olarak tespit edilen yapılar için, Cumhurbaşkanınca belirlenen usul ve esaslar çerçevesinde Başkanlıkça dönüşüm projeleri özel hesabından güçlendirme kredisi ile desteklenebilmektedir.
- Binanın taşıyıcı sisteminin durumu, malzeme kalitesi, inşa yılı vb. kriterler binanın güçlendirme maliyetini etkileyecek unsurlardır.

Güçlendirme maliyetlerinin, bina yapım maliyetinin %40'ından fazla bir yük getireceği tespit edildiyse, binanın yıkılıp yeniden inşa edilmesi ekonomik olarak daha tercih edilir bir seçenek haline gelmiş olmaktadır.



Şekil 7 Bina Güçlendirme Kararında Maliyet Etkisi

Yapının imar durumunda ciddi azalma (kat azalışı, oturma alanının küçülmesi) olması ihtimalinde güçlendirme maliyeti fazla çıksa dahi güçlendirme yaptırmak kat maliklerine daha fazla değer sağlayabilmektedir. Yıkıp yeniden inşa etmek ve güçlendirme seçeneği arasında karar verirken bu durum da göz önünde bulundurulmalıdır.

- Betonarme binalarda geleneksel ve yenilikçi olmak üzere iki tür güçlendirme yapılabilmektedir. Güçlendirme yöntemlerinin temel amacı deprem enerjisini sönmülemektir [25].

Geneksel Yöntemler	Yenilikçi Yöntemler
<ul style="list-style-type: none"> • Kolon ve Kiriş Mantolama • Betonarme perde • Çelik ile güçlendirme • Kompozit (örn. karbon fiber) ile güçlendirme 	<ul style="list-style-type: none"> • Enerji sönmüleyiciler • Sismik izolatörler

Şekil 8 Bina Güçlendirme Teknikleri

- Güçlendirme çalışmalarında her zaman binanın boşaltılması gerekmez. Binanın boşaltmaya gerek kalmadan dıştan güçlendirmeye uygun bulunması için özellikle düzgün bir yük dağılımı yapabilecek rijitliğe sahip kat döşemeleri, iyi derecede beton kalitesi ve taşıyıcı yapısı düzenli bir bina olması gerekir.
- Dıştan güçlendirme bina dış akslarına çelik çapraz elemanlar eklenmesi, enerji sönmüleyici sismik damperler yerleştirilmesi veya bina dışından betonarme çerçeve eklenmesi ile mümkün olabilmektedir. Bunlar Japonya'da sıklıkla uygulanan yöntemlerdir. Bu sayede bina içerisindeki alandan kaybetmeden ve sosyal yaşamı mümkün olan en az düzeyde etkileyerek binanın deprem dayanımı artırılmaktadır.
- Bina dışına uygulanan perde duvar ve kolon mantolama gibi yöntemlerle binanın yapısında güçlendirme meydana gelir, bina içerisindeki bölmelere uygulanacak karbon fiber ise yapı davranışını etkilememekle birlikte kapasitenin artırılmasına yardımcı olur.

Türkiye'de Bina Güçlendirme Uygulamaları

Ülkemizde kolon ve kirişlerin mantolanması ve betonarme perdelerin eklenmesi 1992 yılında Erzincan'da meydana gelen deprem sonrasında sıklıkla uygulanan, deneyim kazanılan yöntemlerdir. Betonarme binaların çelik elemanlar ya da ileri kompozitlerle güçlendirilmesi ise 1999 Gölcük depreminden sonra yaygınlaşmıştır. Kamu binalarında (hastane, okul vb.) enerji sönmüleyiciler ve sismik izolatörler kullanılmaktadır.

Görsel 2; Görsel 7 arasındaki fotoğraflarda çeşitli güçlendirme yöntemlerinden örneklere yer verilmiştir.



Görsel 2 Kolon Mantolama



Görsel 3 Betonarme Perde ile Güçlendirme



Görsel 4 Çelik Güçlendirme



Görsel 5 Karbon Elyaf Lifli Kompozitler ile Güçlendirme



Görsel 6 Enerji Sönmüleyici



Görsel 7 Sismik İzolasyon

3.2.5. Akıllı Söküm ve Seçici Yıkım

3.2.5.1. Seçici Yıkımla İlgili Genel Bilgiler

Bir yapının mutlaka yıkılmasını gerektiren bir durum söz konusu ise, yani yıkım işlemi kaçınılmaz ise, bu durumda yıkım operasyonundan önce söküm aşaması ele alınmalıdır.

“Seçici yıkım yapıların yıkımı öncesinde ve sırasında içindeki yabancı ve geri kazanımı mümkün olmayan maddelerden ayıklanması ve yıkımın belirli ölçülerde ve kontrollü olarak yapılmasıdır” [27].

- Akıllı söküm ve seçici yıkım uygulamaları kullanım ömrünü tamamlamış malzemelerin atığa dönüşmesini engellemektedir.
- Akıllı sökme ve seçici yıkımda, geri dönüşüm ve geri kazanımdan önce yapı malzemelerinin bileşenleri kaynağında ayrı olarak toplanması ve her adımda döngüsel ekonominin öncelikli aşamalarına göre değerlendirilmesi sağlanmaktadır.
- Seçici yıkımda yapıların yıkımı öncesinde ve sırasında içindeki yabancı ve geri kazanımı mümkün olmayan maddeler ayıklanır ve yıkımın belirli ölçülerde ve kontrollü olarak yapılması sağlanır.
- Seçici yıkımda oluşacak malzemelerin niteliği (türü, boyutu, özellikleri, yapısı vb.) ve niceliği (miktarı, boyutu, zamana bağlı oluşumu vb.) planlama aşamasından başlayarak tasarlandığında çevreye duyarlı ve maliyet etkin bir iş gerçekleştirilmesi mümkündür.
- Seçici yıkımla malzeme geri kazanımının yanı sıra, çevreye verilen zarar (gürültü, toz, titreşim vb.) daha az olur, yapıların mimari değerleri ve kültürel mirasın korunmasına yönelik uygulamalar yapılabilen, yıkım riskleri en aza indirgenmekte ve depolama sahalarına giden atık miktarında ciddi azalma meydana gelmektedir [29].
- Seçici yıkım, geleneksel yıkıma göre daha uzun süren ve maliyetli bir yöntem olabileceği gibi, geri kazanılan malzemelerin yeniden değerlendirilmesi ile ekonomik verim gözetilecek şekilde yönetilebilmektedir [30].
- Seçici yıkım öncesi ve sonrasındaki planlama ve uygulamalar ile seçici yıkım, oluşan malzemelerin en efektif şartlarda ekonomiye geri kazandırıldığı çevreci ve maliyet etkin bir yapıya dönüştürülebilmektedir.
- Seçici yıkım, bu konuda çalışma deneyimi olan ekiplerin, özel teknikler ve araçlar kullanarak, binanın yapısına zarar vermeden özenli bir metot ile yapıyı sökmesini gerektirmektedir.
- Seçici yıkımda kullanılan teknikler, proje büyüklüğü, hedeflenen malzemeler, proje süresi vb. unsurlar yıkım maliyeti ve süresine etki eden unsurlardır.

Seçici yıkım ile yıkıntı atıklarının miktarı en aza indirgenir ve oluşan malzemeler ekonomiye geri kazandırılır.

Atık yönetim maliyetlerinin giderek arttığı ve döngüsel ekonominin önem kazandığı düşünüldüğünde, seçici yıkım tekniklerinin gittikçe daha fazla gündeme geleceği unutulmamalıdır.

- Yeniden kullanılması mümkün olan yapı elemanları, asbest ve kurşun içeren malzemeler gibi muhtemel tehlikeli atık içerecek yapı bileşenlerinin tespit edilip yıkım öncesinde sökülmesi, oluşacak yıkıntı atıklarının doğru şekilde yönetilebilmesi içingerekli bir adımdır.
- Sökme işleminde, döşeme, aydınlatma, yalıtım malzemeleri ve kapılar gibi bileşenler binanın iskeletinden sağlam bir şekilde çıkartılmalıdır.
- Yapıda bulunan tehlikeli atıklar (örn. asbest) söküm öncesinde uzmanlar tarafından yapıdan temizlenmelidir.
- Söküm işlemi tehlikeli atıklar giderildikten sonra gerçekleştirilir.

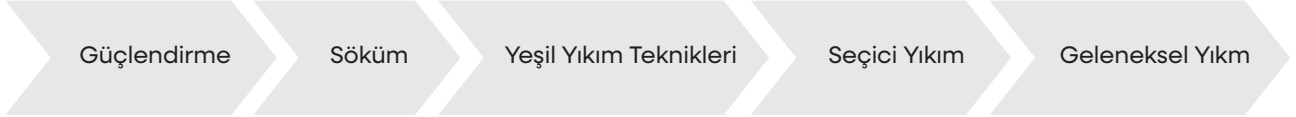
Seçici yıkım ile tehlikeli atık miktarında da azalma sağlanır.

Bir söküm planı çerçevesinde tasarlanarak ve organize edilen çalışmalarda yıkım öncesinde ayrılabilen tüm bileşenler yapıdan sökülmüş olur. Bu sayede yıkım aşamasına geçildiğinde geriye kalan beton atıklarının tamamı geri kazanılabilir nitelikte olmaktadır.

Söküm aşamasının doğru şekilde yapılması ile hem oluşacak yıkıntı atığı miktarı azalmakta, hem açığa çıkması muhtemel tehlikeli atık miktarı azaltılmaktadır.

3.2.5.2. Yıkıntı Atıklarının Önlenmesi için Uygun Yıkım Tekniğine Nasıl Karar Verilmeli?

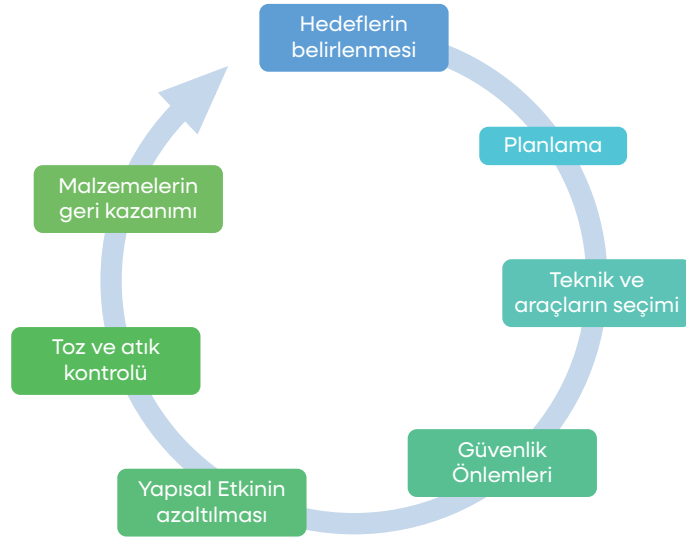
- Binanın yıkımı şart ise, ilk olarak malzeme geri kazanımını mümkün kılan yeşil yıkım yöntemleri (rezonans, elektrikli ısıtma, kimyasal ajan kullanımı, akıllı robotik teknoloji ile yıkım vd.) kullanılmalı, bunların uygulanması mümkün değilse geleneksel yıkım metotları (patlatmalı yıkım, manuel yıkım, mekanik yıkım) düşünülmelidir.
- Bu yöntemler geleneksel yıkım metotlarına göre daha uzun sürmekle beraber inşaat sektörünün yeşil dönüşümünde gelecekte kaçınılmaz metotlar olacaktır. Zaman baskısı veya diğer mücbir sebeplerle yeşil teknolojilerin kullanılmaması durumunda ise seçici yıkım tercih edilmelidir.
- Seçici yıkımın yapılamadığı durumlarda, amaç tüm yapıyı tek seferde en ivedi biçimde yıkmak olduğunda (örneğin afet sonrası çok riskli binaların yıkılması durumu) geleneksel yıkım teknikleri tercih edilebilir.



Şekil 9 Yıkıntı Atıklarının Önlenmesi için Öncelik Hiyerarşisi

3.2.5.3. Seçici Yıkımın Aşamaları

Sağlıklı bir seçici yıkım prosedürü için yedi bileşenden söz edilebilmektedir.



Şekil 10 Seçici Yıkımın Temel Bileşenleri

1. **Hedeflerin belirlenmesi:** Yıkım işlemi başlamadan önce, yıkım aşamasında sökülmesi hedeflenen yapıların (duvarlar, tesisat, kaplamalar, diğer elemanlar vb.) belirlenmesi.
2. **Planlama:** Deneyimli seçici yıkım ekibinin yıkım işinin nasıl gerçekleştirileceğine dair detaylı plan oluşturması. Söküm işlemi sürecine hangi elemanlardan başlanacağı, birbiri ile bağlantılı farklı elemanların eşzamanlı söküm süreçlerinin nasıl yönetileceği vb. detaylı iş akış planının hazırlanması.
3. **Yöntemin ve araçların belirlenmesi:** Yıkım projesinin özelliklerine göre, gerekli olacak ekipmanların (örneğin başka unsurlara zarar vermeden duvarları sökerken gerekli olabilecek hilti, elektrikli testere matkap, özel hidrolik ekipmanlar vb.) belirlenmesi.
4. **Güvenlik önlemlerinin alınması:** Seçici yıkım işinde her türlü güvenlik önlemlerinin alınmış olması gerekmektedir. Yıkım işinde görev alacak profesyonel ekibin, gerekli kişisel koruyucu donanımları (KKD) (baret, eldiven, iş ayakkabısı, emniyet kemeri, maske, koruyucu gözlük vd.) bulunmalı ve iş güvenliği protokollerine harfiyen uyulmalıdır [26].

- 5. Yapı statığına minimum etki:** Seçici yıkım işleri gerçekleştirilirken yapının statik stabilitesine mümkün olan en az düzeyde etki yapacak şekilde hareket edilmesi. Bu aşama özellikle yıkım işinde deneyimli, yük taşıyıcı yapıları bilen kişilerin planlama aşamasında seçici yıkımın hangi aşamasında binanın taşıyıcı dengelerinin nasıl etkileneceğini hesaba katarak bir karar vermesini gerektirmektedir.
 - 6. Toz ve yıkıntı atıkları kontrolü:** Söküm işleri esnasında toz ve yıkıntı atıklarının kontrollü bir biçimde oluşması için gerekli önlemlerin (toz toplayıcı sistemler, vakum ekipmanı vb.) alınması, çevresel etki ve güvenlik önlemleri için koruyucu bariyerlerin oluşturulması.
 - 7. Malzeme geri kazanımı:** Hedeflenen bileşenleri yapıdan ayırırken, açığa çıkan diğer malzemelerin yeniden kullanım ve geri dönüşüm gibi olasılıklarının göz önünde bulundurulması. (Bu aşama özellikle yıkım işlerinin maliyetlerini düşürebilecek, ekonomik alternatiflerin oluşturulması ve sonraki inşaat projelerine girdi oluşturmasını sağlamaktadır.)
- Seçici yıkım, geleneksel yıkımda kullanılan makine ve ekipmanlarla ile yapılabilir ancak öncesinde binadan alınması hedeflenen malzemelere yönelik bir plan geliştirilmesi, uygulamanın plan dahilinde yapılması gerekir [26].
 - Asbest ve diğer tehlikeli atıklar; kapı ve pencereler, lavabo, küvet gibi sıhhi tesisat gereçleri ve benzeri malzeme, türlerine göre metal esaslı tüm malzemeler, ahşap esaslı malzeme, alçı esaslı malzeme, kiremit, taşıyıcı olmayan duvar (tuğla, gazbeton, beton gibi) malzemesi, cam malzeme, polivinilklorür/poliüretan malzemeler, camyünü, taşıyıcı, genişletilmiş polistiren, ekstrüde polistiren, poliüretan gibi ısı yalıtım malzemeleri ile sökümü mümkün olan su yalıtımı için kullanılan malzemeler, tüm doğal taş kaplamalar, parsel içi yol veya diğer alanlarda asfalt, beton ve parke kaplama tabakaları altında yer alan kırılmış ve/veya elenmiş granüler malzemeler, bitüm ve türevi malzeme ile kaplı alanlarda bitüm ve türevi tabakalar kazınarak veya sökülerek ayrılır.
 - Yıkım faaliyeti sırasında atıklar ayrılarak ayrı biriktirilir; ayrı biriktirilen atıklar birbirleriyle karıştırılmadan toplanır, toplanan atıkların geri kazanımı sağlanır, geri kazanımı mümkün olmayan atıkların ilgili mevzuat hükümleri doğrultusunda bertaraf edilmesi sağlanır. Çevre İzin ve Lisans Yönetmeliği¹⁰ kapsamında lisans belgesi bulunan geri kazanım ve/veya bertaraf tesisine gönderilir [28].

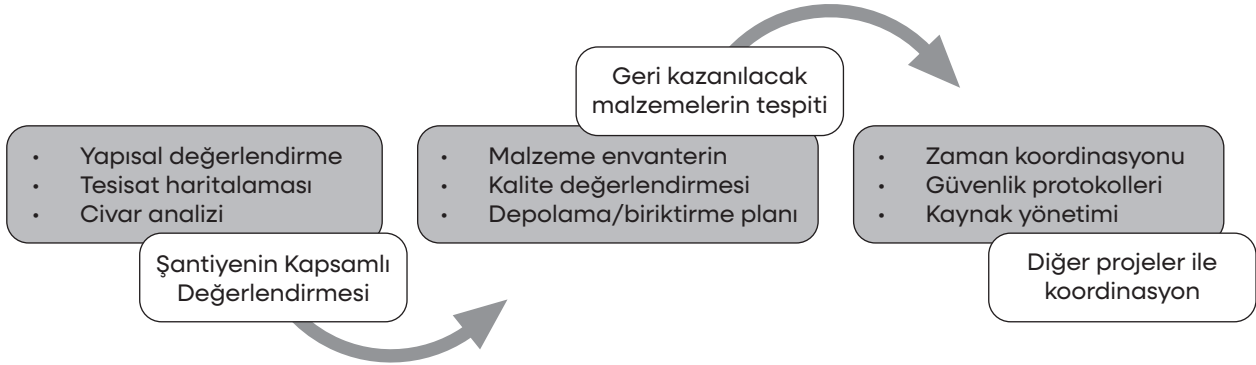


Görsel 8 Söküm İşlemleri Sonrasında İş Makinaları ile Seçici Yıkımın Yapıldığı Bir Şantiye

¹⁰ Resmi Gazete sayı 29115; tarih 10.09.2014.

3.2.5.4. Seçici Yıkımın Planlaması

Seçici yıkım işi başlamadan önce, çalışmanın düzenli, güvenli ve verimli ilerlemesi için şantiyenin kapsamlı bir değerlendirmesi, geri kazanılacak malzemelerin tespit edilmesi ve ilişkili diğer projeler ile koordinasyonun sağlanması gerekmektedir.



Şekil 11 Seçici Yıkım Başlamadan Önce Planlama Adımları

Şantiyenin değerlendirilmesi sadece planlar üzerinde olmamalı, şantiye alanında gidilerek ekiplerce çalışılmalıdır. Bu aşamada:

- Yapısal değerlendirme:** Yapının taşıyıcı sisteminin değerlendirilmesi, hangi bileşenlerin stabil olduğu, risk taşıyan bileşenler ve yıkım işlerinin yapının taşıma dengelerine etkileri değerlendirilmelidir.
- Tesisat haritalaması:** Bina içerisindeki tesisat (elektrik kabloları, su tesisatı, gaz tesisatı vd.) yer yer oldukça karmaşık dağılımlar gösterebilmektedir. Yıkım esnasında, hem tesisattaki değerli malzemelerin (metal borular, kablolar vb.) en verimli biçimde yapıdan ayrılabilmesi hem de önemli unsurların zarar görmeden, güvenlik riski oluşturmadan yıkım gerçekleştirilebilmesi için, çalışma başlatılmadan önce tesisat haritasının oluşturulması ve plana dahil edilmesi gerekmektedir.
- Civar analizi:** Yıkım projesinin civarında yer alan komşuların, geçiş yollarının, bitki ve hayvanların yıkımdan olumsuz etkilenmesini önlemek için şantiye civarının değerlendirilmesi yapılmalıdır.

Planlama aşamasının bir diğer önemli bileşeni de geri kazanılacak malzemelerin tespit edilmesidir. Geri kazanılabilecek malzemelerin tespiti hem öngörü hem de güçlü bir planlama gerektirmektedir. Bu çalışmada gerekli adımlar:

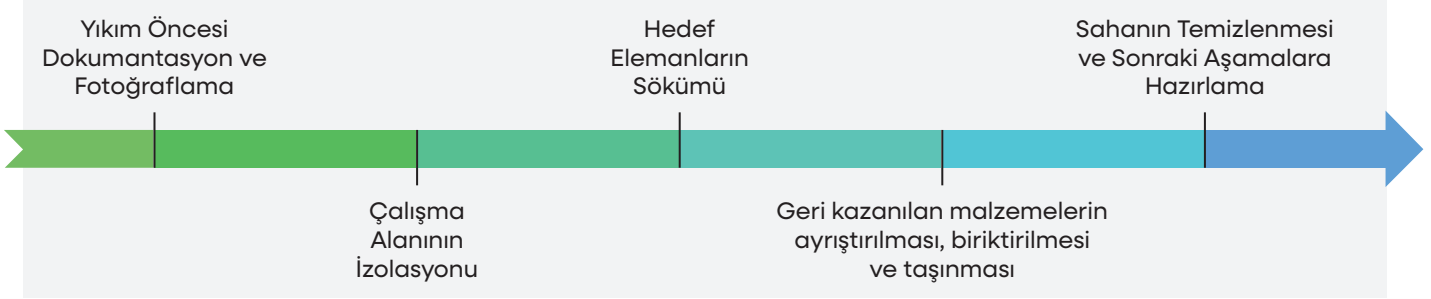
- Malzeme envanterinin çıkartılması:** Yıkım işlemi neticesinde geri kazanılabilecek tüm malzemelerin detaylı bir envanteri çıkartılmalıdır. Bu envanter içerisinde yıkım sonucu açığa çıkacak tüm bileşenler (tuğlalar, kiremitler, seramikler, metal çerçeveler, ahşap destekler, özel mimari yapısal elemanlar vd.), oluşması muhtemel miktar ve türü/niteliği belirtilmelidir.
- Kalite değerlendirmesi:** Şantiye çalışması esnasında, oluşacak malzemelerin tamamı yeniden kullanım veya geri kazanım için elverişli olmayabilmektedir. Açığa çıkacak malzemelerin özellikleri ve çalışma esnasında atık olarak açığa çıkacak malzemelerin de özellikleri belirtilmelidir. Oluşacak malzeme kalitesi, sınıflandırması bu aşamada not edilmelidir.
- Depolama (biriktirme) planları:** Geri kazanılacak malzemeler belirlendikten sonra, bu malzemelerin nerede ve ne şartlarda biriktirileceğinin planının da oluşturulması gerekmektedir. Açığa çıkacak tüm malzemeler özenli biçimde ayrılmalı, sınıflandırılmalı ve niteliği bozulmayacak şekilde, birbiri ile karıştırılmaksızın toplanıp biriktirilmelidir.

Seçici yıkımın planlanmasında, özellikle kentsel dönüşüm ve yenileme projelerinin bir parçası olarak yapılan yıkım projeleri, kendisinden sonra devam edecek projeler de gözetilmelidir. Seçici yıkım planının bir parçası da eş zamanlı ve yıkımın peşi sıra yürütülen şantiye çalışmalarının planlanmasıdır. Bu çalışmalarda da üç unsur gözetilmelidir.

- Zaman koordinasyonu:** Seçici yıkım çalışmalarının inşaat projeleri ile çakışmaması, iki projenin birbirini engellemeyecek şekilde programlanması gerekmektedir.
- Güvenlik protokolleri:** Eş zamanlı olarak yürütülen projelerde iş güvenliği ve çevresel güvenlik önlemleri şantiyede devam eden tüm projelerin birbirine etkileri de gözetilerek gerçekleştirilmelidir.
- Kaynak yönetimi:** İş makineleri, vinçler, kamyonlar ve konteynerler hem inşaat hem yıkım işlerinde ihtiyaç duyulan araçlardır. Eş zamanlı devam etmesi gereken yıkım ve inşaat işlerinde projelerde gerekli olan araçların kullanım programında çakışma olması projelerden birisinin durdurulmasına neden olabilmektedir. Bu gibi istenmeyen durumları önlemek için projelerin farklı aşamalarında ihtiyaç duyulacak iş gücü, makine ve ekipman desteği birlikte planlanmalıdır.

3.2.5.5. Seçici Yıkımın Planlaması

Özenli bir planlama sonrasında seçici yıkıma geçmeden önce, çalışma öncesi alan fotoğrafları çekilmeli, görseller planların bir parçası olarak çalışma dosyasında tutulmalıdır. Çalışma öncesi ve sonrasında alınacak görsel kanıtlar, ölçümler ve veri kayıtları çalışmanın plana uygun sürdürüldüğünün kontrol edilmesi ve çalışma etkinliğinin ölçülmesi açısından önemlidir. Şekil 12'de seçici yıkımın başlangıcından sonuna kadar geçen aşamalar özetlenmiştir.



Şekil 12 Seçici Yıkım Adımları

Çalışmanın her bir adımında, ilgili aşamanın sorunsuz şekilde tamamlandığından emin olunduktan sonra bir sonraki aşamaya geçilebilir.

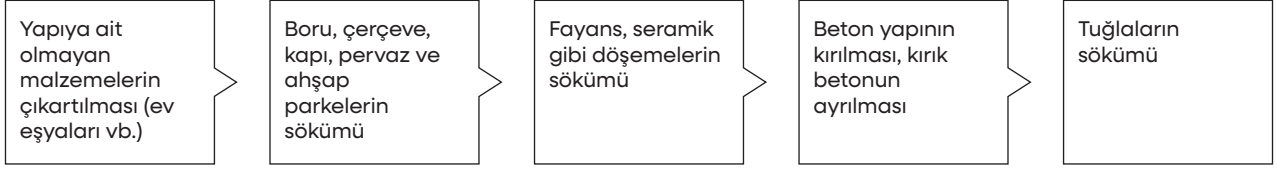
Adım 1. Seçici Yıkım Öncesi Dokümantasyon ve Fotoğraflama: Bu aşamada yapıya ait çizimler ve planlar, yapı içerisinde gözlemlenen durum ile karşılaştırılmaktadır. Çalışma öncesi yapılan planlar ile uygunluğu teyit edilmektedir. Tüm yapının detaylı fotoğrafları çekilmekte, plana göre yıkım yapılacak alanlar fotoğraflanmakta, dosyaya işlenmekte, işaretlenmektedir. Bu fotoğraflar hem yıkım öncesi ve sonrasını belgelemek için kullanılmakta hem de hukuki veya sigorta kurumlarının talebi nedeniyle ihtiyaç duyulabilecek durumlarda kanıt olarak sunulmak için bulundurulmasında fayda bulunmaktadır. Son olarak fotoğraflar, sahada hızlı görsel taramalarda dikkatlerden kaçmış olabilecek güvenlik açıklarını belgelemek için de kullanışlı olabilmektedir.

Adım 2. Çalışma Alanının İzolasyonu: Bu aşamada, seçici yıkım çalışması ile sadece yıkılması planlanan yapısal elemanların yıkımının sağlanması, planlanan çalışma dışında yapıya zarar verilmemesi ve çalışan personele risk oluşturacak bir durum yaratılmaması için gerekli önlemlerin alınması sağlanmaktadır. Bunun için gerekli fiziksel bariyerler yerleştirilir, iş güvenliğine dair gerekli olan işaret levhaları alana asılmakta ve alanda gerekli işaretlemeler yapılmakta, çalışma alanlarının etrafı belirgin biçimde çevrilerek yetkin olmayan kişilerin erişimine sınır getirilmektedir. Yine izolasyon aşamasında yapıya ait tüm altyapı tesisatı, su, gaz, elektrik altyapısı kapatılır ve bağlantıları kesilmektedir. Bağlantıların kesildiği kesin olarak teyit edilmeden çalışma başlatılması mümkün değildir. Son olarak, özellikle yoğun yerleşim yerlerinde ve büyük kentlerde yıkım işleri nedeniyle oluşan titreşimler komşu yapıları olumsuz etkileyebileceğinden; yıkım işlerinin yandaki yapılara zarar vermeyeceğinden emin olmak için titreşim izleme ve ölçüm cihazlarının bulundurulması ve çalışma esnasında titreşimin izlenmesi gerekmektedir.

Adım 3 Hedef Elemanların/Bileşenlerin Sökülmesi: Seçici yıkım çalışmasının asıl amacı işi hızlı yapmak değil, hedeflenen tüm yapı elemanlarının özenli biçimde ve birbirinden ayrı olarak düzenli şekilde, yapının ve civardaki diğer yapıların unsurlarına zarar vermeden, yapıdan ayrılmasını sağlamaktır. Bu aşamada önceliklendirmeye dikkat edilmelidir. Bu bölümün en başında da belirtildiği gibi, yapıdan sökülecek elemanlar çalışmanın henüz planlama aşamasında belirlenmeli ve yapısal inceleme aşamasında bir önceliklendirme çalışması belirlenmiş olmalıdır.

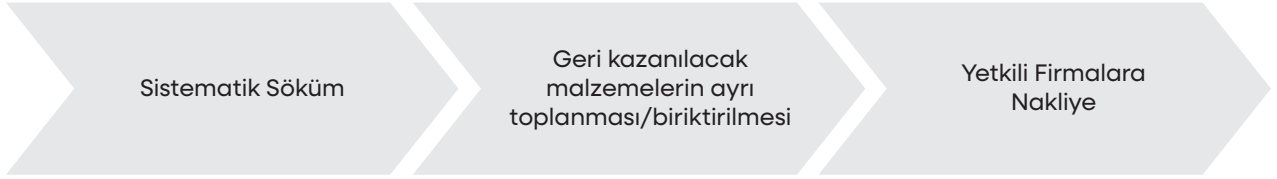
Söküm aşamasına gelindiğinde bu planın üzerinden geçilerek, hem seçici yıkım işinin kolaylaştırılması ve söküm kolaylığı hem güvenlik amaçları ve önlemler hem de yıkım sonrası gerçekleştirilecek inşaat işleri ile koordinasyon da gözetilerek uygulama planı oluşturulmalıdır. Söküm işlerinde kullanılacak malzeme ve ekipmanlar, sökülecek malzemenin niteliğine göre farklılık gösterecektir, farklı bileşenlerin sökümü için kullanılması planlanan malzemelerin kontrol listeleri oluşturulmakta ve hepsinin kullanıma uygun, çalışır durumda olduğu, yeterli sayıda olduğu teyit edilmelidir. Her zaman, spesifik bir amaç için spesifik araçlar kullanılmalıdır. Örneğin, ahşap yapıların sökümünde kullanılan araçlar ile beton sökümünde kullanılan araçlar farklıdır. Seçici yıkım işlerinin aşamalı olarak yapılması, nelerin söküleceği konusunda önemli bir planlama adımıdır. Yapı içerisinde bazı elemanlar diğerleri için taşıyıcı konumda bulunmaktadır. Bu nedenle, yapının ve elemanların taşıyıcı unsurları da gözetilerek, öncelikle taşıyıcı olmayan unsurların sökülmesine dikkat edilmelidir. Son olarak, hedeflenen elemanların sökülmesi esnasında yıkım işleri sürekli olarak gözlemlenmeli, beklenmeyen bir risk oluşması durumunda karşın izleme çalışmaları yapılmalıdır.

Yıkım işi başlamadan önce, ilk olarak yapı içerisinde bulunan ve yapıya ait olmayan malzemeler ile yapıdan uzaklaştırılmalıdır. Yapıda bulunan evsel nitelikli malzemeler; ev eşyaları, mobilyalar, beyaz eşyalar vb. öncelikle ayrılmaktadır. Sonrasında yıkım öncesi söküm aşamaları yapılabilir. Bu aşamada pencere çerçeveleri, borular vd. kapı, yer döşemesi vb. ahşap bileşenler sökülebilmektedir. Sonrasında fayans, seramik gibi yer kaplamaları yapıdan ayrılabilir. Asıl seçici yıkım işi, tüm bu söküm basamakları tamamlandıktan sonra başlatılmaktadır. Çoğu modern binada tuğla ve beton kullanıldığından, binada %60-%80 oranında tuğla malzeme çıkması beklenmektedir. Geri dönüşümü mümkün olmayan tuğlaların, kırık betonla karışmaması için öncelikle betonun kırılarak ayrılması, ayrı olarak bir yerde biriktirilmesi ve sonradan diğer yapısal malzemelerin yıkımına geçilmesi önerilmektedir.



Şekil 13 Aşamalı Söküm Sonrası Seçici Yıkım

Adım 4 Geri Kazanılacak Malzemelerin Ayrılması, Ayrı Biriktirilmesi ve Taşınması: Seçici yıkımda yıkıntı atıklarının geri kazanılabilmesi için uyulması gereken üç temel adım seçici söküm işlerinin yapılması, oluşan malzemenin türlerine göre birbirinden ayrı olarak biriktirilmesi ve ayrı biriktirilen malzemenin yetkili kuruluşlara teslim edilmesidir.



Şekil 14 Seçici Yıkım Atıklarının Kaynağında Ayrıştırılması ve Geri Kazanıma Gönderilmesi

- Seçici yıkımın en önemli kazançlarından biri yıkım sürecinde oluşacak malzemelerin geri kazanılması ve yeniden kullanılabilmesidir. Ancak, bunların yapılabilmesi için malzemelerin doğru tasniflenmesi ve uygun şartlarda biriktirilmesi gerekmektedir.
- Yapıdan sökülen elemanların, söküm işleminden sonra hemen ayrıştırılarak, diğer bileşenlerden ayrı biçimde, uygun şartlarda depolanması gerekmektedir.
- Sökülen malzemeler türüne (ahşap, metal, tuğla, beton, kırılmış beton vs.) ve malzeme kalitesine göre farklı kategorilere ayrılmalı, her bir bileşen kendisi için ayrı olarak tasarlanmış alanlarda depolanmalı ve yanlışlıkla herhangi bir malzemenin atılmasını engelleyecek önlemler alınmalı, işaretlemeler yapılmalıdır.
- Ayrı biriktirilen malzemelerin biriktirildiği bölümlerin/alanların taşıma kapasitesinden fazla yüklenmediğinden emin olunmalıdır.

Görsel 9; Görsel 14 arasındaki fotoğraflarda seçici yıkım gerçekleştirilen bir binada ayrı biriktirme örnekleri sunulmuştur¹¹ [31].



Görsel 9 Seçici Yıkım Uygulanmış Bir Yapı



Görsel 10 Seçici Yıkımda Yapıdan Sökülerek Alınan ve Ayrı Biriktirilen Beton Parçaları



Görsel 11 Seçici Yıkımda Yapıdan Kırılarak Alınan ve Ayrı Biriktirilen Beton Parçaları



Görsel 12 Seçici Yıkımda Yapıdan Kırılarak Alınan ve Moloz Olarak Kullanılabilecek Nitelikteki Parçalar



Görsel 13 Seçici Yıkımda Yapıdan Sökülerek Alınan ve Ayrı Biriktirilen Çelik



Görsel 14 Seçici Yıkımda Ayrıştırılan Inert Olmayan Malzemeler

¹¹ Görsel 9;14 Birleşik Krallık Hükümeti tarafından yayınlanmış olan 2004 tarihli Seçici Yıkım ve Sahada Kaynağında Ayırma Kılavuzu'ndan alınmıştır.

Binanın seçici yıkım kullanılarak yıkımı durumunda yapı elemanlarının %90'a varan oranlarda geri kazanılması mümkündür.

Seçici yıkımın olmadığı, geleneksel yıkım işlerinde farklı tür ve nitelikteki malzemelerin birbiri ile karışık toplanması sonucunda, değerli malzemelerin ekonomik değeri düşer [26].

Görsel 15'de seçici yıkım uygulanmaması durumunda bir yapıda oluşabilecek karışık yıkıntı atıklarından örnekler görülebilmektedir¹² [31].



Görsel 15 Seçici Yıkım Uygulanmaması Durumunda Karışık Yıkıntı Atıkları

Seçici yıkım ile yapıdan ayrılan malzemeler, sahada türlerine göre ayrı olarak biriktirildikten sonra, her malzemenin türüne uygun lisanslı araçlar ile, birbiri ile karıştırılmadan, önceden planlanan program çerçevesinde lisanslı geri dönüşüm/geri kazanım/bertaraf tesislerine nakledilir.

Görsel 16; Görsel 19'da seçici yıkım sonrası farklı malzemelerin nakliye kamyonlarından görüntüler sunulmuştur¹³ [31].



Görsel 16 Ayrıştırılmış Kırık Betonun Nakliyesi



Görsel 17 Sökülmüş Betonun Nakliyesi



Görsel 16 Ayrıştırılmış Kırık Betonun Nakliyesi



Görsel 17 Sökülmüş Betonun Nakliyesi



Görsel 19 Karışık (geri dönüşümü mümkün ve mümkün olmayan) yıkıntı atıklarının dolgu malzemesi olmak üzere nakliyesi

¹² Görsel 15 içeriği Birleşik Krallık Hükümeti tarafından yayınlanmış olan 2004 tarihli Seçici Yıkım ve Sahada Kaynağında Ayırma Kılavuzu'ndan alınmıştır.

¹³ Görsel 16;19 Birleşik Krallık Hükümeti tarafından yayınlanmış olan 2004 tarihli Seçici Yıkım ve Sahada Kaynağında Ayırma Kılavuzu'ndan alınmıştır.

Adım 5. Şantiyenin Temizlenmesi ve Sonraki Çalışmalara Hazırlanması: Seçici yıkım çalışması tamamlandıktan sonra, şantiye alanının, bir sonraki çalışma (yıkım, yeniden inşa, yenileme çalışmaları vd.) şantiyesi için hazırlanması ve temiz bırakılması gerekir.

- Şantiyenin bir sonraki işe hazırlanması amacıyla, yıkım işleri sonrasında geriye kalan yıkıntı atıkları, geri dönüşümü mümkün olan ve olmayan, sökülmüş tüm malzemeler ve atıklar çalışma alanından uzaklaştırılmalı, yetkili kurum ve kuruluşlara teslim edilmelidir.
- Söküm işleri esnasında binanın taşıma dengelerinde bir bozulma olmamış olması, yapılan işlerin kayıtlarının tutulması ve bir sonraki çalışmayı yapacak ekibe bilgi verilmesi önemlidir.
- Tüm temizlik işleri tamamlandıktan sonra, yapının son bir güvenlik gözleminden geçirilmesi, tehlikeli ve risk oluşturan unsurların (kesici malzemeler, açıkta kalan kablolar, sağlam olmayan yüzeyler vb.) bulunmadığının teyit edilmesi gerekir.
- Seçici yıkım işinin detaylarını, yapıda gerçekleştirilen muamelelerin bir listesi, öncesi ve sonrası durumları bir sonraki çalışma ekibine sunulmalıdır.

3.3. Yıkıntı Atıklarının Geri Dönüşümü ve Geri Kazanımı

Yıkıntı atıklarının bileşenlerini beton, tuğla, seramik, plastik, metal, cam, ahşap, yalıtım malzemeleri ve diğer karışık atıklar oluşturmaktadır. Bu karışımın ağırlıkça %80'i beton, tuğla, seramik vb. inert malzemeleri içeren mineral atıklardır.

- Japonya'da ve bazı AB üyesi ülkelerde yıkıntı atıkları %90'a yakın düzeyde geri dönüştürülmektedir.
- Hollanda, Lüksemburg, İtalya, İrlanda ve Birleşik Krallık'ta mineral atıkları %90'ın üzerinde bir oranda geri dönüştürülmektedir.
- İzlanda, Fransa ve İsveç'te de yıkıntı atıklarında %60 üzerinde geri dönüşüm söz konusudur.
- Belçika, Finlandiya ve Yunanistan 2010 yılında %20 civarında olan mineral atık geri dönüşüm oranlarını 2018 yılında %60 seviyesine çıkartmayı başarmıştır.

Yıkıntı atıklarının içerisindeki mineral bileşenler değerlidir ve gelişmiş ülkeler bu malzemelerin ekonomiye geri kazanım stratejisi için yatırım yapmaktadır.

- Yıkıntı atıklarının içerisindeki bileşenlerin, aynı amaçla kullanılacak hammadde (beton atığının beton girdisi olarak kullanılması, metalin ergitilerek yeniden metal yapılması vb.) üretilmek üzere işlenmesi geri dönüşümdür.
- Bir malzemeyi, sonuçta kendi değerinin altında bir malzeme elde edecek şekilde işlemek (örneğin beton atıklarını yol altı dolgusu olarak kullanmak) ise katma değer azaltan geri dönüşüm (downcycling) olarak sınıflandırılmaktadır.
- Cam malzemelerin yeniden cam üretiminde kullanılması geri dönüşüm, cam malzemenin beton üretiminde katkı maddesi olarak kullanılmak üzere işlenmesi ise katma değer artıran geri dönüşüm (ileri dönüşüm, upcycling) olarak sınıflandırılmaktadır.

Seçici yıkım işlemi esnasında değerli bileşenleri yapıdan türlerine göre ayrıştırarak sökmek mümkündür. Seçici yıkım yapılmayan senaryoda ise, karışık malzemelerin yıkım işlemi sonrasında ayrıştırma tesislerine nakledilerek tesis içerisinde ayrıştırıldıktan sonra geri dönüşümü ve geri kazanımı mümkün olabilmektedir.



Şekil 15 Seçici Yıkım ve Geleneksel Yıkım Seçeneklerinde Inert Atıkların Geri Kazanımı Karşılaştırması

- Ahşap türü malzemeler (parke döşeme, kapı pervazları, çerçeveler, paneller, taşıma elemanları vd.) yapıdan seçici olarak söküldüğünde yeniden kullanılabilir veya öğütülerek yeni ahşap ürünlerin üretiminde kullanılabilir. Bu sayede ağaç kesilmesinin, ormansızlaşmanın önüne geçilebileceği gibi, yeni ahşap ürünler üretimi için sarf edilecek enerjiden de tasarruf edilmiş olacaktır.
- Tuğla ve taşlar gibi geri dönüşümü mümkün olmayan malzemelerin yapıdan dikkatlice sökülmesi ve temizlenmesi sonrasında başla yapılar da dolgu malzemesi veya yapı taşı olarak yeniden kullanılacak malzemeler elde edilmiş olmaktadır.
- Seçici yıkım öncesinde, yapıdan sökülen kapı, pencere, boru malzemeleri, aydınlatma malzemeleri gibi ünitelerin pek çoğu yeniden inşa ve yenileme süreçlerinde yeniden kullanılabilir.

Bir malzemenin değerinin üzerinde bir türüne evrilmesi söz konusu ise alternatifler arasında ilk olarak bu seçenek tercih edilmelidir. Eğer bu mümkün değil ise, kendi değerindeki kullanım amacına yönelik olarak değerlendirilme seçeneği göz önünde bulundurulmalıdır.

Malzemenin, değerinin altında kullanılması (örneğin moloz ve dolgu malzemesi olarak) istenmeyen bir seçenektir ancak; bertaraf seçeneği ile kıyaslandığında yeniden değerlendirme alternatifi tercih edilmelidir. Yıkıntı atıklarının bertarafı en tercih edilmeyen durumdur.

Tablo 5 Yıkıntı Atıklarının Bileşenlerinin Sıfır Atık Hiyerarşisi ile Yönetimi

	Yeniden Kullanma	Geri Dönüşüm	Geri Kazanım	Nihai Bertaraf
Beton ve diğer inert mineral atıkla	Prefabrik beton ürünler ve elemanlar (duvarlar, zeminler, merdivenler, zeminler vb.) yeniden kullanılabilir.	Yeni beton üretiminde hammadde olarak işlenir.	Yeni beton yapmak yerine diğer geri kazanım uygulamaları için geri dönüştürülür.	Her zaman kaçınılmalıdır.
Metal	Çelik kesitli elemanlar yeniden kullanılabilir. Tüm portal çerçeve yapıları yeniden kullanım için geri kazanılabilir.	Yeni demir ürünleri üretmek için ergitilir.	Çelik için geri kazanım söz konusu değildir.	Asla yapılmamalıdır.
Ahşap	Boyutlu/hacimli keresteler, sunta, ahşap kapılar, pencereler ve döşeme tahtaları yeniden kullanılabilir.	Yeni ahşap malzeme üretimi için hammadde olarak geri dönüştürülür.	Bahçecilikte, çevre düzenlemesinde organik malç olarak kullanılmak üzere yongalanır. Kompost üretiminde kullanılır. Enerji geri kazanımında değerlendirilir.	Her zaman kaçınılmalıdır.
Cam	Cam bölmeler ve paneller yeniden kullanılabilir.	Yeni cam üretimi için hammadde olarak geri dönüştürülür.	Dolgu malzemesi olarak kullanılmak üzere ezilir. Beton ve arojel üretiminde hammadde olarak kullanılmak üzere öğütülüp uygun hale getirilir.	Asla düşünülmemelidir.
Plastik	Plastik borular ve kaplamalar yeniden kullanılabilir.	Plastik ürünler üretiminde hammadde olarak kullanılmak üzere geri dönüştürülür.	Enerji geri kazanımında kullanılır.	Asla düşünülmemelidir.
Yalıtım	Yapı elemanlarındaki yalıtım katmanını yeniden kullanılabilir.	Yeni yalıtım malzemeleri üretiminde kullanılmak üzere geri dönüştürülür.	Beton üretiminde katkı maddesi olarak kullanılmak üzere işlenir. Enerji geri kazanımında kullanılır.	Her zaman kaçınılmalıdır.

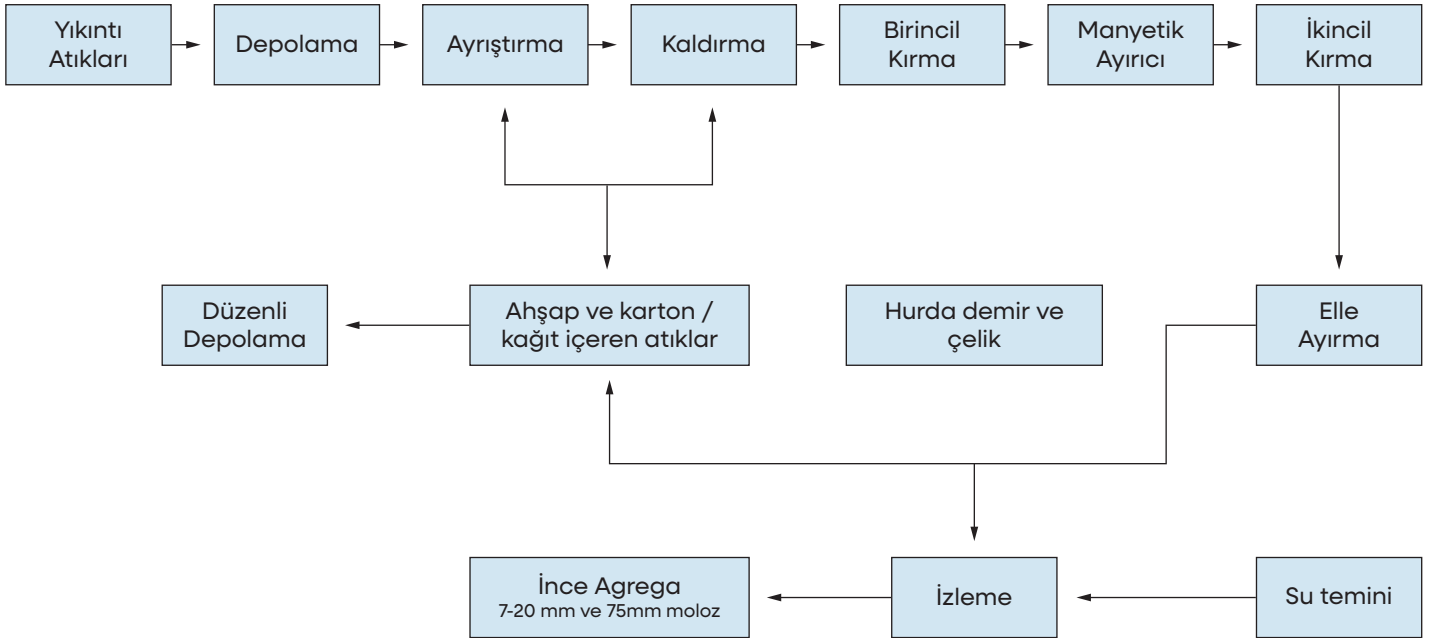
3.3.1. Geleneksel Yıkım Sonrası Geri Dönüşüm

- Seçici yıkımın uygulanmadığı durumda açığa çıkan yıkıntı atıkları içerisinde, yapıya ait tüm bileşenler bir arada bulunur.
- Geleneksel yıkım sonrası yıkıntı atıklarının geri dönüştürülebilmesi için beton, tuğla, kiremit, metal, plastik, camların oluşturduğu karışım, lisanlı araçlarla yıkıntı atığı ayırma ve geri kazanım tesisine taşınmalı, burada atığın içerisindeki tüm bileşenler türlerine göre ayrılarak sınıflandırılmalıdır.
- Yıkıntı atıkları, ayrıştırma işlemi sonrasında boyutlandırma, balyalama gibi işlemlerden geçirilerek türlerine göre geri kazanılabilecekleri tesislere yönlendirilmektedir.

Karışık haldeki yıkıntı atıklarının geri dönüştürülmesi için öncelikle atık içerisinde tehlikeli bileşenler bulunmaması gerekmektedir.

- Tehlikeli atıklar, yıkım öncesinde ayrı olarak toplanmalı ve diğer atıklarla karıştırılmamalıdır.
- Karışık haldeki atıkların işlenmesinde, alan ihtiyacı fazladır ve ayrıştırma için gereken zaman ve maliyet yüksektir.

Karışık haldeki yıkıntı atıklarının geri kazanılmasında kullanılacak tipik bir tesiste geçici depolama ünitesi, ayrıştırma ve kaba tasnif, primer (kaba) kırıcı, manyetik ayrıştırma, sekonder (ikincil) kırıcı, manuel ayrıştırma bandı, eleme/boyut ayırımı ünitesi bulunur [31]. Tipik proses akış şeması Şekil 16'da gösterilmiştir.



Şekil 16 Geleneksel Yıkımda Oluşan Karışık Atıkların Geri Dönüşümü/Geri Kazanımı [32]

- Ayrıştırma işlemleri sonrasında bakır ve çelik gibi değerli metaller geri dönüşüm tesislerine gönderilerek ekonomiye değerli metal olarak geri kazandırılır. **Bu sayede yapı sektörünün ihtiyacı olan metaller döngüsel ekonomiden karşlanır, madencilik kaynaklı çevresel zararların önüne geçilmiş olmaktadır.**
- Kağıt ve ahşap gibi yakılabilir nitelikteki malzemeler yakma tesislerinde enerji geri kazanımında değerlendirilebilmektedir.
- Beton atıkları hazır beton yapımında agrega olarak kullanılabilir.
- Diğer inert atıklar ise dolgu malzemesi olarak değerlendirilebilmektedir.

3.3.2. Betonun Geri Dönüşümü

Beton geri dönüşümünde iki yol izlenebilir. Birincisi beton atıklarını bir geri dönüşüm tesisine taşıyarak kırıp, ayıkladıktan sonra geri kazanmak ikincisi ise betonu yıkım şantiyesinde öğüttükten ve ayıkladıktan sonra geri dönüşüm tesisine göndermektir.

- Beton atıklarının geri dönüşüm tesisine taşınması durumunda büyük ölçekli bir tesiste, kalıcı, sabit makineler kullanılır.
- Beton atıklarının şantiyede öğütülerek geri dönüşüme gönderilmesi alternatifinde, yıkım şantiyesinde mobil kırma ve ayırma üniteleri kullanılmaktadır. Bu seçenek, nakliye maliyetlerini düşürmesi, taşınması gereken malzeme miktarını azaltması bakımından avantajlıdır.
- Yıkım sahasında kurulan mobil ön işlem tesisleri ile enerji tüketimi, yolların yıpranma payı, tesis yıpranma payı gibi konulardan tasarruf edilmiş olur.

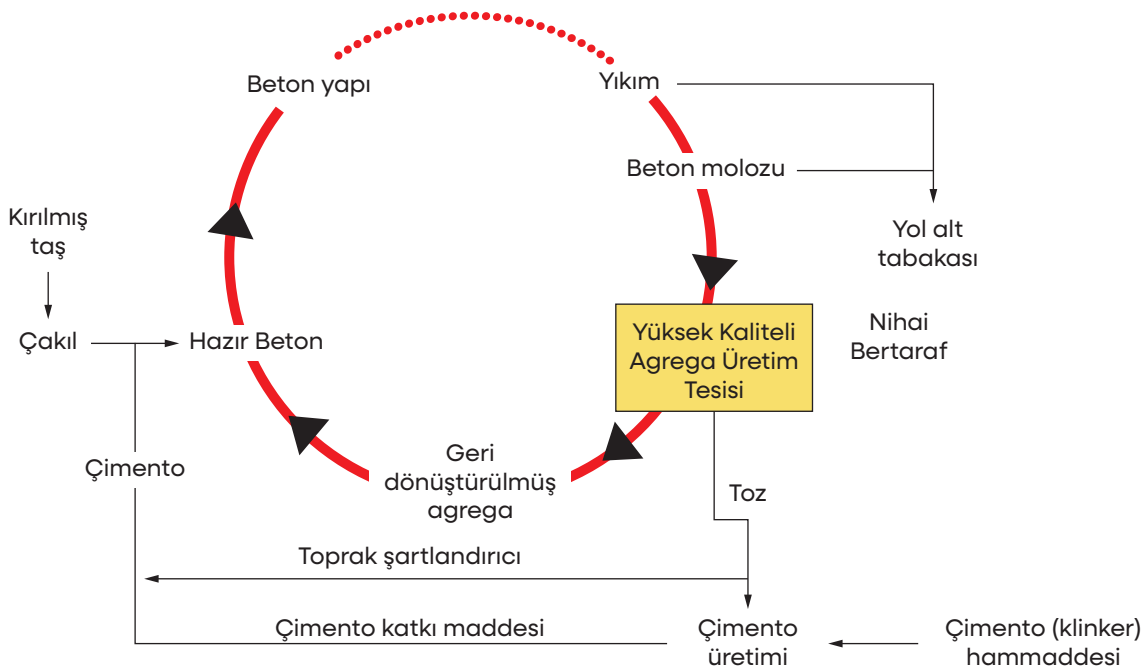
Yıkıntı atıklarının içerisinde en ağırlıklı bileşen olan betonun yönetiminde mevcut en iyi teknolojiler arasında en yaygın uygulama betonun agrega üretimiyle geri kazanılmasıdır.

- Geri dönüştürülmüş agrega (GDA) ve çakıl/kaya hammaddeden üretilen agrega ile yapı inşasında prensipte bir fark bulunmamaktadır.
- GDA'nın, yapıda kullanılması için belirli standartları sağlaması gerekir.
- Spor alanlarında ve yollarda dolgu malzemesi olarak, ses bariyerleri oluşturmak, park yerlerinde zeminde kullanmak üzere çakıl veya kaya agregası yerine, yıkıntı atıklarındaki beton ve tuğlalardan üretilen GDA kullanılabilir.
- GDA üretim sonrası hemen kullanılabilir durumdadır.

Beton geri dönüşümünde bir diğer iyi uygulama ise, agrega üretim tesislerinde oluşan beton tozlarının (geri dönüştürülmüş beton tozu) çimento üretiminde katkı malzemesi olarak kullanılmasıdır.

- GDA üretimi esnasında açığa çıkan 150 µm'den daha küçük boyuttaki malzemeler Geri Dönüştürülmüş Beton Tozu (Recycled Concrete Powder; GDBT) olarak adlandırılır.
- GDBT'nin çimento üretiminde hammadde katkısı olarak kullanım performansını inceleyen pek çok çalışma bulunmaktadır.

Şekil 17'de döngüsel ekonomide GDA ve GDBT'nin üretimi ve inşaat sektörüne katkısı gösterilmiştir.



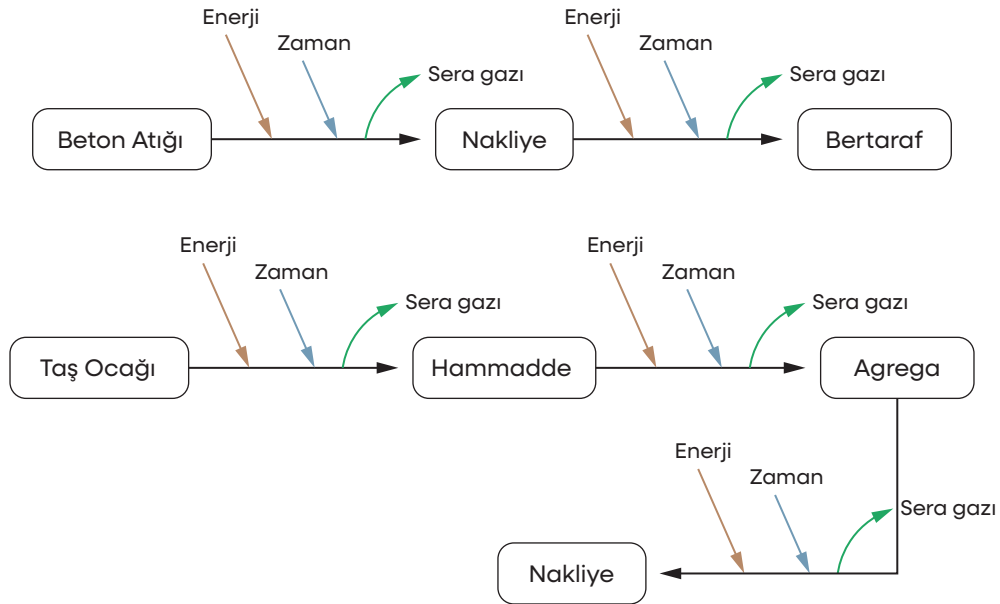
Şekil 17 GDA ve Beton Tozunun Hammadde Olarak Kullanılması Kavramsal Modeli [33]

3.3.2.1. Geri Dönüştürülmüş Agrega Üretimi

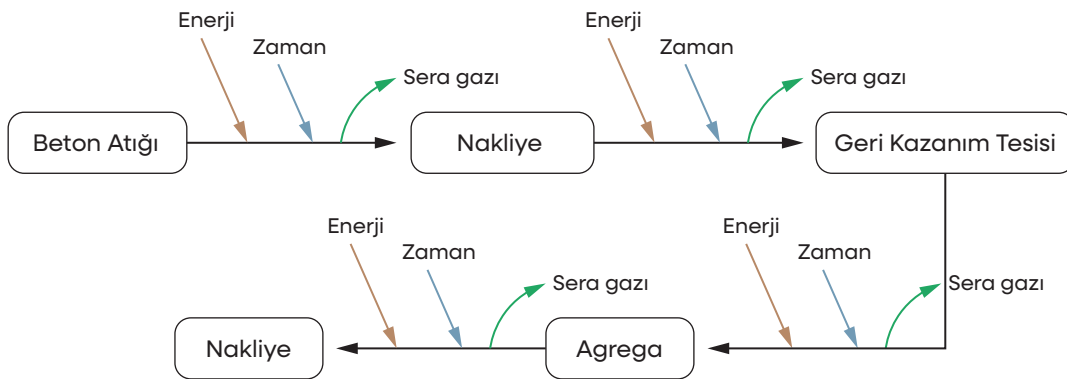
Büyüyen kentleşme süreçlerinde daha fazla yapıya ihtiyaç duyulmasıyla birlikte, agrega ihtiyacında gözlemlenen artış; geri dönüştürülmüş agrega (GDA) pazarının dünyada gittikçe gelişmesine neden olmuştur.

- Agrega üretiminin madencilikten, taş kırma/öğütme/eleme tesislerindeki yolculuğunda, hammadde, iş gücü ve enerji maliyetlerinin yanı sıra karbon salımı içeren çevresel maliyetleri söz konusudur. Öte yandan, aynı ekonomide oluşan beton atıklarının bertarafı için de enerji harcanmakta ve sera gazı salımı gerçekleşmektedir.
- Atık betonun agrega hammaddesi olarak kullanılması sayesinde, aynı agreganın sıfırdan üretilmesi esnasında madencilik aşamasında harcanacak enerji, bu esnada oluşacak karbon salımlarının önüne geçilmiş olacaktır.
- Gelişmiş ülkelerde döngüsel ekonomi ve geri dönüşüm hedefleri doğrultusunda uygulanan yüksek bertaraf ücreti politikaları, beton atıklarının geri dönüşümünün gittikçe daha fazla gündeme gelmesinde önemli bir etkidir.
- Bertaraf maliyetleri, bertaraf tesislerine olan uzaklığın artmasıyla daha da yüksek olmakta, bu da geri dönüşümü bertarafa göre cazip hale getirmektedir.

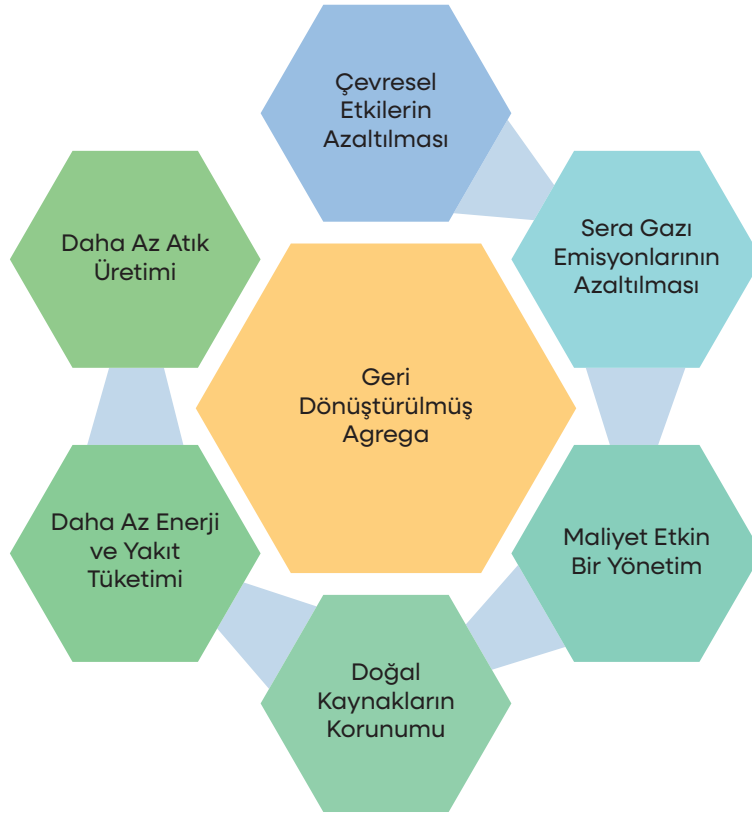
Şekil 18'de betonun geri dönüşümünün olmadığı bir senaryodaki enerji girdisi ve sera gazı salımlarını gösteren konsept modeli sunulmuştur.



Şekil 18 Lineer Ekonomide Beton Atıkları Yönetimi ve Agrega Üretimi Sera Gazı Salımı Kavramsal Modeli



Şekil 19 Geri Dönüşüm Ekonomisinde GDA Üretimi Sera Gazı Salımı Kavramsal Modeli



Şekil 20 GDA Kullanımının Sağladığı Avantajlar

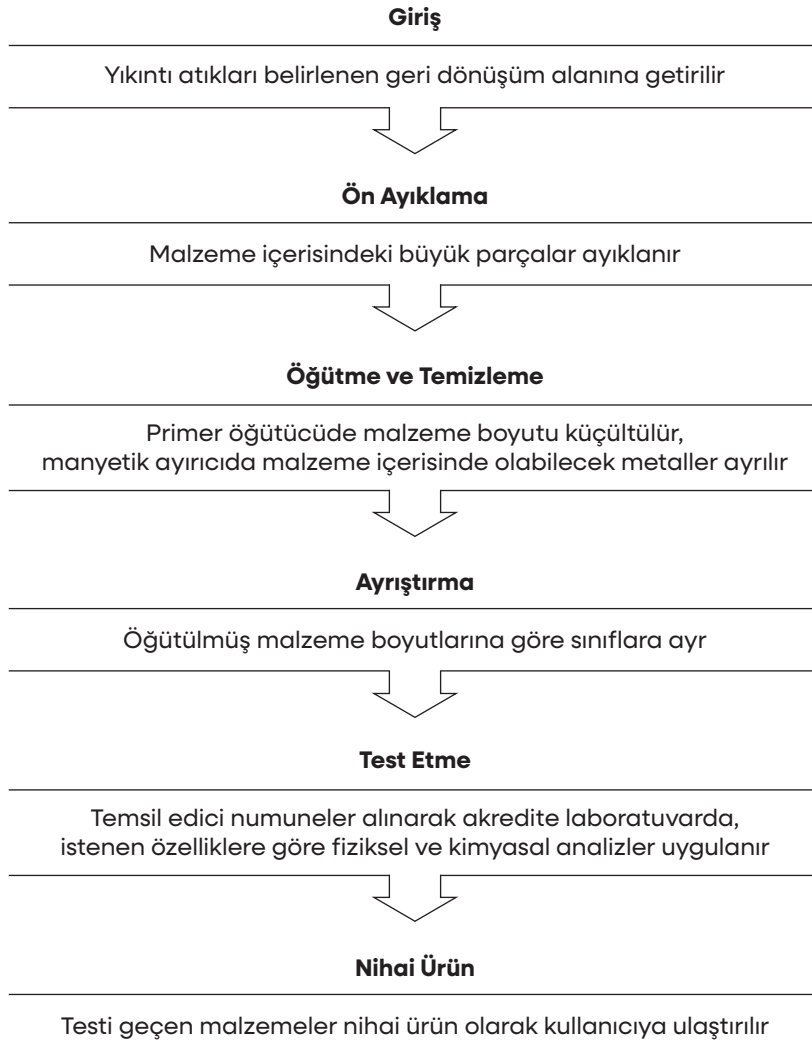
- Betonarme binalarda geleneksel yıkım sonrası oluşan beton atıklarının içerisinde aynı zamanda donatı da bulunmaktadır. Seçici yıkımda beton içerisindeki istenmeyen bileşenler yıkım esnasında ayrılır. Ancak, her iki ihtimalde de geri dönüşüm işlemlerine başlamadan önce beton içeriğinin içerisindeki diğer atıklardan ayrılmasını sağlayan bir ön işlem tesisi bulunması gerekmektedir.
- Ön işlemde boyutlandırma ve metallerin manyetik olarak betondan ayrılması sağlanır. Bu işlemde sonra elde edilen beton kırma-öğütme ünitelerine aktarılmaktadır.

Ön İşlem (Ayrıştırma) Ünitesi

- Kırıcı öncesi ayrıştırma, makinaların korunması ve işletmenin verimli çalışması için gerekli bir aşamadır.
- Ayrıştırmadan kaçan ve kırma prosesine zarar verebilecek malzemelerin tespit edilebilmesi için farklı tip kırıcı makinalarda kontrol üniteleri, sensörler bulunur.
- Sensörler makinaların işlevselliğini ve işletme verimini artırırken, ilk yatırım maliyetlerini de yükselten unsurlardır.

Kırma Ünitesi

- Kırıcının düzgün çalışabilmesi için, girdi malzemenin boyutunun ihtiyaç duyulan büyüklükte olması önemlidir.
- Kırma işlemi sonrasında oluşan malzemeler boyutlarına göre sınıflandırılır ve ürün kalitesi test edilmek üzere temsil edici numuneler laboratuvara yönlendirilir.
- Nihai ürün kullanım amacına göre boyutlandırılmış, istenen fiziksel ve kimyasal özellikte son kullanıcıya ulaştırılmaktadır.
- GDA üretiminde kullanılan kırıcılar, ek izleme üniteleri de kullanılarak geri dönüşüm, cüruf ve döküm işlerinden çıkan atıkların işlenmesi ve endüstriyel maden işlenmesinde de kullanılabilir.



Şekil 21 Geri Dönüştürülmüş Agreganın Üretim Aşamaları

Entegre GDA Üretim Tesisinde Bulunan Kırma/Öğütme ve Eleme Üniteleri

- Entegre GDA üretim tesisinde kırma/öğütme ve eleme üniteleri bir arada bulunur.
- Piyasada sıklıkla kullanılan ve bulunabilen kırma/öğütme üniteleri çene tipi (Jaw Crusher), darbeli (impact crusher) ve mobil kırıcılardır.
- Tüm kırıcı/öğütücü makinaların amacı büyük boyuttaki parçaları daha küçük parçalar haline getirmektir.
- Çene tipi kırıcı içerisine aldığı malzemeyi bir tanesi sabit bir tanesi hareketli iki tabaka veya dişli arasında sıkıştırır. Hareketli parça ileri geri hareket ederek, sabit tabaka ile arasında bir parçalama kuvveti yaratmaktadır. Çene tipi kırıcılarda binalar, altyapı sistemleri (kanalizasyon ve su getirme sistemleri), kaldırımlarda kullanılan beton türevleri parçalanabilmektedir. Sabit ve taşınabilir türde çene tipi kırıcılar mevcuttur.
- Darbe tipindeki kırıcı genellikle ikincil parçalama işinde kullanılmaktadır. Makine içerisinde bulunan döner şaft, yüksek hızlı balyoz veya çubuklara bağlıdır. Hareketli balyoz/çubuklar makine içerisine beslenen beton parçalarını daha küçük parçalara ayırmaktadır. Darbe tipi kırıcıların bir özelliği de işlem sonrasında birbirine yakın parçacık boyutunda çıktı üretmesidir. Darbeli kırıcılar da sabit ve taşınabilir olarak piyasada bulunabilmektedir.

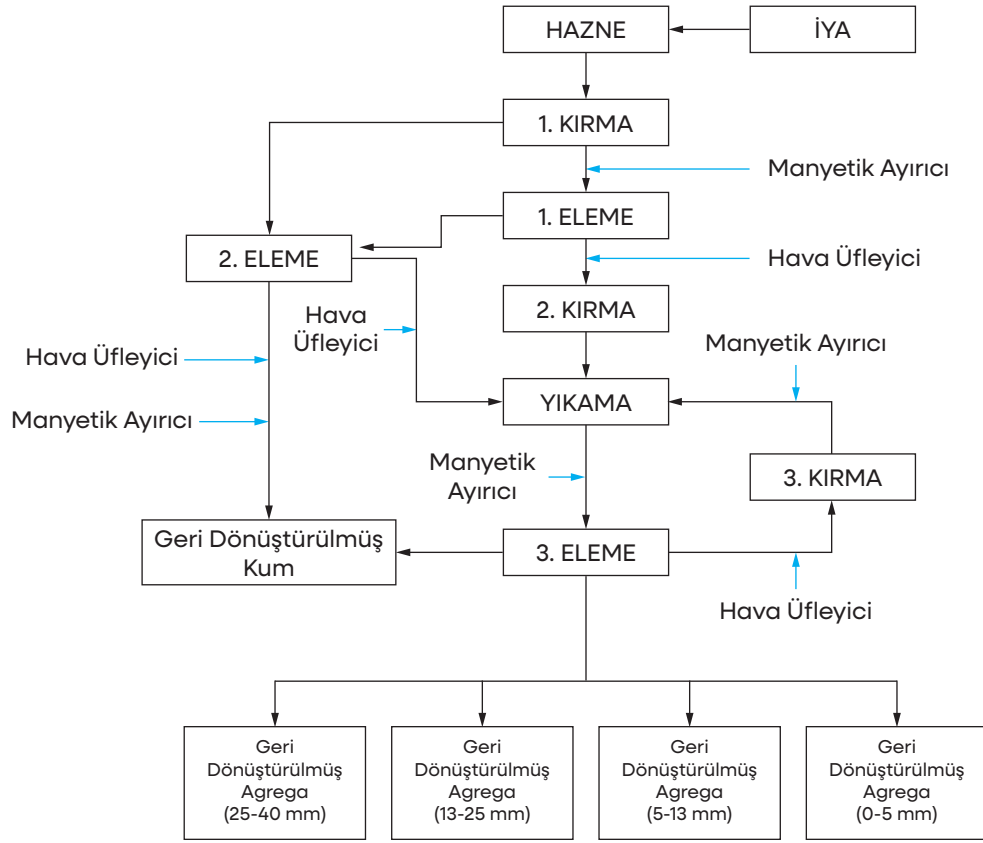


Görsel 20 Bir Primer Kırıcı Örneği (Jaw Crusher) Çene Tipi [34]



Görsel 21 Bir İkincil Kırıcı Örneği (Impact Crusher) Darbe Tipi [34]

Şekil 22'de örnek bir GDA üretim tesisindeki üniteler ve farklı bileşenlerin birbirinden ayrılması için kullanılan teknolojiler belirtilmiştir. Sistemde metal bileşenlerin ayrılması için manyetik ayırıcılar, küçük taneciklerin ayrılması için hava üfleyicilerden faydalanılmaktadır.



Şekil 22 Geri Dönüştürülmüş Agregatın Üretim Prosesi Akım Şeması

Mobil Kırma/Öğütme ve Eleme Üniteleri

- GDA tesisleri büyük ölçekli, sabit olabileceği gibi, yıkım şantiyelerinde kurulup kaldırılabilen mobil üniteler olarak da çalışabilmektedir.
- Taşınabilir sistemlerde, kırma ve ön ayırma işleri yıkım şantiyesinde kurulan mobil üniteler ile gerçekleştirilir. Tercih edilirse mobil eleme ünitesi de tesis edilebilir.
- Entegre mobil tesisler kullanılarak, yıkım işinden sonra ayrıca atık taşıma için zaman ve para harcamadan, kaynağında atık işlenerek kullanıma hazır ürün haline getirilir.
- Mobil kırma ünitesi, taşınabilir bir ünitenin üzerine yerleştirilmiş bir çene tipi veya darbeli kırıcıdan oluşmaktadır. Makinanın bir yerden başka bir yere taşınabilir olması, farklı yıkım şantiyelerinde görev yapabilmelerini sağlamaktadır.
- Mobil kırıcı ünitesinde konveyör taşıma bantları, çene tipi ve darbe tipi kırıcıların entegre kullanımı, yıkım şantiyesinde betonun nihai ürüne dönüştürülmesini sağlar.

Mobil ünitelerde şu hususlara dikkat edilmelidir:

- Makine küçük olmalı ama beklenen performansı verecek güçte çalışmalıdır.
- Kullanılan ekipmanın çeliği betondan ayırabilecek güçte elektromanyetik özelliği, suda yüzdürme veya hava üfleme türü ayırıcı (separatör) sistemi bulunmalıdır.
- Üniteden ayrı olan hidrolik taşıma stantları daha hızlı kurulum sağlanmasına yardımcı olacaktır.
- Makinanın kontrol sistemleri otomatik, manuel veya uzaktan algılamalı olabilir.
- Makinada gürültü ve toz emisyonlarının kontrolünü sağlayacak önlemler olmalıdır.
- Malzeme standardının sağlanması ve takip edilmesi için sistemler geliştirilmesine ihtiyaç bulunmaktadır.



Görsel 22 Mobil Kırıcı Ünitesi Örnekleri¹⁴ [35]

- Kırıcı ünitelerinden öğütülmüş olarak çıkan beton parçaları, boyutlarına göre ayrılmak, sınıflandırılmak üzere elek ünitesine aktarılır.
- Eleme üniteleri de sabit ve büyük ölçekli olabileceği gibi, taşıyıcı birimler üzerine yerleştirilmiş, daha küçük taşınabilir modüller halinde de olabilmektedir.
- Sıklıkla kullanılan elek tipi, titreşimli eleklerdir.
- Eleme işlemi sonrasında uygun boyuttaki malzemeler agrega olarak kullanıma hazır hale gelmektedir.
- Titreşimli eleklerin bir diğer kullanım amacı da geri dönüştürülmüş betonun içerisindeki istenmeyen moloz parçaları ve diğer atıkları (ahşap, plastik, metal vd.) da ayırmaktır.



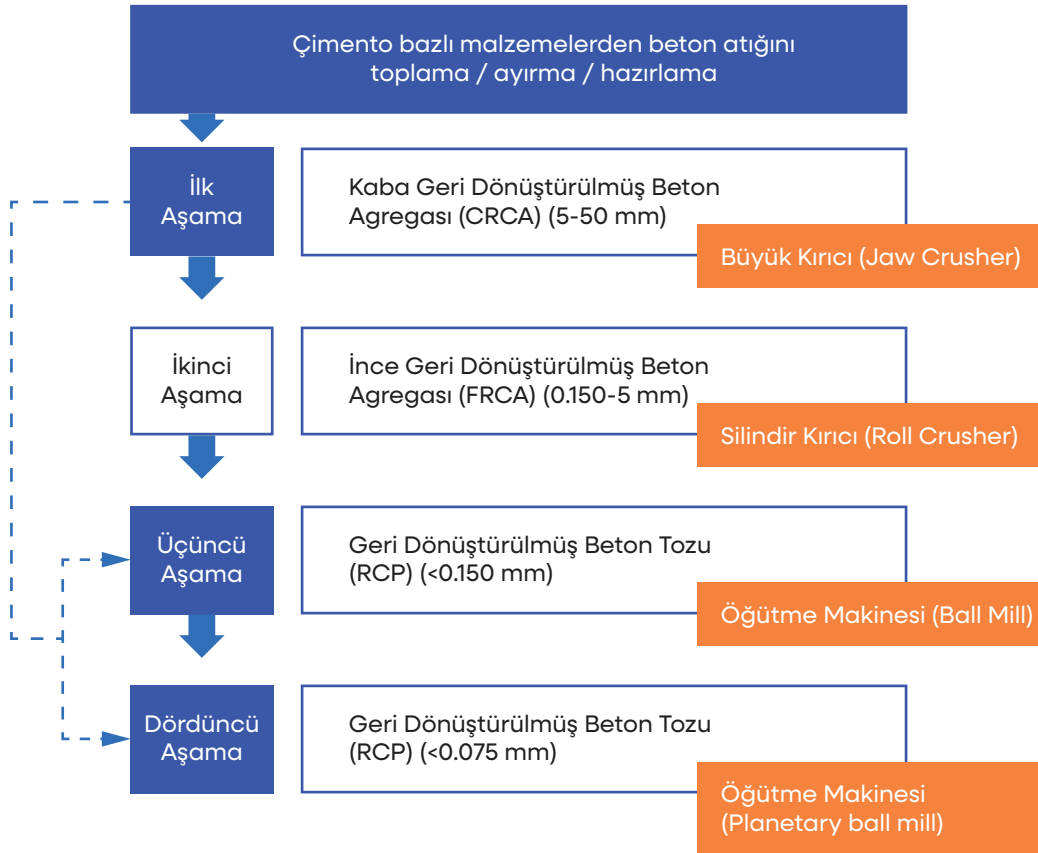
Görsel 23 Mobil Eleme Ünitesi (Titreşimli Elek)

¹⁴ Fotoğraf, Uzman Jouni Hultinnes'nin 2021 yılında vermiş olduğu röportaja dair haberdan alınmıştır.

3.3.2.2. Geri Dönüştürülmüş Beton Tozu (GDBT) Üretimi

- Geri dönüştürülmüş agrega üretim tesislerinde oluşan beton tozları (150 µm'den daha küçük çaptaki malzemeler) çimento üretiminde katkı malzemesi olarak kullanılabilir.
- GDBT içeriğinin çimentonun kalitesine ve özelliklerine etkisi ve GDBT reaktivitesinin artırılmasına yönelik araştırmalar bu sektörde iyi uygulamalara dair yaygın bir araştırma alanıdır.
- GDBT'nin boyutu, yüzey alanı, gibi özelliklerinin öğütme, ısı aktivasyon, karbonlama teknolojileri kullanılarak artırılması ile performansının değiştirilmesi mümkündür.
- GDBT'nin düzensiz biçimi, sert yüzey alanı ve gözenekli yapısı direnç sağlamakta ve su ihtiyacını artırmaktadır. Bu dezavantajların önüne GDBT'nin Portland Çimentosu ve daha düşük parçacık boyutuna indirilmesi ve çimento katkısında %30'dan daha az düzeylerde kullanılması ile geçilebilmektedir. Bu sayede GDBT kullanımının çimento performansında mekanik direnç ve dayanıklılıkta kendini gösterebilecek olumsuz etkileri ihmal edilebilir olmaktadır [37].

GDBT kullanımının getirdiği en belirgin avantaj, karbon dioksit salımlarının azaltılmasıdır. Çimento üretiminde alternatif hammadde olarak kullanılmasına yönelik araştırmalar sürmektedir.



Şekil 23 GDBT Üretimi [37]

3.3.2.3. TS EN 206 Geri Dönüştürülmüş Agreganın Hazır Betonda Kullanımına İlişkin Standart

- Agreganın türü ve hazır beton karışımındaki oranı GDA içeren betonun özelliklerinde etkili olan faktörlerdir.
- GDA ikamesi taze betonda su ihtiyacını artırabileceğinden, işlenebilirliği ve dayanım seviyesini korumak için süper-akışkanlaştırıcı katkı miktarını ve çimento miktarını artırarak tasarımı optimize etmek gerekir.
- Performans optimizasyonunu yanı sıra, GDA ve doğal agrega kullanımı arasında bir seçim yapılması durumunda, iki seçeneğin de su tüketimi, enerji tüketimi, karbon salımı gibi yönlerden yaşam döngüsü analizi gibi sürdürülebilirlik bileşenlerinin de gözetilmesi gerekmektedir.

GDA'nın hazır beton üretiminde kullanılabilmesi için, beton özelliklerinin belirli bir kalitede olacağını temin edecek standartta üretilmiş olması gerekir. Bu kapsamda TS EN 206 Beton-Özellik Performans, İmalat ve Uygunluk Standardı ile hazır betonda GDA'nın kullanımına sınırlama getirilmiştir.

- GDA'ların sağlanması gereken fiziksel ve kimyasal özellikler TS 706 EN 12620 Beton Agregaları standardında açıklanmıştır.
- TS EN 206 standardında çapı 4 mm'den büyük olan iri GDA'lar için kullanım şartları belirtilmiştir.
- TS EN 206 standardına göre, düşük riskli sayılabilecek çevre şartlarında (düşük korozyon riski, düşük karbonatlaşma riski, düşük donma çözülme riski, düşük kimyasal riski vb.) GDA'ların %50'ye varan oranda kullanımı mümkündür.
- TS EN 206 standardında çapı 4 mm'den büyük olan iri GDA'lar için Tablo 6'daki kullanım şartları belirtilmiştir.

Tablo 6 Doğal Agregaya Yerine Kullanılacak GDA'ların ($d > 4\text{mm}$) Hazır Betonda Kullanım Oranları

GDA Tipi	Çevre etki sınıfları			
	X0	XC1 XC2	XC3, XC4, XF1, XA1, XD1	Diğer çevre etki sınıfları ^a
Tip A: (R_{c90} , R_{cu95} , R_{b10} , R_{a1} , FL_2 , XR_{g1})	%50	%30	%30	Kullanılamaz
Tip B ^b : (R_{c50} , R_{cu70} , R_{b30} , R_{a5} , FL_2 , XR_{g2})	%50	%20	Kullanılamaz	Kullanılamaz
<p>^a En yüksek %30 oranında değiştirme yüzdesiyle tasarlanan betonun kullanılacağı çevre etki sınıflarında, bilinen bir kaynaktan temin edilen Tip A geri dönüştürülmüş agregalar kullanılabilir.</p> <p>^b Tip B geri dönüştürülmüş agregalar, beton dayanım sınıfı C30/37'den büyük olan betonlarda kullanılmamalıdır.</p> <p>Kategoriler: R_c: Beton, beton mamulleri, harç, beton duvar birimleri R_{cu}: Serbest agregaya, doğal taş, hidrolik bağlı agregaya R_b: Kil duvar birimleri (tuğlalar ve karolar gibi), kalsiyum silikat duvar birimleri, gaz beton R_a: Bitümlü malzemeler FL: Hacimde yüzen malzeme XR_g: Cam</p>				
<p>X0 : Korozyon veya zararlı etki tehlikesi yok XA1 : En az zararlı kimyasal ortam XC1 : Karbonatlaşmanın sebep olduğu korozyon; kuru veya sürekli ıslak XC2 : Karbonatlaşmanın sebep olduğu korozyon; ıslak, ara sıra kuru XC3 : Karbonatlaşmanın sebep olduğu korozyon; orta derecede rutubetli XC4 : Karbonatlaşmanın sebep olduğu korozyon; döngüsel ıslak ve kuru XD1 : Deniz suyu haricindeki klorürlerin sebep olduğu korozyon; orta derecede rutubetli XF1 : Donma çözülme etkisi; buz çözücü madde içermeyen suyla orta derecede doymuş</p>				
Kaynak: TS EN 206				

3.3.2.4. TS EN 197-6 : Geri Dönüştürülmüş Yapı Malzemeli Çimento Standardı

Avrupa Standardizasyon Komitesi tarafından hazırlanan EN 197-6 Geri Dönüştürülmüş Yapı Malzemeli Çimento Standardı ülkemizde TS EN 197-6 adıyla yürürlüğe girmiştir.

- TS EN 197-6 Geri Dönüştürülmüş Yapı Malzemeli Çimento Standardı çimento üretiminde katkı olarak kullanılabilen geri dönüştürülmüş ince beton parçalarının sağlanması gereken şartlar detaylı olarak açıklanmaktadır.
- Geri dönüştürülmüş ince beton taneleri, geri dönüştürülmüş beton agregaları ve/veya kumlarından özel olarak seçilmiş ve/veya hazırlanmış mineral malzemelerdir. Bu standardın kapsadığı çimento bileşenleri, geri dönüştürülmüş ince beton dışında, EN 197-1 içerisindeki Madde 5'te yer alan kriterleri sağlamaktır.
- Geri dönüştürülmüş ince malzemeler çimento üretiminde %6-35 oranlarında kullanılabilir.
- Geri dönüştürülmüş ince beton parçalarındaki;
 - Toplam Organik Karbon içeriği kütlece \leq %0,8;
 - Sülfat içeriği (SO_3 olarak) kütlece \leq %2,0 olmalıdır.
 - EN 933-9'a göre metilen mavisi testi ile belirlenen kil içeriği 1,20 g/100 g'ı geçmemelidir.
- Bu standardın kapsadığı çimentolar, Tablo 7'de belirtilen çimento tipi gösterimi ve dayanım sınıfını gösteren 32,5, 42,5 veya 52,5 rakamları ile belirtilmeli ve dayanım sınıfını belirtmek için L, N veya R harfi eklenmelidir.

Farklı oranlarda geri dönüştürülmüş beton içeren Portland Çimento'nun Adlandırılması

Örnek 1:

Toplamda kütlece %6 ila %20 arasında geri dönüştürülmüş ince beton tanecikleri (F) içeren ve normal erken dayanımlı, dayanım sınıfı 52,5 olan Portland geri dönüştürülmüş ince çimento CEM II/A-F şu şekilde tanımlanır: Portland geri dönüştürülmüş ince çimento EN 197-6 – CEM II/A-F 52,5 N

Örnek 2:

Toplamda kütlece %6 ila %14 arasında geri dönüştürülmüş ince beton (F) ve kütlece %6 ila %14 arasında kireçtaşı (LL) içeren ve yüksek erken dayanımlı, dayanım sınıfı 42,5 olan Portland-kompozit çimento CEM II/A-M şu şekilde tanımlanır:

Portland-kompozit çimento EN 197-6 – CEM II/A-M (F-LL) 42,5 R

Tablo 7 Geri dönüştürülmüş yapı malzemeleri içeren çimento (Ana Tip CEM II)

Ana Tip	Çimento Tipi		Ana bileşenler (kütlege % olarak) ^a											Minör ilave Bileşen
			Ana bileşenler											
			Klinker	Geri dönüştürülmüş ince malzeme	Cüruf	Silis Dumanı	Puzolan		Uçucu kül		Pişmiş Şist	Kalker		
	Doğal	Doğal kalsine edilmiş					Silissi	Kalkersi						
Tip ismi	Tip gösterimi	K	F	S	D ^b	P	Q	V	W	T	L ^c	LL ^c		
CEM II	Portland geri dönüştürülmüş çimento	CEM II/A-F	80-94	6-20	-	-	-	-	-	-	-	-	-	0-5
		CEM II/B-F	65-79	21-35	-	-	-	-	-	-	-	-	-	0-5
	Portland kompoze çimento ^d	CEM II/A-M	80-88	6-14	<-----6-14----->									0-5
		CEM II/B-M	65-79	6-29	<-----6-29----->									0-5
		CEM II/C-M	50-64	6-20	<-----16-44----->									0-5
	CEM VI	Kompoze Çimento	CEM VI	35-49	6-20	31-59	-	-	-	-	-	-	-	-

^a Çizelgedeki değerler ana ve minör ilave bileşenlerin toplamına karşılık gelmektedir.

^b Silis dumanının oranı %6-10'la sınırlandırılmaktadır.

^c Kalker kullanımı durumunda kalker ve geri dönüştürülmüş ince malzeme içeriği (L, LL ve F toplamı) %6-20 arasında sınırlandırılmaktadır.

^d Klinker dışındaki ana bileşenlerin sayısı iki ile sınırlıdır ve bu ana bileşenler çimentonun adı ile beyan edilmelidir.

4. Türkiye’de Yıkıntı Atıklarının Yönetimi

4.1. Sistem Yapılanması ve Yönetişim

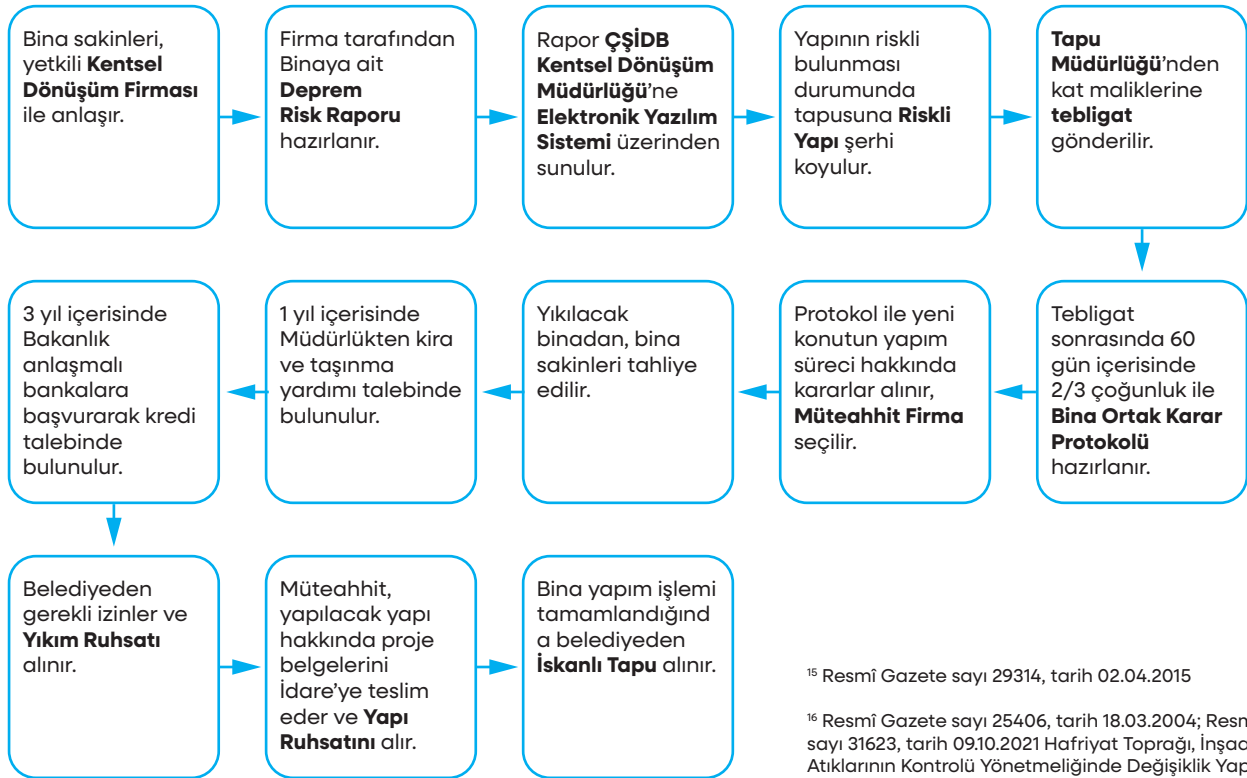
Yıkıntı atıkları bina yıkımı, yapı söküm, yeni inşaat, yenileme süreçlerinde ve doğal afetler sonucunda oluşur. Yıkıntı atıklarının içerisinde beton, kireçtaşı, tuğla, asfalt, doğal taşlar, kum, çakıl, yapı elemanları, plastik, cam, metal, ahşap malzemeler, karışık atıklar ve tehlikeli bileşenler de yer almaktadır. Türkiye’de yıkıntı atıklarının niteliği ve niceliğine ilişkin istatistik verisi bulunmamaktadır. Ancak, mevcut literatür bilgisinden yola çıkılarak yapılan tahminlerle miktar ve içeriğe dair yaklaşımlar geliştirilebilmektedir.

Yıkıntı atıklarının yönetiminde Atık Yönetimi Yönetmeliği¹⁵ (AYY) ve Hafriyat Toprağı, İnşaat ve Yıkıntı Atıklarının Kontrolü Yönetmeliği (HTİYAKY) ve esasları geçerlidir.¹⁶ HTİYAKY yıkıntı atıklarının tanımını yapmakta, atık üreticisinden başlamak üzere yıkıntı atıklarının yönetimiyle ilgili sorumluluk dağılımlarını tarif etmekte, atık hiyerarşisi ilkelerine göre atığın yönetimi ve bertarafına ilişkin şartları belirlemektedir. HTİYAKY uyarınca süreç, yıkım öncesi izinlerin alınması, organizasyon ile başlar. Çalışanların sağlığını ve güvenliğini korumak amacıyla, asbest içeren malzemelerin kullanıldığı binaların yıkımı, sökümü, tamirati ve tadilatı sırasında Asbestle Çalışmalarda Sağlık ve Güvenlik Önlemleri Hakkında Yönetmelik¹⁷ esaslarına uyulmalıdır.

4.1.1. Kentsel Dönüşümde Yönetişim Süreçleri

- Kentsel dönüşüm, 6306 Sayılı Kanun kapsamında; afet riski altındaki alanlar ile riskli yapıların dönüşümünü sağlayarak, ülke genelinde, sağlıklı, güvenli ve yaşanılabilir çevreler oluşturmak amacıyla yapılan uygulamaları kapsamaktadır.
- Binanın güçlendirilmesinin mümkün olmadığı veya tercih edilmediği durumda, binanın afetlere dayanıklı olmaması sebebiyle yıkım işlemleri gerçekleştirilebilmektedir.
- Kentsel dönüşüm kapsamındaki yıkım çalışmaları 6306 Sayılı Kanun kapsamında başlatılır.
- Yıkım işleri, belediyeden yıkım ruhsatı alınmadan başlatılamaz.

Kentsel dönüşüm süreci Şekil 24’te belirtilen süreçler uyarınca ilerler.



¹⁵ Resmî Gazete sayı 29314, tarih 02.04.2015

¹⁶ Resmî Gazete sayı 25406, tarih 18.03.2004; Resmî gazete sayı 31623, tarih 09.10.2021 Hafriyat Toprağı, İnşaat ve Yıkıntı Atıklarının Kontrolü Yönetmeliğinde Değişiklik Yapılmasına Dair Yönetmelik ile Yönetmeliğin 11inci, 29uncu, 30uncu, 31inci ve 32nci maddeleri ile EK-3'ü yürürlükten kaldırılmıştır.

¹⁷ Resmî Gazete sayı 25328, tarih 26.12.2003; yayınlayan Çalışma ve Sosyal Güvenlik Bakanlığı

Şekil 24 Kentsel Dönüşüm Süreci

- Belediyeden yıkım ruhsatının alınabilmesi için öncelikle binada yıkım öncesi asbest tespitlerinin yapılmış olması gerekmektedir.
- Bina Yıkım Yönetmeliği esaslarına göre “Yapılardaki, asbest ve benzeri tehlikeli kimyasal içeren imalatlar sökülüp uzaklaştırılmadan ve Hafriyat Toprağı, İnşaat ve Yıkıntı Atıklarının Kontrolü Yönetmeliğine göre seçici yıkım yapılmadan ana yıkıma geçilemez.”
- Yıkıma başlanmadan önce belediyelerden yıkım ruhsatı alınır. Yıkım ruhsatı, İçişleri Bakanlığı'nın Mekânsal Adres Kayıt Sistemi üzerinden düzenlenebilmektedir.
- Yıkım işlerinin ruhsat aldıktan sonra 3 ay içerisinde tamamlanması gerekmektedir.

Bina Yıkım Yönetmeliği'ne Göre Takip Edilmesi Gereken Yıkım Standartları

Bina Yıkım Yönetmeliği'nde göre yıkım işlerinde seçici yıkım yapılması, geri kazanılabilecek malzemelerin ayrılması esastır. Tehlikeli veya geri kazanımı mümkün olmayan atıklar ilgili mevzuatı çerçevesinde bertaraf edilmektedir. Bina yıkımında Bina Yıkım Yönetmeliği esaslarına uyulmak zorundadır. Yönetmelikte tanımlanmamış olan ve açıklık gereken hususlar hakkında Türk Standartları, ilgili Türk Standartlarının bulunmaması halinde Avrupa Standartları esas alınır. Türk veya Avrupa Standartlarına düzenlenmeyen hususlarda uluslararası geçerliliği kabul edilen dokümanlar da kullanılabilir.

- Yıkım işleri bir inşaat mühendisinin yönetiminde hazırlanan yıkım planı çerçevesinde yürütülür.¹⁸ Yıkım planında yıkım öncesi, yıkım süreci ve yıkım sonrası yapılacaklar açıklanmaktadır.¹⁹
- Yıkım planının ekinde, atık yönetim planı ve toz emisyon önlemleri ve patlatmalı yıkımlar için akustik rapor yer alır. Yıkım planı ekindeki atık yönetim planında belirtilen atık türleri ve bunlara dair atık kodu ve atık miktarı bilgileri izin verilmesi halinde, yıkım ruhsatına işlenir.

Kentsel dönüşüm kapsamında bina yıkım süreçleri Şekil 25'te tarif edilmiştir.



Şekil 25 Kentsel Dönüşümde Bina Yıkım Süreci

¹⁸ Bodrum katı dışında en çok bir katlı, bina yüksekliği 6.00 metreyi ve yapı inşaat alanı 250 m²'yi geçmeyen müstakil ve ayırık nizam yapıların yıkımı ile bir binada toplam alanı 250 m²'yi ve kat inşaat alanının %10'unu aşmayan kısmi yıkımlarda yıkım planı düzenlenmez.

¹⁹ Yıkımdan önce hangi yıkım yönteminin kullanılacağı, yapıda ve yapı çevresinde etkilenebilecek diğer yapı, altyapı, tesisat, trafik ve insanların hangi tedbirlerle güvenliklerinin sağlanacağı, yapının malzeme ve varsa hasar özellikleri ile taşıyıcı sistemi, taşıma gücü imkânları ile tüm risk unsurları incelenip tespit edilerek TS 13633 Yapıların Tam ve Kısmi Yıkımı İçin Uygulama Kuralları Standardına uygun şekilde Bina Yıkım Yönetmeliği Ek-2'ye göre yıkım planı hazırlanır.

Yıkım işlerinde şu esaslara dikkat edilmelidir:

- Yıkım işinin başlangıcından ve bitiminden en az 7 gün (patlatmalı yıkımlarda 10 gün) önce müteahhit, ilgili idareyi ve mülki amirliği bilgilendirir.
- Yıkım işine başlanacağı ve işin bitirileceği günlerde fenni mesul ile ilgili idarenin teknik personeli ve kontrol yetkilisi gerekli kontrolleri tamamlar.
- Bina Yıkım Yönetmeliği'ne göre yapıların yıkımında; TS 13633 standardında yer alan tekniklerden uygun olan herhangi biri tercih edilebilir. Bitişik nizam yapılaşmalarda, komşu binanın zarar görmemesi için kısmen veya tamamen elle yıkım tekniğinin uygulanması esastır.
- Tam yıkım, çatıdan başlanarak temel alt seviyesine kadar yukarıdan aşağıya doğru olacak şekilde gerçekleştirilmektedir.
- Yıkım sırasında katlarda oluşacak yıkıntı atıkları güvenlik tedbirlerine uygun olarak, kaydırma olukları veya farklı sistemle zemine indirilmektedir. Döşemeler, yıkım işlerinde oluşan yıkıntı atıkları nedeniyle aşırı yüklerle maruz bırakılmamalıdır.
- Yıkım çalışmalarına ara verilmesi söz konusu olduğunda yapıda gerekli kontroller yapılarak askıda blok bırakılmaz, zemindeki çukurlar kapatılmaktadır.

Kentsel Dönüşümde Yıkım Kararı Almadan Önce, Bina Güçlendirme Seçeneği Değerlendirilmelidir

Kentsel dönüşüm amacıyla gerçekleştirilen yıkımların, zaman, maliyet ve sosyal açılardan çeşitli zorlukları bulunur. Riskli alan olarak belirlenen bölgelerde, binaların yıkım sonrası aynı bölgede inşa edilmemesi, rezerv alanlara taşınma söz konusu olabilmektedir. Kat maliklerinin kendi aralarında anlaşmazlığa düşmeleri, yıkım sonrasında yeniden inşa edilen yapılarda eski yapıya göre hak sahiplerine daha küçük alan payı düşmesi vb. sebeplerden dolayı kentsel dönüşümde yıkım süreçlerinin başlatılması istenen hızda gerçekleşmemektedir. Bu nedenle, kentsel dönüşüm için yıkım seçeneğinden önce hem maliyet avantajı hem de daha hızlı ve çevreci bir çözüm olması bakımından bina güçlendirme seçeneği ile tercih olarak göz önünde bulundurulmalıdır.

Kentsel dönüşümde oluşacak yıkıntı atıkları:

- Sadece üretici/taşıyıcı tarafından belediye/mülki amirin gösterdiği/izin verdiği geri kazanım ve depolama yerlerine dökülebilir/dolgu yapılabilir.
- Sadece, taşıma izni almış nakliye araçlarıyla gerekli izinleri almış depolama sahalarına taşınabilir.
- Atıkların toplanması, taşınması ve bertarafı ile ilgili harcamalar, atık üreticileri tarafından karşılanır.



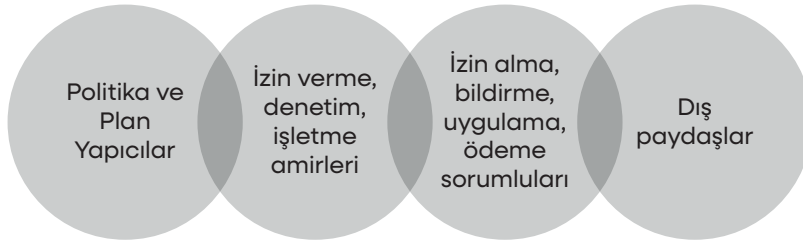
Şekil 26 Kentsel Dönüşüm ve Diğer Yıkım İçeren İşlerde Yıkıntı Atıkları Oluşması Süreci

4.1.2. Yıkıntı Atıklarının Yönetişimi

4.1.2.1. Yıkıntı Atıklarının Yönetiminde Aktörler, Yetki, Görevler

Türkiye'de yıkıntı atıklarının yönetiminde rol alan aktörlerin idari ve uygulayıcı rolleri bulunur.

- İdari aktörler; ÇŞİDB, mahalli idarenin mülki amirleri ve belediyelerdir.
- Uygulayıcı rol alan aktörler; atık üreticisi kişi/kurum, lisanslı atık toplama/taşıma firması, mahalli idare mülki amirliği/belediyeler, lisanslı atık geri kazanım/bertaraf tesisi işletmeleridir.
- Sürece dahil olan diğer aktörler ise; Çalışma ve Sosyal Güvenlik Bakanlığı, asbest söküm firmaları, akredite laboratuvarlardır.



Şekil 27 Yıkıntı Atıkları Yönetiminde Aktörler

Çevre, Şehircilik ve İklim Değişikliği Bakanlığı:

- Türkiye'de yıkıntı atıklarının yönetiminde politika geliştirmek, yönetim organları arasında koordinasyonu sağlamak, geri kazanılmış ürünlerin kullanılmasını teşvik etmek, mevcut politikalar uyarınca denetim ve kontrolleri yapmak ÇŞİDB'nin sorumluluğundadır.
- ÇŞİDB her yılın sonunda mahalli idare amirleri tarafından sunulan yıkıntı atıkları istatistiklerini almakta ve kaydetmektedir.

Mahalli İdarelerin en büyük mülki amiri:

- İlerde vali, ilçelerde kaymakam; kendi idaresinde oluşan, toplanan, geri kazanılan ve bertaraf edilen yıkıntı atıkları ile ilgili istatistikleri belediyelerden temin edip, yıl sonunda ÇŞİDB'na göndermekle mükelleftir.
- Doğal afetlere ilişkin atıkların yönetimiyle ilgili esasları belirlemek ve bu amaçla Kriz Merkezi oluşturmak da mahalli idarenin en büyük mülki amirinin yetki ve sorumluluğudur.
- Doğal afetlere karşı atık yönetim planları mülki amirlerce oluşturulur.
- Büyükşehir belediyeleri ve il belediyeleri kendi il sınırları içerisinde oluşan, toplanan, geri kazanılan ve bertaraf edilen yıkıntı atıklarına ilişkin istatistikleri valiliklere bildirir.
- Yıkıntı atıkları ve doğal afet atıklarının toplanması, geçici biriktirilmesi, taşınması, geri kazanılması ve bertarafı ile ilgili yönetim planlarını hazırlar.

Mahalli idarenin en büyük mülki amiri doğal afetlere ilişkin atıkların yönetimiyle ilgili esasları belirler ve bu amaçla Kriz Merkezi oluşturur. Doğal afetlere karşı atık yönetim planları mülki amirlerce oluşturulur.

Tablo 8 Yıkıntı Atıklarının Oluştığı Bölgeye Göre Mülki Amir ve Belediye Sorumlulukları

Proje ili bir Büyükşehir mi?	Yıkım Projesi Belediye Mücavir Alanı içinde mi?		
		Evet	Hayır
	Evet	Büyükşehir belediyesi ve ilçe belediyeleri sorumludur	İl mülki amirliği sorumludur
	Hayır	İl ve ilçe belediyeleri sorumludur	İl mülki amirliği sorumludur

Tablo 9 Yıkıntı Atıklarının Yönetim Sisteminde Uygulayıcı Roller

Görev	Yetkili Kurum/Kuruluş
Geri kazanım/depolama tesislerine ilişkin yer belirleme, kurma/işletme, izin verme, toplama/taşıma bertaraf bedellerini belirleme, halkı bilgilendirme, kontrol, denetim.	Belediye mücavir alan sınırları dışında; Mahallin en büyük mülki amiri Belediye mücavir alanı sınırları içerisinde; Belediye
Toplanan yıkıntı atıklarını öncelikle altyapı çalışmalarında kullanmak/kullandırmak.	Belediye mücavir alan sınırları dışında; Mahallin en büyük mülki amiri Belediye mücavir alanı sınırları içerisinde; Belediye
Doğal afet atıklarının yönetimi konusunda valilik koordinasyonunda oluşturulan Kriz Merkezi kararlarını uygulamak.	İllerde il belediyeleri, büyükşehirlerde büyükşehir belediyeleri
Atıkların olumsuz etkilerini en aza düşürecek şekilde atık yönetmek.	Yıkıntı Atığı Üreticisi
Atıkların oluşumu, taşınması ve depolanması aşamalarında gerekli izinleri ve onayları almak.	Yıkıntı Atığı Üreticisi
Atıkları bileşenlerine göre ayrı toplamak, geri kazanmak, biriktirmek ve atığın içinde zararlı, tehlikeli ve yabancı madde bulundurmamak. Faaliyete başlamadan önce, Atık Taşıma ve Kabul Belgesi'ni almak.	Yıkıntı Atığı Üreticisi
Atıklarını belediyenin veya mülki amirin izin verdiği geri kazanım veya depolama tesisi dışındaki yerlere dökmemek.	Yıkıntı Atığı Üreticisi

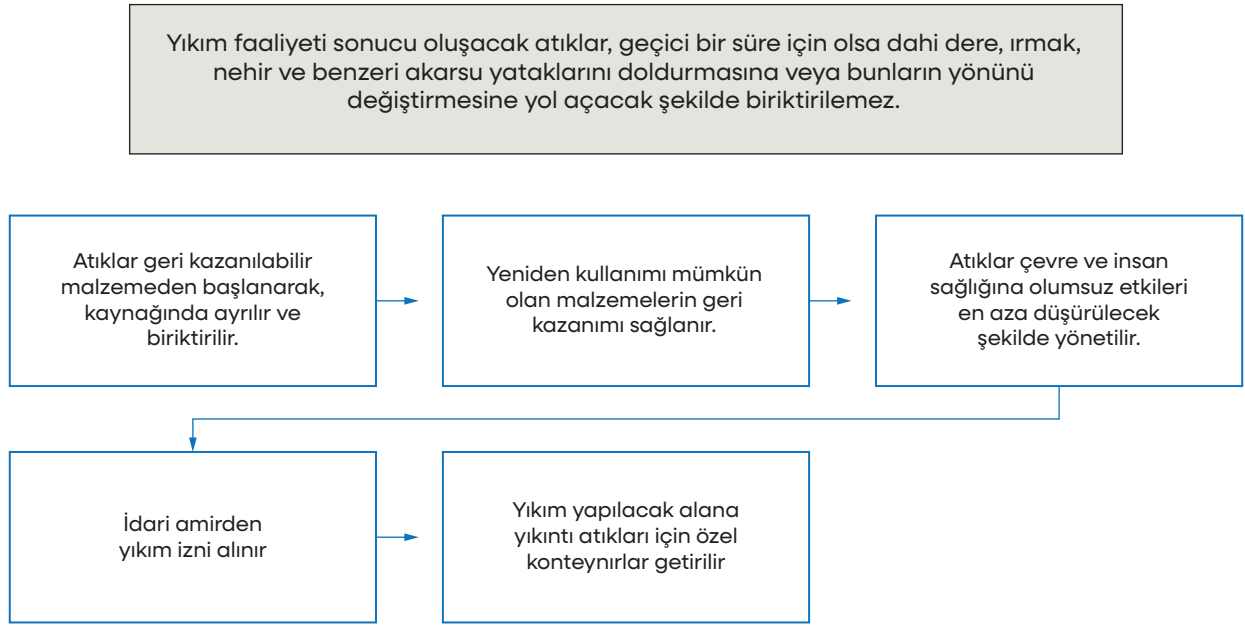
Görev	Yetkili Kurum/Kuruluş
Atıklarının yönetimi amacıyla yapılacak harcamaları karşılamak.	Yıkıntı Atığı Üreticisi
Atıkların oluşumu, taşınması ve depolanması aşamalarında meydana gelebilecek kazalarda oluşacak zararı tazmin etmek ve kaza sonucu oluşacak kirliliği gidermek.	Yıkıntı Atığı Üreticisi
Olası bir doğal afet öncesinde, oluşabilecek atıkların yönetimiyle ilgili planlamalar yapmak.	Doğal afetlere hazırlık süreci ve afet durumunda; Kriz Merkezi
Oluşabilecek atık miktarı ile bunların kaldırılması ve taşınması için gerekli araç-gereç ve ekipmanı belirlemek ve kullanımıyla ilgili koordinasyonu sağlamak.	Doğal afetlere hazırlık süreci ve afet durumunda; Kriz Merkezi
Oluşacak atıkların depolanacağı uygun alanları Yönetmelikte belirtilen esaslara göre önceden tespit etmek, mevcut depolama ve geri kazanım tesisleri ile koordinasyonu sağlamak.	Doğal afetlere hazırlık süreci ve afet durumunda; Kriz Merkezi
Çalışmaları hakkında Bakanlığa bilgi vermek.	Doğal afetlere hazırlık süreci ve afet durumunda; Kriz Merkezi

4.1.2.2. Yıkıntı Atıklarının Yönetim Süreçleri

- Kentsel dönüşümde yıkım faaliyetleri sırasında ve sonucunda ortaya çıkacak her türlü atığın yönetiminden atık üreticisi (şahıs veya faaliyeti gerçekleştiren müteahhit) sorumludur.
- Atık üreticisi, atığı oluşma aşamasında kaynağında ayrı biriktirir, atığı lisanslı taşıma firmasına teslim eder, atığın doğru biçimde yönetileceği tesisler ile irtibata geçer, tesislere doğru şekilde taşınmasını sağlayacak organizasyonları yapar.
- Yıkıntı atıklarının yüksek oranda geri dönüşümünü sağlamak amacıyla, yıkım öncesinde varsa tehlikeli atıkların ayıklanarak ayrılması, diğer malzemelerin tekrar yeniden kullanılabilmesi ve yıkıntı atıklarının kaynağında ayrılarak geri dönüşümünü temin etmek üzere, kontrollü ve aşamalı olarak HTİYAKY'ne göre seçici yıkım uygulanır.
- 2 tondan daha az miktarda yıkıntı atığı oluşması durumunda atık üreticisi idari amire²⁰ veya idari amirin yetkilendirdiği firmalara doğrudan başvurarak oluşan inşaat/yıkıntı atıklarının uygun şekilde biriktirilmesi, toplanması, taşınması ve belediyenin veya mülki amirin gösterdiği yere götürülmesini sağlar.
- 2 tondan daha fazla yıkıntı atığı oluşması durumunda atık üreten faaliyetin sahibi idari amire²¹ başvurarak izin (Atık Taşıma ve Kabul Belgesi) almalıdır. İzin belgesinde, faaliyet sonucunda oluşacak tahmini atık miktarı belirtilir.
- Faaliyet sahibi veya yıkım işini yapacak firma, ilgili idari amire veya idari amirin yetkilendirdiği firmalara başvurarak faaliyetin yapılacağı yere geçici biriktirme konteynerinin yerleştirilmesini temin eder.
- Yıkıntı atıklarının biriktirileceği konteyner yerleştirilmeden tadilat/tamirat/inşaat/yıkım işlemlerine başlanmaz.
- Yıkıntı atıkları için alanda bulundurulmuş konteynıra sadece yıkıntı atıkları atılabilir, evsel atıklar, tehlikeli atıklar ve zararlı atıklar bu konteynıra atılamaz.
- Yıkıntı atıkları konteynırı dolduktan sonra, ilgili idari amir veya yetkilendirilmiş firma tarafından geri kazanım veya depolama tesislerine taşınır.

²⁰ Mücavir alan sınırları içinde ilgili belediye, büyükşehirlerde ilgili ilçe belediyesi, mücavir alan sınırları dışında mahallin en büyük mülki amiri.

²¹ Mücavir alan sınırları içinde ilgili belediye, büyükşehirlerde ilgili ilçe belediyesi, mücavir alan sınırları dışında mahallin en büyük mülki amiri.



Şekil 28 Kentsel Dönüşümde Atık Yönetim Süreci

- Bina Yıkım Yönetmeliği kapsamında yapılan yıkımlarda atıklar için yapılacak her türlü raporlama ve belgeleme işlemlerinde, Atık Yönetimi Yönetmeliğinde atığın tanımına karşılık olarak belirtilen atık kodları kullanılır.
- Yıkıntı atıkları, Atık Yönetimi Yönetmeliği EK-4'te 17 sektör kodu (İnşaat ve Yıkıntı Atıkları (Kirlenmiş Alanlardan Çıkarılan Hafriyat Dahil) ile tanımlanmıştır. Bu kodlar, Avrupa Atık Kataloğu (EWC) ile uyumlu olup; bu tür atıkları taşıma, toplama, işleme, bertaraf etme lisansı alan firmaların lisans belgelerinde söz konusu atık kodlarının yer alması gerekir.

4.1.2.3. Afet Durumunda Oluşan Enkazın Yönetiminde Yetki ve Süreçler

- Afet durumunda enkaz atıklarının yönetimine ilişkin yetki ve sorumluluklar AFAD tarafından ÇŞİDB'na devredilmiştir.
- Bakanlık afet sonrası yıkıntı atıklarının yönetiminde Enerji ve Tabii Kaynaklar Bakanlığı, Yatırım İzleme ve Koordinasyon Başkanlığı, Ulaştırma ve Altyapı Bakanlığı, İçişleri Bakanlığı, Sanayi ve Teknoloji Bakanlığı, Tarım ve Orman Bakanlığı, yerel yönetimler, sivil toplum kuruluşları ve özel sektörün destek alarak, süreci olası afet durumu için geliştirilmiş senaryolar uyarınca yönetir.

Başta deprem olmak üzere doğal afetler sonucunda oluşan yıkıntı atıklarının yönetiminden, mahallin en büyük mülki amirinin başkanlığında oluşturulacak Kriz Merkezi sorumludur.

- Kriz Merkezi, olası bir doğal afet durumunda oluşabilecek atık miktarı, bunların kaldırılması ve taşınması için gerekli araç-gereç ve ekipman ile bu atıkların depolanacağı uygun alanları HTİYAKY uyarınca tespit eder ve hazırlıkları gerçekleştirir.
- Kriz Merkezi, çalışmalarını hakkında ÇŞİDB'ni bilgilendirir.
- Mevcut taşıma firmaları, depolama ve geri kazanım tesisleri Kriz Merkezleri ile uyumlu çalışmalıdır.
- Doğal afetler sonucunda oluşan yıkıntı atıklarının taşınması ve depolanması faaliyetleri Kriz Merkezi tarafından yapılan planlamalar doğrultusunda, ilgili belediyenin sorumluluğunda belediye veya belediyenin yetkilerini devrettiği kişi ve kuruluşlar tarafından yürütülmektedir.
- Afet atıklarının mümkün mertebe atık yönetimi hiyerarşisine ve prensiplerine göre yönetimi esastır.
- Yetkililer tarafından enkazlar kaldırılırken enkaz sahiplerinin de orada olabileceği, kıymetli enkaz veya alması gerekenleri alabilecekleri belirtilmiştir. Bu kapsamda hasar görmemiş eşyalar yeniden kullanılabilir. Bu kapsamda hasar görmemiş eşyalar yeniden kullanılabilir.
- Atıklar içindeki geri dönüştürülebilir/geri kazanılabilir malzemeler ayrılarak ekonomik olarak değerlendirilebilmektedir. Kalan atıklar ise ilgili yönetmeliklerde belirtilen hükümler çerçevesinde bertaraf edilmektedir.

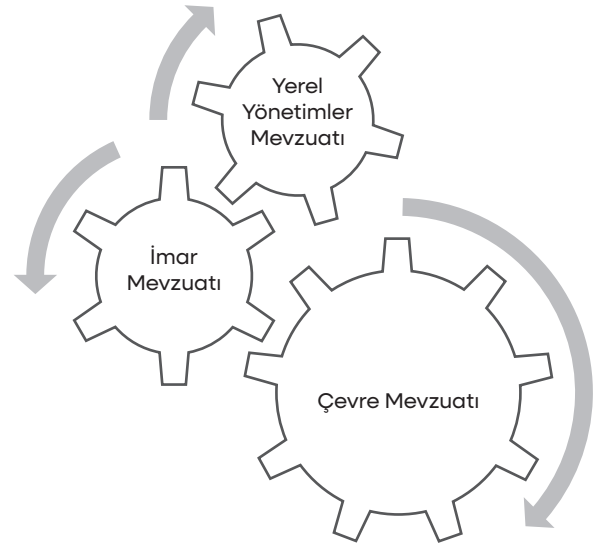
- Miktarı nispeten az da olsa asbestli yapı malzemeleri (bazı eski binalarda) ve evsel nitelikli tehlikeli atıklar da bulunabileceğinden bu atıklar mümkün mertebe ayrılmalı ve lisanslı firmalar tarafından taşınması ve bertarafı sağlanmalıdır.
- Binaların yıkımı, atıkların taşınması ve yönetimi sürecinde gerekli iş sağlığı ve güvenliği önlemleri alınmalıdır.
- Afet atıklarının geçici depolama alanlarına taşınması, burada atıkların içerisindeki malzemelerin ayrılarak büyük oranda yeniden kullanım, geri dönüşüm/geri kazanımının sağlanması, kalan atıkların ise tehlikelilik seviyesine göre ilgili yönetmeliklerde belirtilen hükümler çerçevesinde bertarafının yapılması gerekmektedir.
- Geçici ve nihai depolama alanları atık miktarını karşılayacak kapasitede olmalı, alanlara yetkisiz kişilerin girişi sınırlanmalıdır. Yangın riskinden dolayı özellikle geçici depolama alanlarında atıklar belli bir yüksekliğin üzerinde istiflenmemelidir. Yangın riski vb. durumlar için gerekli güvenlik önlemleri alınmalıdır.
- Afet ve acil durumlarda, afet sonrası riskli olduğu tespit edilen binalarda yıkım işlemine, 3/1/2014 tarihli ve 28871 sayılı Resmî Gazete'de yayımlanan Türkiye Afet Müdahale Planı çerçevesinde arama ve kurtarma çalışması tamamlandıktan sonra başlanır.

Afet sırasında yıkılmamış ancak sonradan yıkılması gereken binalarda, Bina Yıkım Yönetmeliği esasları aranmamaktadır. Bu yıkımlarda, bina içerisine girilmesi riskli olduğundan seçici yıkım tekniklerinin uygulanması mümkün olamamaktadır.

4.2. Hukuki Çerçeve ve Mevzuata Bağlı Gelişmeler

4.2.1. Genel Bilgiler

- Türkiye'de yıkıntı atıklarının yönetimine ilişkin çalışmalarda ÇŞİDB çevre mevzuatı, imar mevzuatı ve çalışma ve iş güvenliği mevzuatı etkilidir.
- Binaların yapılması, yıkılması, kentsel dönüşüm gibi aşamalarda rol sahibi olan yerel yönetimlerin görev ve sorumluluklarına ilişkin mevzuat icra aşamasında etkili olmaktadır.
- Kentsel dönüşüm süreçlerinde yıkıntı atıklarının yönetimini öncelikli olarak atık üreticisi (yıkılacak yapının sahibi olan kişi/ler, kurum/lar ve/veya bunlarca yıkım yetkisi verilmiş olan kişi/ler, kurumlar) HTİYAY yönetmeliği uyarınca gerçekleştirir.
- Doğal afet durumu söz konusu olduğunda başvurulacak yönetmelik de HTİYAY'dır.



Afet Durumunda Oluşan HTİYAY Yönetmeliği Uyarınca Enkaz Atıklarının Yönetimi

Afet durumunda, ilgili yerel yönetim afetten etkilenmiş olacağından ve afette oluşan atıkların miktarı afetten etkilenen bölgedeki sistematik yıkıntı atıkları yönetim kapasitesinin ve özelliklerinin üzerinde olabileceğinden, önceden belirlenmiş olan Kriz Masası devreye girer. Kriz Masası afet durumunda atıkların nereye yönlendirileceği konusunda AFAD'ın ilgili durumda yetkili kıldığı kurum (ÇŞİDB veya bağlı bir teşkilatı) koordinasyonunda çalışmalarını yürütür.

4.2.2. Yapı Denetimi Hakkında Kanun

- Yapı Denetimi Kanunu uyarınca yapı denetçisi firmalar Bakanlıktan aldığı izin belgesi ile münhasıran yapı denetimi görevini yerine getirir.
- Yapı denetim kuruluşları, risk bazlı denetim gerçekleştirir.
- Denetçi mimar ve mühendisler, proje müellifleri, laboratuvar görevlileri ve yapı müteahhidi; yapı ruhsatına, eklerine, fen, sanat ve sağlık kurallarına aykırı, eksik, hatalı ve kusurlu yapılan yapılar nedeniyle ortaya çıkan hasarlardan dolayı yapı sahibi ve ilgili idareye karşı, kusurları oranında sorumludur.
- Yapı denetim kanunu ile tariflenen sorumluluğun süresi; yapı kullanma izninin alındığı tarihten itibaren, yapının taşıyıcı sisteminden dolayı on beş yıl, taşıyıcı olmayan diğer kısımlarda ise iki yıldır.

Yapı Denetim Kanunu'nun kabulü, Türkiye'de yapı inşaat tarihinde, kalitenin kontrol edilebilmesi bakımından yeni bir dönemin başlangıcı olmuştur.

Türkiye'de 17 Ağustos 1999 tarihinde yaşanan Gölcük Depremi'nde 96.796 konut ve 15.939 iş yeri yıkılmış ve/veya ağır hasar almıştır. 107.315 konut ve 16.316 iş yeri ise orta hasarlı olarak kayıtlara geçmiştir. 17.480 vatandaşımız vefat etmiştir. Gölcük Depremi ile tetiklenen Düzce fayının da 12 Kasım 1999 tarihinde kırılması ile 1999 yılı Türkiye tarihinde en kara sayfalardan birisi olarak hafızalara kazınmıştır. 1999 yılı Türkiye'nin yapı stoğundaki sorunlara dikkat çekmiş ve yaşanan bu felaketler sonrasında 2001 yılında Yapı Denetimi Hakkında Kanun²²'un yürürlüğe girmesiyle inşaatlarda yapı denetimi dönemi başlamıştır.



Görsel 24 Gölcük Depreminde Yıkılan Binalar

Türkiye'de 2001 öncesi binaların hem eski hem de denetimsiz inşaat olması sebebiyle, afet riskleri bakımından yüksek riskli olduğu genel bir kabuldür.

²² Resmi Gazete sayı 24461, tarih 13.07.2001.

4.2.3. Hafriyat Toprağı, İnşaat ve Yıkıntı Atıklarının Kontrolü Yönetmeliği

- 2004 yılında yayınlanan HTİYAKY ile inşaat ve yıkıntı çalışmaları sonucunda oluşan atıkların yönetimine özel bir düzenleme getirilmiştir.
- HTİYAKY yıkıntı atıklarının toplanması ve taşınmasında sadece Bakanlıkça lisans verilmiş olan araçların kullanılmasını kapsamaktadır. Bu düzenleme atık miktarının ve güzergâhının takip edilebilirliği ve sistemin izlenmesi açısından temel teşkil eder.
- Yıkıntı atıklarına ilişkin izleme ve takip yetkisi Bakanlıkta olmakla birlikte Bakanlık bu yetkisini yerel yönetimlere devredebilmektedir.

4.2.4. Afet Riskli Alanların Dönüştürülmesi Hakkında Kanun

- 2012 yılında yayınlanan Afet Riskli Alanların Dönüştürülmesi Hakkında Kanun (6306 Sayılı Kanun) Türkiye’de kentsel dönüşümün önünü açan kanundur.
- Bu kanun kapsamında riskli yapılar “riskli alan içinde veya dışında olup ekonomik ömrünü tamamlamış olan ya da yıkılma veya ağır hasar görme riski taşıdığı ilmi ve teknik verilere dayanılarak tespit edilen yapı” olarak tanımlanmıştır.
- Bu kanun, afet riski altında olan alanlardaki yapıların ve diğer riskli yapıların bulunduğu yerlerde, iyileştirmelere ilişkin usul ve esasları belirler.
- Riskli yapılar, malikler ile anlaşarak yıktırılabilir. Anlaşma sağlanamadığı durumda Bakanlığın yaptırım ile yıkım yetkisi bulunmaktadır.

Türkiye’de kentsel dönüşüm hamlesi, bir başka deyişle yıkıntı atıklarının miktarının artmasına neden olacak hamlenin başlangıcı bu kanun ile olmuştur.

4.2.5. Asbestle Çalışmalarda Sağlık ve Güvenlik Önlemleri Hakkında Yönetmelik

- 2013 yılı Türkiye’de inşaat ve yıkım sektörü için bir diğer dönüm noktası kabul edilebilir.
- 28539 sayılı Resmî Gazete’de 25 Ocak 2013 tarihinde Çalışma ve Sosyal Güvenlik Bakanlığı tarafından yayınlanan Asbestle Çalışmalarda Sağlık ve Güvenlik Önlemleri Hakkında Yönetmelik (Asbest Yönetmeliği) kapsamında Türkiye’de asbestin her türünün çıkarılması, işlenmesi, satılması ve ithalatı, asbest içeren her türlü ürünün ithalatı ve satışı, asbest ürünlerinin veya asbest ilave edilmiş ürünlerin üretimi ve işlenmesi yasaklanmıştır.
- Bu yönetmeliğin yıkıntı atıklarının yönetimi nezdinde önemli etkileri bulunur:
 - Asbest Yönetmeliği’nin getirmiş olduğu yasaklama nedeniyle, bu tarihten sonra inşa edilen yapı stoğunda asbestli malzemelerin kullanımında belirgin bir azalma olması beklenir.
 - Yönetmelik öncesindeki yapı stoğunda, asbest içeren malzemelerin kullanılmış olma ihtimali söz konusudur. Yani, oluşacak yıkıntı atıklarının asbest ile bulaşmış olma riski bulunmaktadır.
 - Binaların tamirat, tadilat ve yıkım süreçleri yönetmelik gereği yaptırılması gereken asbest ölçümlerinden etkilenmektedir
- Yönetmelik gereğince “işveren, asbest tozuna maruziyet riski bulunan çalışmalarda, asbestin türü ve fiziksel özellikleri ile çalışanların maruziyet derecesini dikkate alarak risk değerlendirmesi yapmakla yükümlüdür.”
- Yıkım izni için HTİYAKY hükümleri geçerli olsa da “işverenin çalışma yaptığı herhangi bir yapı veya ortamda asbest veya asbestli malzeme bulunduğu şüphesi varsa” ilk önce Asbest Yönetmeliği hükümleri uygulanır.

4.2.6. Sıfır Atık Yönetmeliği

- 2017 yılında Sıfır Atık Projesi ile başlatılan sıfır atık yaklaşımı ve teşvik hamlesi, 2019 yılında çıkan Sıfır Atık Yönetmeliği neticesinde uygulamaya dönük yaptırımları içermiştir.
- Sıfır Atık, binaların yıkılmasına veya yıkıntı atıklarının yönetimine doğrudan ilişkilendirilen bir yönetmelik olmamakla birlikte; Türkiye sıfır atık anlayışında dünya çapında öncü ülkelerden birisi olarak bayrağı taşımaktadır.
- Bu vizyona sahip olunması ve Sıfır Atık misyonuna sahip çıkılmasının tüm sektörlerde bu bakış açısının yansıtılması için teşvik edici bir marka değeri bulunmaktadır.
- Sıfır atık, binalarda atıkların kaynağında ayrı olarak toplanması ve biriktirilmesi başta olmak üzere, israfın önlenmesi, yeniden kullanımın özendirilmesi, tek kullanımlık malzemelerin tercih edilmemesi gibi temel döngüsel ekonomi prensiplerini içerir şekilde ÇŞİDB'nca desteklenmektedir.
- Bina yönetimi alanında geçerli olan bu prensiplerin, inşaat ve yıkım aşamalarını kapsayacak şekilde genişletilmesi ile, sektörde geri kazanımın önünde teşvik edici kapılar da açılmış olur.

4.2.7. Binaların Yıkılması Hakkında Yönetmelik

- 13 Ekim 2021 tarihli 31627 Sayılı Resmî Gazete'de yayımlanan yönetmelik 1 Temmuz 2022 tarihinde yürürlüğe girmiştir.
- Bu yönetmelik ile binaların kontrollü ve güvenli yıkımı ile yıkımdan sonra atıkların çevre ve insan sağlığına zarar vermeyecek şekilde yönetiminin sağlanması amaçlanmıştır.
- Yapı ruhsatına tabi olan tüm yapıların yıkımları mesleki ve teknik yeterliliklere göre sınıflandırılmış (Y1,Y2,Y3), ÇŞİDB'ndan yetki almış yıkım müteahhitleri tarafından gerçekleştirilir.
- Yönetmelik kapsamında yapılan yıkım faaliyetlerinde; HTİYAKY²³, Atıkların Düzenli Depolanmasına Dair Yönetmelik²⁴, Atık Yönetimi Yönetmeliği²⁵ ve Yapı İşlerinde İş Sağlığı ve Güvenliği Yönetmeliği²⁶ hükümlerine uyulur.
- Yönetmelik uyarınca "Yapılardaki, asbest ve benzeri tehlikeli kimyasal içeren imalatlar sökülüp uzaklaştırılmadan ve Hafriyat Toprağı, İnşaat ve Yıkıntı Atıklarının Kontrolü Yönetmeliğine göre seçici yıkım yapılmadan ana yıkıma geçilemez."

Binaların Yıkılması Hakkında Yönetmelik'te Kapsam Dışı Haller

Afet sonrasında gerçekleştirilecek acil yıkımlar, İmar Kanunu kapsamında idarece yapılacak yıkımlar (ruhsatsız yapıların yıkımı) ve tescilli yapıların yıkımı Binaların Yıkılması Hakkında Yönetmelik Kapsamı dışındadır.

4.2.8. Atıkların Düzenli Depolanmasına Dair Yönetmelik

- Yıkıntı atıklarının düzenli depolama yoluyla bertarafı Atıkların Düzenli Depolanmasına Dair Yönetmelik (ADDDY) esaslarına göre gerçekleştirilir.
- İnert atıkların alan ıslahı, restorasyon veya dolgu amaçlı ve düzenli depolama tesislerinde inşaat amaçlı kullanımında ADDDY²⁷ hükümleri uygulanmaz.
- Katı atıkların toplanması, taşınması, ayrıştırılması, geri kazanımı, ortadan kaldırılması ve depolanması ile ilgili bütün hizmetleri yapmak ve yaptırma ise Belediye Kanunu (03.07.2005 tarih, 5393 sayı) çerçevesinde belediyelerin yönetimi ile sürdürülür.

Şekil 29'da Türkiye'de yıkıntı atıklarının yönetimine ilişkin sektörü en fazla etkileyen mevzuatın zamana bağlı gelişimi gösterilmiştir. tıklarının Kontrolü Yönetmeliğine göre seçici yıkım yapılmadan ana yıkıma geçilemez."

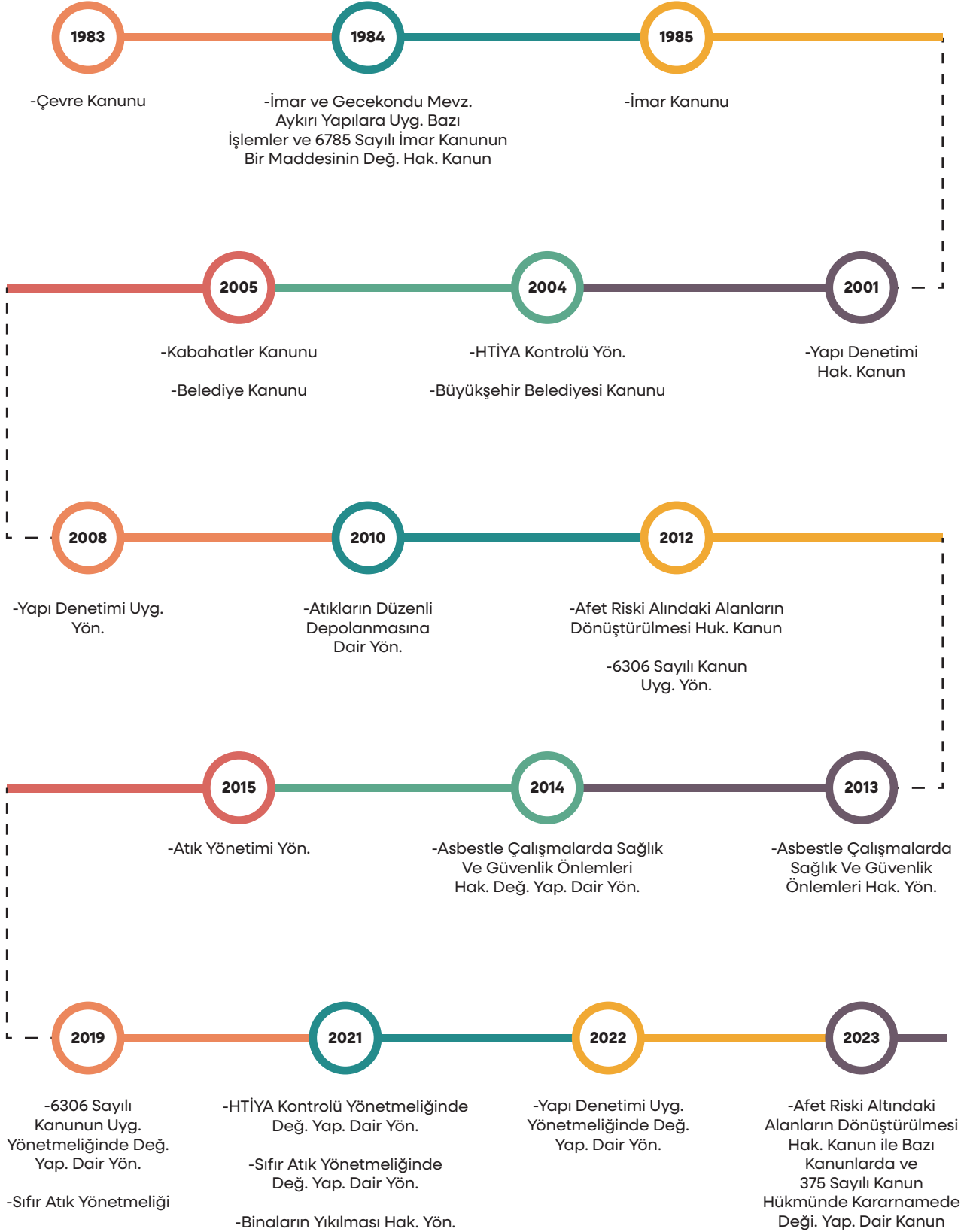
²³ Resmî Gazete sayı 25406, tarih 18.03.2004

²⁴ Resmî Gazete sayı 27533, tarih 26.03.2010

²⁵ Resmî Gazete sayı 29314, tarih 02.04.2015

²⁶ Resmî Gazete sayı 28786, tarih 05.10.2013

²⁷ Resmî Gazete Tarihi 26.03.2010 Sayı 27533



Şekil 29 Türkiye İnşaat ve Yıkıntı Atıkları Yönetimini Etkileyen Temel Mevzuat

4.3. Teknik Altyapı

4.3.1. Yıkıntı Atıklarının Türü ve Niteliği

- Yıkıntı atıklarının içerisinde tehlikeli ve tehlikesiz bileşenler bulunur.
- İçerisinde asbest, boya, floresan ve benzeri zararlı ve tehlikeli bileşenler barındıran yıkıntı atıkları için kullanılan terminoloji “Tehlikeli İnşaat ve Yıkıntı Atıkları”dır.
- Yıkıntı atıkları içeriği, inşaat yapım tekniğine, proje büyüklüğüne, malzeme cinsine ve malzeme depolama yöntemine, oluşabilecek teknik aksaklıklara ve sahadaki insan faktörüne bağlı olarak değişim gösterebilmektedir.
- Yıkıntı atıkları içerisinde; günümüzde kullanılan yaygın yapım teknolojileri ve malzemeleri ışığında, demir içeren ve demir içermeyen beton, çatı konstrüksiyonu, çatı örtüsü, asbest içermeyen kiremit, yalıtım (izolasyon) malzemesi, duvar örgü malzemeleri (tuğla, briket, taş vb.), sıva, alçı, agrega, diğer malzemeler (plastik, ahşap, metal, cam, kağıt vd.) ve seçici yıkım yapılmadığı durumda tehlikeli yıkıntı atıkları (PCB, ozon tabakasını incelten maddeler içeren atıklar, asbestli atıklar) bulunabilir.

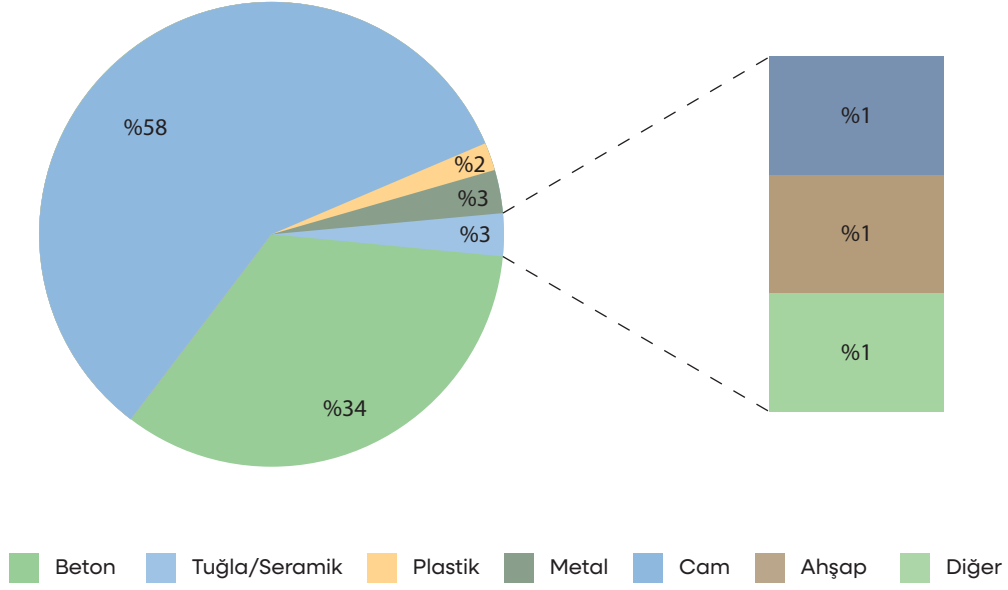
Yıkıntı atığı mevzuatta “konut, bina, köprü, yol ve benzeri alt ve üst yapıların tamirata, tadilatı, yenilenmesi, yıkımı veya doğal bir afet sonucunda ortaya çıkan atıklar” olarak tanımlanmaktadır [24]. İnşaat atıkları ve hafriyat toprağı, asfalt atığı; yıkıntı atığı kavramı ile ayrı kavramlardır.

4.3.1.1. Kentsel Dönüşüm Sonucu Oluşan Yıkıntı Atıkları

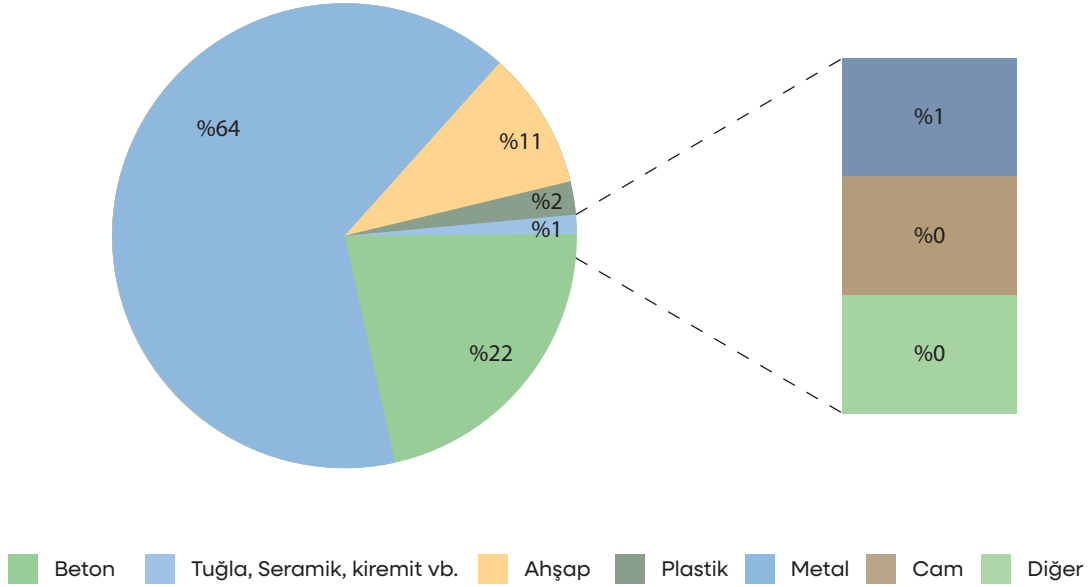
- Yıkıntı atıkları içerisindeki bileşenlerin oranı, binanın yapısı, yaşı, inşa edildiği dönemde kullanılan teknikler, mimarisi ve tercih edilen malzemeye göre farklılık gösterir.
- AB’de pek çok ülkeden veriler sonucunda yıkıntı atıklarının %80’inin mineral atıklardan oluştuğu kabulüne varılmıştır. Mineral atıkların çoğunu ise beton atıkları oluşturur. Beton yapılar ve yığma taş yapılar için literatürde verilen oranlar da bu verileri desteklemektedir.

Yıkıntı atıklarının türlerine göre dağılımının yapılabilmesi için Türkiye’de yeterli istatistik veri bulunmamaktadır. Genel kabullerden yola çıkılarak betonarme bir binada toplam atık miktarının ağırlıkça %35’inin beton türevi atıklar olduğu, yaklaşık %55’inin tuğla, seramik türevi olduğu, plastik ve metal içeriğin %5 düzeyinde olduğu, %5’ini de cam, ahşap ve diğer atıkların oluşturduğu varsayılabılır. Yığma taş binalarda bu oranlar sırasıyla; %20 beton, %65 tuğla, taş, seramik vb., %10 ahşap, %5 ise plastik, metal, cam ve diğerleridir.

Şekil 30 ve Şekil 31'de literatürde Japonya'dan alınan oransal dağılım değerleri sunulmuştur. Japonya'nın yıkıntı atıklarının geri dönüşümünde ileri durumda olduğu ve uyum süredir bu alanda veri kaydettiği dikkate alınarak, dağılım verisinin güvenilir olduğu değerlendirilmiştir.



Şekil 30 Betonarme Yapılarda Yaklaşık Yıkıntı Atığı İçeriği [38]



Şekil 31 Yığma Taş Yapılarda Yaklaşık Yıkıntı Atığı İçeriği [38]

Yıkıntı atıklarının atık kodları Tablo 10'da, yıkım kaynaklı tehlikeli atıklar Tablo 11'de belirtilmiştir.

Tablo 10 Yıkıntı Atıklarının İçeriğindeki Tehlikesiz Bileşenler

Atık Kodu Tanımı	Atık Kodu	Atık Kodu Tanımı	Atık Kodu
Beton, Tuğla, Kiremit ve Seramik		Ahşap, Cam ve Plastik	
Beton	17 01 01	Ahşap	17 02 01
Tuğlalar	17 01 02	Cam	17 02 02
Kiremitler ve seramikler	17 01 03	Plastik	17 02 03
17 01 06 dışındaki beton, tuğla kiremit ve seramik karışımları ya da ayrılmış grupları	17 01 07		
Metaller (Araşımaları Dahil)		Yalıtım Malzemeleri	
Bakır, bronz, pirinç	17 04 01	17 06 01 ve 17 06 03 dışındaki yalıtım malzemeleri	17 06 04
Alüminyum	17 04 02		
Kurşun	17 04 03		
Çinko	17 04 04		
Demir ve Çelik	17 04 05		
Kalay	17 04 06		
Karışık metaller	17 04 07		
17 04 10 dışındaki kablolar	17 04 11		
Alçı Bazlı İnşaat Malzemeleri		Diğer İnşaat ve Yıkıntı Atıkları	
17 08 01 dışındaki alçı bazlı inşaat malzemeleri	17 08 02	17 09 01, 17 09 02 ve 17 09 03 dışındaki karışık inşaat ve yıkıntı atıkları	17 09 04

Tablo 11 Yıkıntı Atıklarının İçeriğindeki Tehlikeli Bileşenler

Atık Kodu	Atık Kodu Tanımı	Açıklama
17 01 06*	Tehlikeli maddeler içeren beton, tuğla, kiremit ve seramik karışımları ya da ayrılmış grupları	M
17 02 04*	Tehlikeli maddeler içeren ya da tehlikeli maddelerle kontamine olmuş ahşap, cam ve plastik	A
17 04 09*	Tehlikeli maddelerle kontamine olmuş metal atıkları	M
17 04 10*	Yağ, katran ve diğer tehlikeli maddeler içeren kablolar	M
17 06 01*	Asbest içeren yalıtım malzemeleri	M
17 06 03*	Tehlikeli maddelerden oluşan ya da tehlikeli maddeler içeren diğer yalıtım malzemeleri	M
17 06 05*	Asbest içeren inşaat malzemeleri	M
17 08 01*	Tehlikeli maddeler ile kontamine olmuş alçı bazlı inşaat malzemeleri	M
17 09 01*	Cıva içeren inşaat ve yıkıntı atıkları	M
17 09 02*	PCB içeren inşaat ve yıkıntı atıkları	M
17 09 03*	Tehlikeli maddeler içeren diğer inşaat ve yıkıntı atıkları (karışık atıklar dahil)	M

Görsel 25-Görsel 28 arasındaki fotoğraflar Türkiye'nin farklı dönemlerinde inşa edilmiş yapı stoklarına ilişkin nitelik görüntüsüne ait bir genel fikir sunmaktadır.

- Dördüncü kuşak (1990 sonrası) yapı stoğunda gerçekleştirilecek yıkım çalışmalarında uygulanacak seçici yıkım sonrasında elde edilen malzemeler geri dönüşüm ve geri kazanıma daha elverişli olabilir.
- Birinci kuşak (1950ler) ve ikinci kuşak (1960lar) yapı stoğunun gerek içerdiği malzeme kalitesinin düşük olması, gerek binanın yıpranma payının yüksek olması gerekse asbest riski düşünülerek, geri dönüşüm ekonomisinden önce yapı güvenliğinin öncelikli olması ve yıkım işlerinin mümkün olan en ivedi biçimde yapılması önceliklendirilmelidir.



Görsel 25 Birinci Kuşak (1960lar) Yapı Stoğu



Görsel 26 İkinci Kuşak (1970'ler) Yapı Stoğu



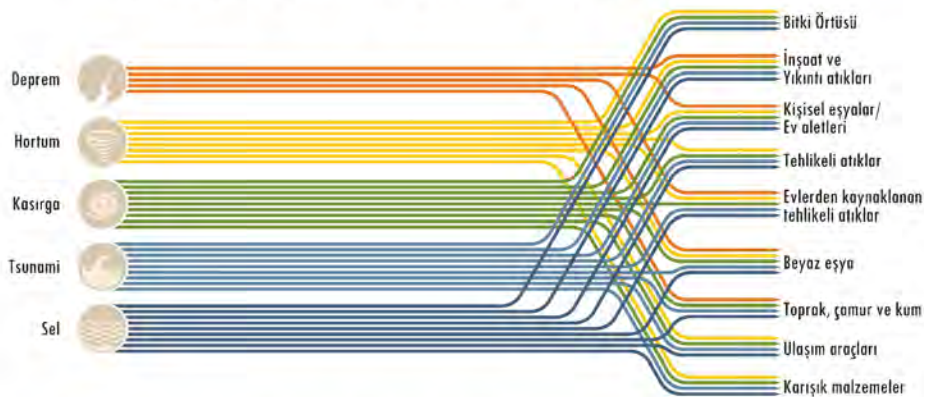
Görsel 27 Üçüncü Kuşak (1980ler) Yapı Stoğu



Görsel 28 Dördüncü Kuşak (1990'lar) Yapı Stoğu

4.3.1.2. Afetler Neticesinde Oluşan Yıkıntı Atıklarının İçeriği

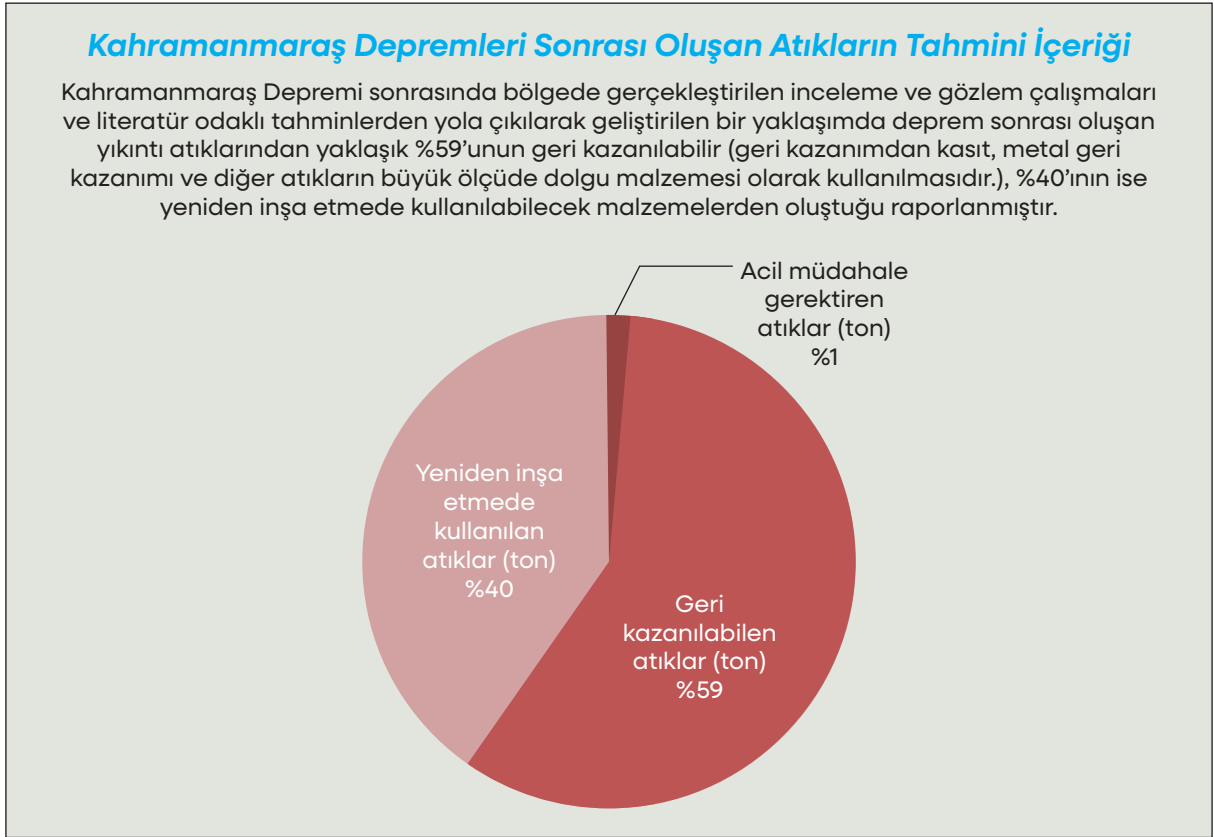
- Afet sonrası, enkaz alanında yıkıntı atıkları listesinde belirtilen atıklarla karışık olarak pek çok farklı atık türü de bulunur.
- Türkiye meydana gelmesi olası afetler; deprem başta olmak üzere, hortum, kasırga, tsunami, sel ve taşkınlardır.
- Büyük afetler sonrasında oluşan enkazın arasında afet mağduru kişilerin kişisel eşyaları, yıkıma uğramış hanelerden kalan eşyalar ve afetten kurtulamamış insan bedenlerinin olabileceği ihtimali de unutulmamalıdır. Bu nedenle afet sonrası toparlanma sürecinde atık yönetimi, malzeme geri kazanımı olmanın çok ötesinde sosyal boyutları ile yaklaşılması gereken bir konudur.
- Afet sonrası yıkıntı atıklarının, niteliğinin karmaşık olması ve nicelik bakımından fazla olması nedeniyle yönetiminin zaman alması kurtarma ve yardım operasyonlarının zorlaşmasına, su kaynaklarının kirlenmesi ve vektör sorunu gibi halk sağlığı problemlerine yol açar.
- Afet yıkıntı atıkları içerisinde yer alan asbest, arsenikle işlem görmüş ahşaplar, alçıtaşı ve organik kirleticiler gibi bazı kimyasal ve tehlikeli maddeler sağlık açısından risklere neden olmaktadır [39].



Şekil 32 Farklı Doğal Afetler Sonucunda Oluşan Atık Türleri²⁸ [40]

²⁸ Grid Arendal adresinde yayınlanan illüstrasyondan, sadece yıkıntı atıkları oluşturan afetler için yeniden düzenlenerek hazırlanmıştır.

- Afetler sırasında yıkılan binalardan ve afet sonrasında ağır hasarlı olduğu tespit edilen binaların yıkımından kaynaklanan yıkıntı atıklarının büyük bir bölümünü molozlar oluşturmaktadır.
- Deprem sonra yıkıntı atıkları içeren enkazın içerisinde kişisel ev eşyaları, evlerden kaynaklanan tehlikeli atıklar, beyaz eşya, toprak, çamur gibi hafriyat da bulunur.
- Afet sonrası yıkıntı atıklarının bir diğer özelliği de tek seferde çok büyük hacimlerde atık yükü getirmesidir.²⁹
- Afet sonrası atık yönetimi, belediyelerin ve atık yönetim tesislerinin olağan çalışma uygulamalarının çok üzerindedir.
- Afetler sonrası oluşan enkaz, geri dönüşüm ihtimali ve risk içeriğine göre temelde üç ana kategoriye ayrılmaktadır:
 - (i) geri dönüştürülebilir (beton, taş, ahşap, metal, toprak ve hafriyat malzemeleri),
 - (ii) geri dönüştürülemez (evsel, organik atıklar, geri dönüşümsüz inert atıklar)
 - (iii) tehlikeli malzemeler. [39][41].
- Yıkım işleri sonrasında, afet esnasında oluşan atık türlerine benzer şekilde birbiri ile karışık halde, ev eşyaları dahil olmak üzere, bina yapı elemanları, tesisat parçaları, beyaz eşyalar bulunmaktadır.



Şekil 33 2023 Kahramanmaraş Depremi Enkaz İçeriği Sınıflandırması [41]



Görsel 29 2023 Kahramanmaraş Depremi Sonrası Antakya'da Enkaz Kaldırma Çalışması Esnasında Görüntülenen Yıkıntı Atıkları³⁰ [42]

²⁹ Literatürde yıllık üretilen yıkıntı atıkları hacmine kıyasla deprem ve diğer afetler sonrasında 5-15 kat daha fazla yıkıntı atığı üretildiği belirtilir.

³⁰ Fotoğraf Gazete Oksijen'in 24.02.2023 tarihli haberinden alınmıştır.

4.3.2. Yıkıntı Atıklarının Miktarı

4.3.2.1. Kentsel Dönüşüm Kapsamında Oluşması Muhtemel Yıkıntı Atık Miktarına İlişkin Genel Bilgi ve Yaklaşımlar

- Kullanılan farklı ölçüm birimleri, kalibrasyon ve ölçüm hataları, homojen olmayan bir yığından yola çıkarak yapılan ölçümler nedeniyle yıkıntı atıklarının miktar ve içerik hesaplamalarında sapmalar meydana gelmesi olasıdır.
- Yıkıntı atıkları miktarının tam olarak hesaplanamamasının bir nedeni de yıl içerisinde farklı yaşlardan, farklı coğrafi bölgelerde pek çok farklı mimaride süregelen yıkım ve yenileme çalışmalarının yıldan yıla beklenmedik artışlar ve azalmalar gösterebilmesidir.
- Normal şartlarda planlı yıkımda oluşan yıkıntı atıkları miktarları 0,1 ton/kişi – 4,5 ton/kişi arasında değişmektedir (AB ortalaması 0,7 ton/kişi) [41].
- Türkiye’de, yıllık olarak oluşan yıkıntı atıkları miktarı yapısal atıkların miktarı kesin olarak bilinmemektedir. Bunun bir nedeni de hafriyat toprağı ve yıkıntı atıklarının birlikte toplanması, taşınması ve takibinin birlikte yapılıyor olmasıdır. Yıkıntı atıklarına ilişkin özel bir veri mevcut değildir.
- Türkiye’de her yıl, tüm illerin ortalaması olarak yıllık 4 milyon ton inşaat ve yıkıntı atığının oluştuğu tahmin edilmektedir. Kentsel dönüşüm çalışmaları sonucu bu rakamın iki katı ve üzerine çıkması beklenmektedir [20].
- Bilimsel literatürde sadece İstanbul ili için 132-158 Milyon ton kentsel dönüşüm kaynaklı inşaat ve yıkıntı atığı oluşabileceği yayınlanmıştır. İstanbul Büyükşehir Belediyesi tahminleri 55-65 milyon ton inşaat ve yıkıntı atığı oluşacağı yönündedir [44].

İnşaat ve Yıkıntı Atıkları Miktarlarını Tahmin Etmek İçin Kullanılan Yöntemler

1. Bilimsel literatürde İnşaat ve Yıkıntı Atıkları Miktarını tahmin etmek için dört yaklaşım kullanılmaktadır.
2. Kayıtlara Dayalı Muhasebe Yaklaşımı: Bu yöntem İYA üretimini nicelendirmek için nadiren kullanılmaktadır. Yöntemin temeli saha verilerine dayanmaktadır. Örneğin Kuveyt’in belirli bir bölgesinde İnşaat ve Yıkıntı Atığı üretimi miktar tahmini için kamyonların inşaat alanına döküm yaptıkları yük kapasitesi kayıtları temel alınarak tahmin edilmiştir.
3. Malzeme Akış Analizi (MFA) Yaklaşımı: MFA, belirli yıllarda hizmete giren inşaat malzemelerinin giriş ve çıkışını inceleyen ve malzeme akışlarını tüm inşaat faaliyeti boyunca ortaya koyabilen bir yöntemdir. ABD’de ve Norveç’te İnşaat ve Yıkıntı atıkları miktar tahmini çalışmalarında sıklıkla kullanılan bir yöntemdir.
4. Coğrafi Bilgi Sistemi (CBS) Yaklaşımı: CBS kullanarak belirli bir coğrafi bölgedeki katı atık dağılımını, yıl boyunca üretimi, bileşimi ve değişkenliğini takip etmenin mümkün olduğu görülmüştür.
5. Ağırlık Başına İnşaat Alanı Tahmin Yöntemi: Bu yöntemde, projenin toplam alanı, kat sayısı, bölgedeki konut sayısı gibi veriler ele alınarak atık tahminleri yapılmaktadır. Yapılan bir araştırmada, Akdeniz bölgesinde inşaat faaliyetlerinde üretilen atıkların miktarını tahmin etmek için bu yöntem kullanılmıştır. Ancak çalışmada, sadece tek tip binalar (konut) ele alınmıştır [20].

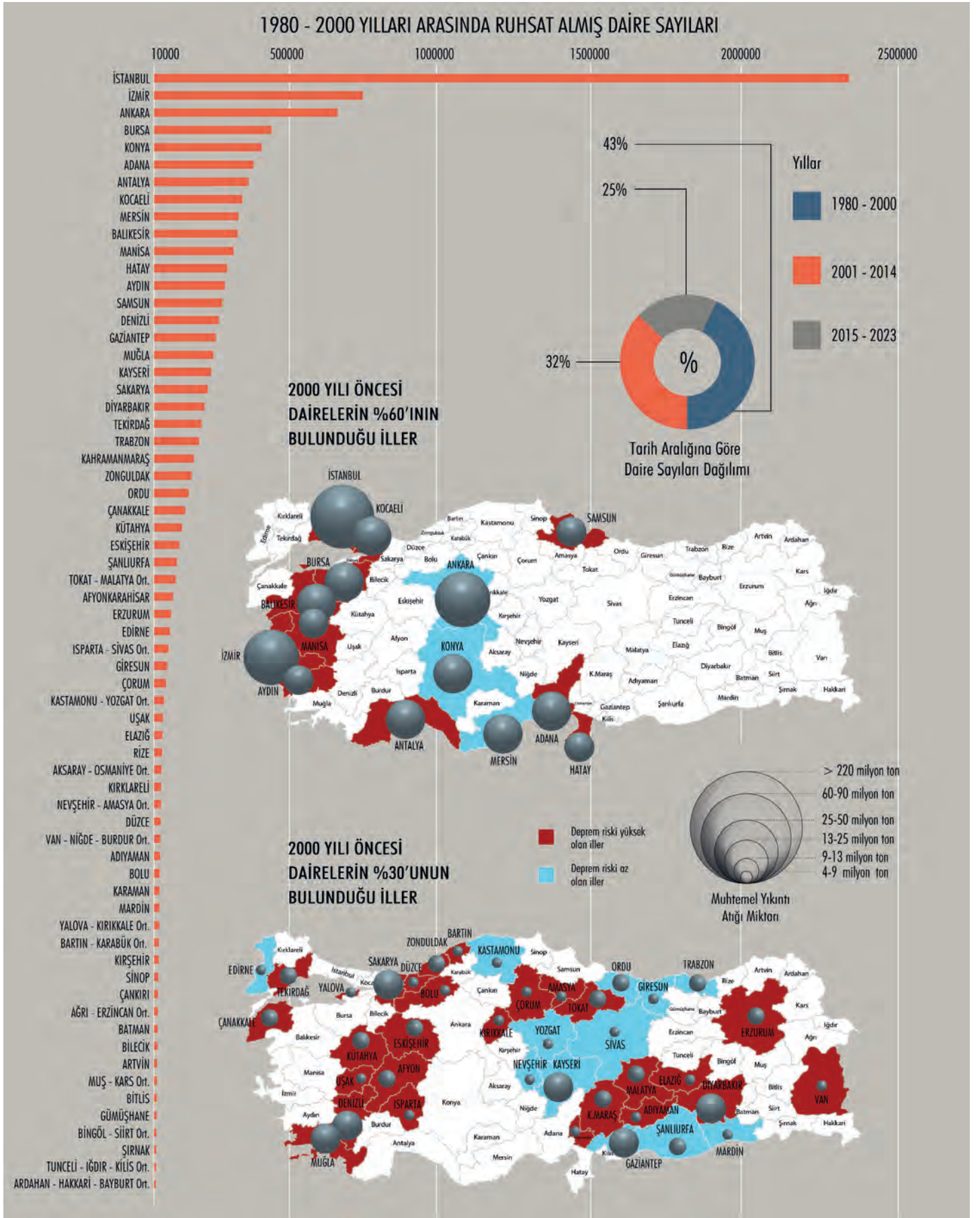
4.3.2.2. İller Bazında Kentsel Dönüşüm Kaynaklı Oluşması Muhtemel Yıkıntı Atıkları Miktarı Tahminine Kullanılan Varsayımlar ve Veriler

- **Yapı Denetim Kanunu’ndan Önceki Süreçlerde İnşa Edilen Yapıların Riskli Olduğu Varsayımı:** Türkiye’de Yapı Denetimi Hakkında Kanun’un yürürlüğe girmesiyle birlikte yapı denetim firmaları sahada aktif olarak yapıların imar mevzuatına uygun olarak ruhsatlandırıldığını kontrol etmeye başlamıştır. Bu nedenle Türkiye’de Yapı Ruhsatı Yönetmeliği uygulamaları binaların genel bir kabul ile riskli olduğu varsayılabilir. Kentsel dönüşüm senaryolarında oluşacak yıkıntı atıkları miktarlarının hesaplanmasında 2001 yılı sonrası binaların risk bazlı denetimden geçtiği genel olarak kabul edilerek varsayımlar oluşturulmuştur.

- **Asbest Riski Varsayımı:** Türkiye’de 2014 yılı öncesinde asbest kullanımı serbest olduğu için, 2014 öncesinde inşaat edilmiş yapılarda asbest bulunma riskinin, 2014 yılında inşa edilmiş olan yapılardan daha fazla olduğu gözlemlenmiştir.
- **TÜİK Yapı Ruhsatı Tarihlerine Göre Yapı Sayıları:** Yapılan hesaplamalarda TÜİK Yapı Ruhsatı Verileri esas alınmıştır. Türkiye’de toplam ruhsatlı yapı stoğunun %43’ünün 2000 yılından öncesinde inşa edildiği görülmektedir. Yapıların %32’si 2014 yılından önce ruhsat almıştır. Ruhsatlı dairelerin %75’i Asbest Yönetmeliği öncesinde inşa edilmiştir.
- **2014 Yılı Sonrası Yapı Stoğunun Durumu:** Toplam yapı stoğu sayısının %25’ini oluşturan ve 2014 yılı sonrasında inşa edilen daireler, güncel yönetmeliklere göre yapıldığı, güncel teknikler kullanıldığı ve yapıda asbest kullanılmamış olması nedeniyle, en yüksek malzeme kalitesi ve en az asbest riskini barındırmaktadır.
- **Afet Riski Kaynaklı Kentsel Dönüşüme Konu Olduğu Varsayılan Yapı Stoğu:** Türkiye İstatistik Kurumu (TÜİK) yapı ruhsatı verilerinden yola çıkılarak 2000 yılı öncesi yapı ruhsatı almış binaların kentsel dönüşüme uğrayacağı varsayılmıştır.
- **ÇŞİDB’nin açıkladığı Kentsel Dönüşüme Konu Konut Sayısı:** ÇŞİDB İstanbul özelinde 1,5 milyon konut, ülke genelinde 6,5 milyon konutun kentsel dönüşüm çerçevesinde yenilenme ihtimalini belirtmektedir.
- **Yıllar Bazında Kentsel Dönüşüm Kaynaklı Atıkların Miktarı:** Kentsel dönüşümün yıllar bazında nasıl bir frekansla olacağı konusunda kesin bir dayanak bulunmamaktadır. En riskli bölgelerde, devletin yaptırım yetkisi olması ve Kentsel Dönüşüm Yasası’nda 2023 yılında yapılan değişiklikler sonrasında, sürecin hızlanarak devam edeceği öngörülebilmektedir. Genel bir varsayım ile her yıl, mevcut potansiyelin %10’unun kentsel dönüşüm çerçevesinde yıkılabileceği kabul edilmiştir.
- **Ortalama Konut Alanı Varsayımı:** Türkiye genelinde ortalama konut alanı 100 m² kabul edilmiştir.
- **Daire brüt alanı başına oluşan yıkıntı atığı miktarı:** Metrekare başına oluşan yıkıntı atığı miktarı 1 ton/m² varsayılmıştır.

4.3.2.3. İller Bazında Kentsel Dönüşüm Kaynaklı Oluşması Muhtemel Yıkıntı Atıkları Miktarı Tahmini

- Mevcut veriler ve varsayımlar ışığında, 2000 yılı öncesi yapı stoğu kaynaklı, sadece İstanbul ilinde 225 milyon ton yıkıntı atığı oluşması beklenir. Bu atığın %60’ının beton olduğu varsayımı ile İstanbul’un yapı stoğunun yenilenmesi ile 135 milyon ton atık beton oluşacağı tahmin edilebilir. Toplam maksimum potansiyel 180 milyon tondur. Ancak bu potansiyelin 10 yıl içerisinde yakalanması, mevcut kentsel dönüşüm hızında mümkün görünmemektedir.
- Ortalama konut alanı 100 m² ve m² başına oluşan yıkıntı atığı miktarı 1 ton/m² kabulü ile, sadece Bakanlık beyanından yola çıkarak İstanbul genelinde 150 milyon ton, tüm Türkiye’de 650 milyon ton yıkıntı atığı oluşması beklenir. Bu senaryoda İstanbul özelinde 90 milyon ton beton atığı oluşması beklenebilir.
- Mevcut veriler ve varsayımlar kullanılarak Türkiye’de kentsel dönüşüm sürecinde riskli yapı stoğu kaynaklı oluşması muhtemel yıkıntı atığı miktarları ve toplam rakamın riskli bölgelerdeki dağılımlar şeması oluşturulmuştur.
- Şemada deprem riski kırmızı renk ile belirtilmiş olan illerde risk taşıyan yapılar ağırlıklı olarak dağılım göstermektedir.
- 2000 Yılı öncesinde ruhsat almış (riskli olduğu varsayılan) yapılara ait yıkıntı atığı potansiyelinde en yüksek miktar olan İstanbul’u (<200 milyon ton), büyükşehirler İzmir (maks. 90 milyon ton), Ankara (60-90 milyon ton), Bursa (maks. 50 milyon ton), Konya (25-50 milyon ton), Adana (en az 25 milyon ton), Antalya (en az 25 milyon ton), Kocaeli (en az 25 milyon ton), Mersin (en az 25 milyon ton), Balıkesir (en az 25 milyon ton) takip etmektedir.
- Samsun İli, diğer illere göre daha az (9-13 milyon) bir potansiyele sahiptir ve afet riski olan bir alanda yer almaktadır.
- Hatay’da yapı stoğu 2023 yılında büyük bir yıkıma uğradığından görselde yansıtılan veriler, geçmişe dayalı verileri temsil etmektedir. Mevcut durumda, Hatay’da kentsel dönüşüm kaynaklı yapı stoğu verileri geçerliliğini yitirmiştir.
- Yapı stoğunun %75’inde asbest kullanılmış olması ihtimalinin olduğu göz önünde bulundurulmalıdır.



Şekil 34 Türkiye Riskli Yapı Stoğu Dağılımı, Yıkıntı Atığı Miktar Tahminleri³¹

³¹TÜİK yapı ruhsatı verilerine dayanarak hesaplanmıştır.

4.3.2.4. Kahramanmaraş Depremi Yıkıntı Atıklarına İlişkin Genel Bilgiler

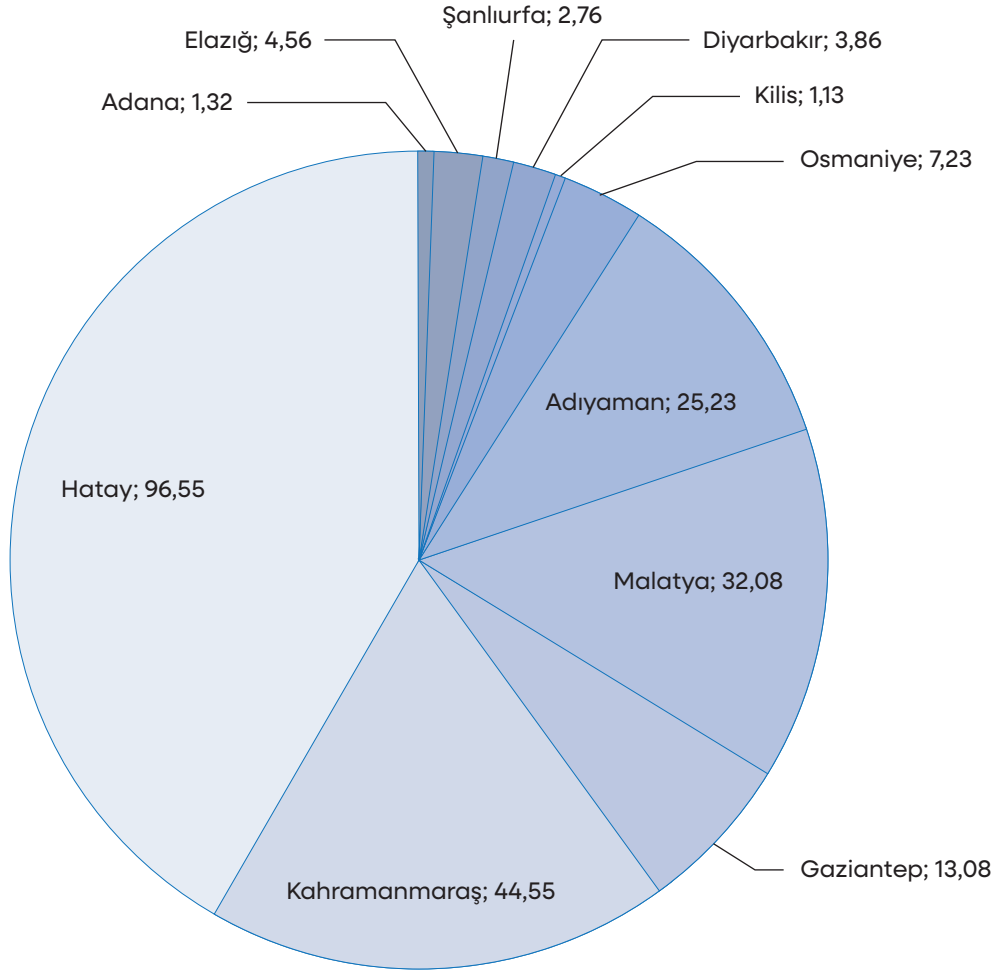
- Kahramanmaraş depreminde yıkılan, ağır ve orta hasarlı binalar 1985-2017 yılları arasında inşa edilmiştir. Bazı binalar 1975, bazıları 1997, bazıları 2007 Deprem Yönetmeliği esaslarına göre inşa edilmiştir. Ağır hasarlı kamu binaları 1975 Deprem Yönetmeliği'nin geçerli olduğu yıllarda inşa edilmiştir.
- Deprem kaynaklı yıkıntı atığının en fazla olduğu iller depremden en çok etkilenen Hatay, Kahramanmaraş, Malatya, Gaziantep ve Adıyaman'dır. Bu illerde deprem atıkları için gerekli geçici ve nihai depolama alanı ihtiyacı en yüksek düzeydedir.
- Depremde yıkılan binaların çoğunluğu (%86,7) betonarme, kalanlar ise prefabrik (%3,6), taş (%3,5) ve çelik yapılarıdır (%2,4).
- BM tarafından gerçekleştirilen ön tahminlerde deprem bölgesinde 116-210 milyon ton yıkıntı atığı oluşmuş olabileceği açıklanmıştır [45]. Bu rakam dünyada bugüne kadar yaşanmış afetler sonucunda oluşan yıkıntı atıkları bakımından karşılaşılan en yüksek rakamdır.

Deprem Ülkesi (yılı)	Enkaz Miktarı (ton)
Japonya Kobe Depremi (1995)	30 Milyon
Türkiye Büyük Marmara Depremi (1999)	13 Milyon
Çin (2004)	20 Milyon
Çin (Sichuan Depremi) (2008)	21 Milyon
İtalya (L'Aquila Depremi) (2009)	3 Milyon
Haiti (2010)	23-60 Milyon
Japonya (2011)	31 Milyon
Nepal (2014)	14 Milyon
Türkiye (2023)	200 Milyon

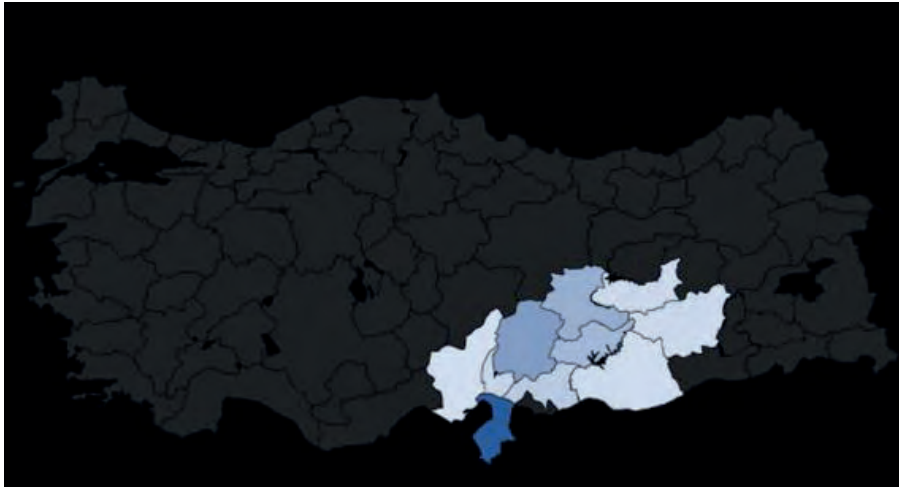
4.3.2.5. İller Bazında Deprem Kaynaklı Yıkıntı Atıklarının Dağılımı

UNDP'nin açıkladığı 200 milyon ton toplam atık bilgisinden yola çıkılarak, iller bazında yıkılan ve ağır hasarlı bina sayılarına göre dağılım değerlendirildiğinde depremden en çok etkilenen 11 ildeki yıkıntı atığı dağılımı Şekil 35'te gösterilmiştir.

Özellikle Hatay ve Kahramanmaraş illerinde toplam yıkıntı atığı miktarının dünya tarihinde görülmüş sayılı felakette karşılaşılmış boyutlarda bir atık yığını söz konusudur.



Şekil 35 Kahramanmaraş Depremlerinden Etkilenen 11 İde Yıkıntı Atığı Miktarları (10⁶ ton)



Şekil 36 6 Şubat Depremlerinden Etkilenen İllerde Yıkıntı Atığı Yoğunluk (1-96 milyon ton) Haritası

4.3.3. Tehlikeli Atıkların Yönetimi

4.3.3.1. Genel Bilgiler

- Yıkıntı atıkları içerisindeki tehlikeli bileşenler toplam atık miktarının ağırlıkça %1'inden daha az bir yoğunluk teşkil etmektedir.
- Tehlikeli atıkların tehlikesiz atıklarla karıştırılması yasaktır ve taşıdığı riskler bakımından yıkım öncesi alanda tespit edilerek uzaklaştırılmaları, bu konuda yetkinlik sahibi uzmanlarca işlemlerin yapılması ve lisanslı araçlarla, lisanslı tesislere nakledilmeleri gerekmektedir.
- Yıkıntı atıkları içerisinde tehlikeli olabilecek bileşenler başta asbest içeren yalıtım malzemeleri olmak üzere, tehlikeli maddeler (asbest başta olmak üzere) beton, tuğla, seramik karışımları, tehlikeli maddeler içeren ahşap, cam, plastik ve metaller olabilir. Yağ, katran ve diğer benzeri tehlikeli maddeler, civa içeren atıklar, poliklorlubifenil (PCB) içeren atıklar (örneğin PCB içeren dolgu macunları, PCB içeren reçine bazlı taban kaplama malzemeleri, PCB içeren kaplanmış sırlama birimleri, PCB içeren kapasitörler) de tehlikeli atıklardır.

Yıkıntı atıkları içerisindeki tehlikeli bileşenlerin atık kodları ve açıklamaları Tablo 12'de yıkıntı atıkları içerisindeki tehlikeli bileşenler tablosunda sunulmuştur. Bu listede A açıklaması ile belirtilen atıklar herhangi bir değerlendirmeye mahal vermeksizin tehlikeli olan atıklardır. Açıklamada M harfi olan atıklar ise, laboratuvar analizleri yapıldıktan sonra içerdiği tehlikeli madde oranına bakılarak tehlikeli olup olmadığına dair rapor düzenlenmesi gereken atıklardır.

Tablo 12 Yıkıntı Atıklarının İçeriğindeki Tehlikeli Bileşenler

Atık Kodu	Atık Kodu Tanımı	Açıklama
17 01 06*	Tehlikeli maddeler içeren beton, tuğla, kiremit ve seramik karışımları ya da ayrılmış grupları	M
17 02 04*	Tehlikeli maddeler içeren ya da tehlikeli maddelerle kontamine olmuş ahşap, cam ve plastik	A
17 04 09*	Tehlikeli maddelerle kontamine olmuş metal atıkları	M
17 04 10*	Yağ, katran ve diğer tehlikeli maddeler içeren kablolar	M
17 06 01*	Asbest içeren yalıtım malzemeleri	M
17 06 03*	Tehlikeli maddelerden oluşan ya da tehlikeli maddeler içeren diğer yalıtım malzemeleri	M
17 06 05*	Asbest içeren inşaat malzemeleri	M
17 08 01*	Tehlikeli maddeler ile kontamine olmuş alçı bazlı inşaat malzemeleri	M
17 09 01*	Civa içeren inşaat ve yıkıntı atıkları	M
17 09 02*	PCB içeren inşaat ve yıkıntı atıkları	M
17 09 03*	Tehlikeli maddeler içeren diğer inşaat ve yıkıntı atıkları (karışık atıklar dahil)	M

- Tehlikeli atıklarla yapılan tüm çalışmalarda yıkım işlerinin riskleri haricinde, tehlikeli atık yönetimine ilişkin risklerin de iş güvenliği mevzuatı esaslarına uygun şekilde yönetilmesi gerekir.
- Bina yıkımına, yapı içerisinde tehlikeli atıklar uzaklaştırılmadan başlanmamalıdır.
- Söküm/yıkım personelinin ve ekipmanın belirlenen iş için uygunluğu, çalışır durumda olduğu, acil durum müdahale protokolleri gözden geçirilmelidir.
- Yapıda, tehlikeli atık oluşabilecek noktalar yıkım öncesi belirlenmiş ve söküm işlerinde alınacak önlemler protokollere dahil edilmiş olmalıdır.
- Tehlikeli atıklar (asbest, kurşunlu boya, kimyasallar ve tehlikeli kaplamalar) binanın yapım yılı, içerisinde kullanılan malzemenin görsel kontrolü ve uzman denetimi ile incelendikten sonra tespit edilmelidir.
- Yapıdan sökülen tehlikeli atıklar uygun atık kodu ile işaretlenmektedir.
- Şantiye alanında, zemini geçirimsiz bir yerde, muhafazalı konteynerler içerisinde (kilitli), diğer atıklardan ayrı olarak, üzeri kapalı, temasa izin vermeyecek şekilde geçici depolanabilir.
- Mesken yıkımlarında cıva ve PCB kaynaklı atıklara rastlanması, özel bir durum olmadıkça sık rastlanan bir durum değildir. Bu tür atıklar öncelikle sanayi tesisleri başta olmak üzere, askeri tesisler, özel yapılar, hastaneler gibi binaların yıkımında oluşabilmektedir.

Konut yıkım işlerinde en önemli tehlikeli atık kaynaklarından bir tanesi asbesttir. Türkiye'de 2014 yılı öncesinde asbest kullanımı serbest olduğunda özellikle bu tarihten önce yapılmış tüm yapılarda asbest riski bulunmaktadır.

- Herhangi bir yıkım işi öncesinde yapıda asbest riski bulunuyor ise, öncelikle ilgili ölçümlerin yaptırılması ve gerekiyorsa asbestli malzemelerin yetkili kurumlarca sökümünden sonra yıkım işine başlanması gerekir.

4.3.3.2. Tehlikeli İnşaat ve Yıkıntı Atıkları Lisansına Sahip Olan Tesisler

Ülke bazında, inşaat ve yıkıntı işlerinde açığa çıkabilecek tehlikeli atık kodları için lisans almış bertaraf tesisleri Şekil 37'de, lisanslı geri kazanım tesisleri ise Şekil 38'de gösterilmiştir.



Şekil 37 Türkiye'de İnşaat ve Yıkım İşlerinde Açığa Çıkan Tehlikeli Atıkların Bertarafına İlişkin Lisanslı Tesislerin İllere Dağılımı (D1-D15 arası gösterim)



Şekil 38 Türkiye'de İnşaat ve Yıkım İşlerinde Açığa Çıkan Tehlikeli Atıkların Geri Kazanımına İlişkin Lisanslı Tesislerin İllere Dağılımı (R1-R13 arası gösterim)

4.3.3.3. Asbestin Yönetilmesi

- Yıkılan yapılar içerisinde bulunan asbest, insan sağlığı ve çevre üzerinde ciddi riskler oluşturur.
- Asbest söküm işlemleri, TS 13895 Asbest İçeren Malzemelerin Sökümü ve Asbest Bertaraf Yöntemleri Kılavuzuna uygun olarak yapılmaktadır. Yıkım ve söküm işlemleri sırasında, 25/1/2013 tarihli ve 28539 sayılı Resmî Gazete'de yayımlanan Asbestle Çalışmalarda Sağlık ve Güvenlik Önlemleri Hakkında Yönetmeliğe uyulur.
- Ortamda asbestli malzeme şüphesi bulunması durumunda, yıkıma başlanılmadan önce sökülen yapıda asbestli çalışma var olup olmadığı, varsa asbest içeren bileşenler için asbestin türünü, miktarını ve yerini belirlemeye yönelik envanter çalışması yapılması zorunludur.
- Envanter çalışması sırasında katı numune alma ve analiz işlemleri, Çalışma ve Sosyal Güvenlik Bakanlığı tarafından katı numunede asbest tür tayini parametresinden yetkilendirilmiş bir laboratuvar tarafından yapılır.
- Asbest ve diğer tehlikeli maddeleri içeren imalatlar, yıkım faaliyetinden önce belirlenerek sökülmemekte, ayrı olarak toplanır ve Atıkların Düzenli Depolanmasına Dair Yönetmelik hükümlerine göre bertaraf edilir.

Ülkemizde asbestin, yapı sektöründe (zeminler, çatılar, termal izolasyon, su boruları, kanalizasyon boruları vb.) ve endüstriyel alanlarda yaygın kullanılmakta olduğu bilinmektedir ancak bu konudaki veriler sınırlıdır. Türkiye'de 2010 yılına kadar yaklaşık 500.000 ton asbest kullanıldığı verisi Türkiye Asbest Kontrolü Stratejik Planı (2012)'de verilmiştir.

Asbestin en yaygın kullanım alanları şunlardır:

- Termal ve akustik izolasyon,
- Alev geciktirme,
- Tekstiller,
- Asbestli beton ve çimento,
- Zemin kaplamaları,
- Contalar, ambalaj,
- Çatı kaplama keçeleri, kağıtları, şingil
- Elektrik izolasyonu

Hastalık geliştirme riski, maruziyet miktarına bağlı olarak değişmektedir [47]. Enkaz kaldırma çalışmalarında asbest liflerine maruz kalan tüm işçilerin, gönüllülerin ve halkın; akciğer kanseri, yemek borusu, mide, kolon ve pankreas kanseri, plevral plaklar, plevral kalınlaşma gibi çeşitli hastalıklara yakalanma riskinin çok yüksek olduğu bilinmektedir [39]. Hava yoluyla asbeste maruziyeti üç türde tanımlanmaktadır:

- Mesleki maruziyet, işle ilgili faaliyetler sonucunda,
- Rastgele maruziyet, asbest içeren malzemelerin bulunduğu binalarda,
- Çevresel maruziyet (dış ortamdaki hava asbest lifleri içerdiğinde).

Dünya Sağlık Örgütü'ne göre asbest ile güvenli bir şekilde başa çıkmanın temel prensipleri şunlardır:

- Asbest içeren malzemelerin konumlarını belirleyip bir risk değerlendirmesi yapmak
- Asbest temizlik işinde yer alan kişilerin riskler ve en iyi uygulamalar konusunda yeterli bilgi sahibi olmalarını sağlamak
- Asbest içeren malzemelerin mümkün olan en az derecede dağılmasını sağlamak
- Solunabilir asbestin atmosfere salınımını en aza indirme için ıslatma yöntemi kullanmak
- İnsanların asbestle temas etme derecesini en aza indirmek
- Asbest içeren malzemelerin, diğer atık ürünlerden ayrıldığından, güvenli bir şekilde depolandığından ve imha öncesinde uygun şekilde etiketlendiğinden emin olmak
- Atığın onaylı bir şekilde imha edildiğinden emin olmak
- Asbest asla yakılarak imha edilmemelidir.

Asbest İçeren Malzemelerin İmhası:

- Bu malzemeler, uygun şekilde eğitilmiş personel tarafından imha edilmelidir.
- Asbest atığı en iyi toplu olarak taşınmalıdır. Taşıma sırasında konteynerlerin kapalı veya mühürlü kaldığından emin olunmalı, toz ve liflerin kaçmasını önlemek için önlem alınmalıdır.
- Asbest atığı, imha öncesinde diğer atıklarla karıştırılmamalıdır.
- Asbest içeren malzemeler, asbest liflerinin salınımını önlemek için uygun şekilde hazırlanmış alanlarda imha edilebilir. Bu tür bir alanın bir zemin kaplaması ve sızıntı suyu toplama sistemine sahip olması; depolanan atığın derhal uygun inert malzeme tabakasıyla örtülmesi gerekmektedir.
- Asbest imhası için uygun bertaraf alanları mevcut değilse veya afet sonrası kullanılamaz durumdaysa, asbest atığının geçici depolanması için uygun yerler belirlenmeli ve prosedürlere göre hazırlanmalıdır.
- Asbest atığının imha yerlerinin, tam olarak coğrafi koordinatlar dahil olmak üzere kaydedildiğinden emin olunmalıdır [46].

4.3.4. Mevcut Yıkıntı Atığı Yönetim Tesisleri

- Türkiye'de atıklar Atık Yönetimi Yönetmeliği (AYY) esaslarıncaya yönetilir.
- Atık bertaraf tesisleri (D) kodu ile, geri kazanım tesisleri (R) kodu ile belirtilmektedir.
- Yıkıntı atıkları, AYY uyarınca atık kodlarına göre sınıflandırılır. Atıklar sadece ilgili atık kodu için lisans almış olan tesislere gönderilebilir.
- Bu rehberin ekinde yer alan EK-1'de yıkım işleri nedeniyle oluşan tehlikeli ve tehlikesiz atık kodları, EK-2'de AYY esaslarına göre bertaraf teknolojilerinin ve geri kazanım teknolojilerinin açıklamaları verilmiştir.

4.3.4.1. Lisanslı Bertaraf Tesisleri

- Türkiye genelinde yıkıntı atıklarının bertarafı için lisans almış tesisler, genellikle sanayi üretiminin yaygın olduğu, büyük kentlerde bulunmaktadır.
- Yıkıntı atıklarının bertarafında, depolama (D1, D5, D12), geçici depolama (D15), yakma (D10), ön işlem (D13), arazi ıslahı (D2) ve fiziksel-kimyasal işlemler (D9) lisanslı tesisleri bulunmaktadır.
- İnert atıkların alan ıslahı, restorasyon veya dolgu amaçlı ve düzenli depolama tesislerinde inşaat amaçlı kullanımında ADDDY hükümleri uygulanmaz. (Bu alanda lisanslı tesis bulunmamaktadır)



Şekil 39 Türkiye Genelinde Lisanslı Bertaraf Tesisleri Dağılımı
(D kodlu tesisler, kod numarasına göre sıralanmıştır)

4.3.4.2. Lisanslı Geri Kazanım Tesisleri

- Türkiye’de, Çanakkale, Aydın, Ağrı, Ardahan, Hakkari ve Muş hariç her ilde en az bir lisanslı yıkıntı atığı geri kazanım tesisi bulunmaktadır.
- Bu tesisler ÇŞİDB’nca yayınlanan Atık Ön İşlem ve Geri Kazanım Tesislerinin Genel Esaslarına İlişkin Yönetmelik³² kapsamında kurulmakta ve işletilmektedirler.
- Yıkıntı atıklarının geri kazanımında neredeyse her ilde geri kazanım öncesi ara işleme (R12 işleme ve R13 ara depolama) lisanslı tesisleri bulunmaktadır. Bu tesisler, atıkların geçici depolanması, ayrılması, tasniflenmesi ve yeniden işlenmek üzere bir sonraki tesise nakli işlerini üstlenir.
- Tesislerin tümünde birden çok atık için lisans bulunmaktadır. İnşaat ve yıkıntı atığı kabul lisansı olmasına karşın, bu tür atıklar ile kesin olarak çalışıklarına dair bir kayıt mevcut değildir.

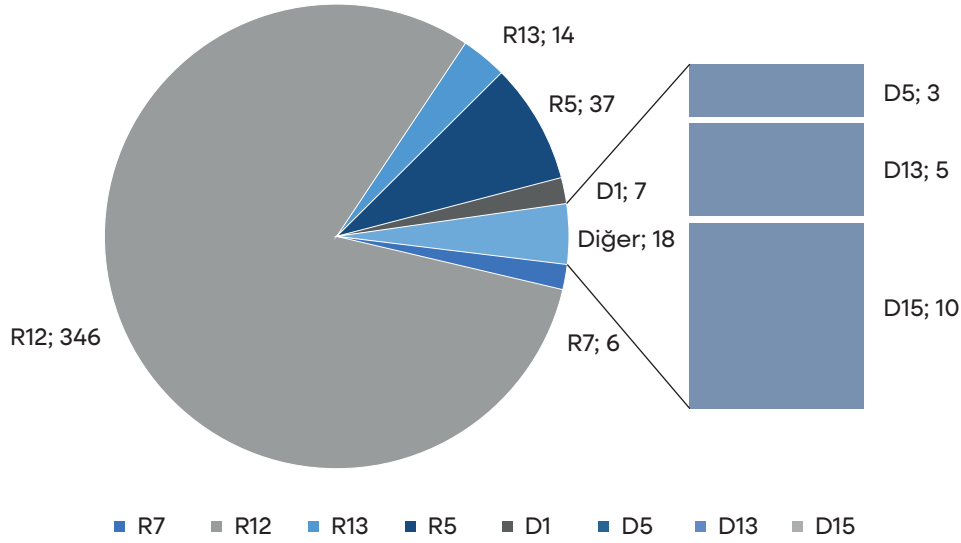


Şekil 40 Türkiye Genelinde Lisanslı Bertaraf Tesisleri Dağılımı

³² Resmi Gazete Tarihi: 09.10.2021 Sayı 31623

4.3.4.3. Atık Beton için Lisans Almış Geri Kazanım ve Bertaraf Tesisleri

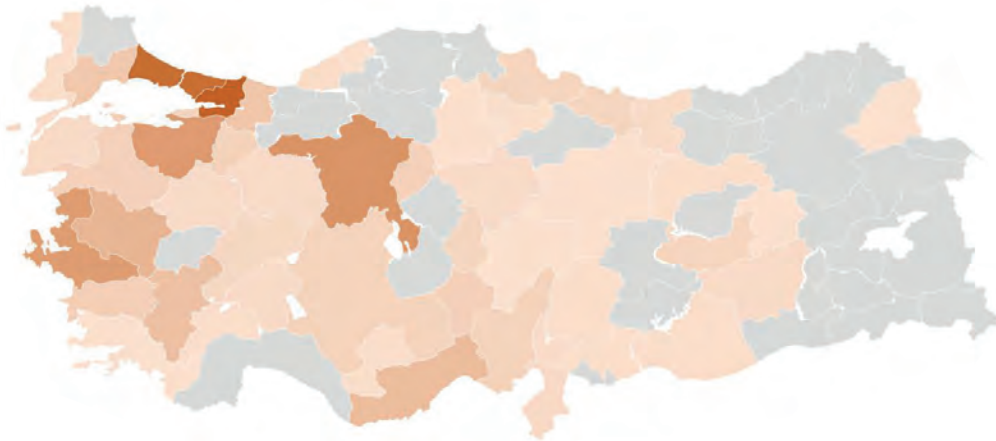
- Beton atıkları 17 01 01 atık kodu ile sınıflandırılır.
- Beton atıkları inert sınıfta yer almaktadır. Bu atıkların yakılabilmesi veya fiziksel olarak ön işleme tabi tutulmadan bir başka geri kazanıma uğraması söz konusu değildir.
- Beton atıklarının yönetiminde uygun bertaraf; (D13, D14, D1, D5, D12, D2, D9, D15) ve geri kazanım (R5, R7, R11, R12, R13) teknolojileri dikkate alınarak lisanslı tesisler taranmıştır. Ülke genelinde beton atıklarını kabul edebilecek toplam 428 lisanslı tesis bulunmaktadır.
- Lisanslı tesislerden 346'sı ön işlem (R12) tesisi, 37'si geri dönüşüm (R5) tesisi, 14'ü ara depolama (R13) tesisi, 10'u geçici depolama (D15) tesisi, 7'si düzenli depolama (D1) tesisi, 6'sı kirlilik giderimi amaçlı geri kazanım (R7) tesisi, 5'i fiziksel karışım (D13) tesisi, 3 tanesi de özel mühendislik gerektiren depolama (D5) tesisidir.



Şekil 41 Türkiye'de Beton Atıklarının Yönetimi için Lisanslı Tesislerin Sayısı

Ülke genelinde, beton atıklarının yönetimine (işlenmesi, transferi, ara depolanması, bertarafı) ilişkin tüm lisanslı tesislerin dağılımı Şekil 42'de sunulmuştur.

Şekilde renklendirilmemiş (gri) olarak gösterilen illerde beton atıklarının yönetiminde ilişkin lisanslı tek bir tesis bile bulunmamaktadır.



Şekil 42 Beton Atıklarının Kabulü Lisansına Sahip Tesislerin Dağılımı

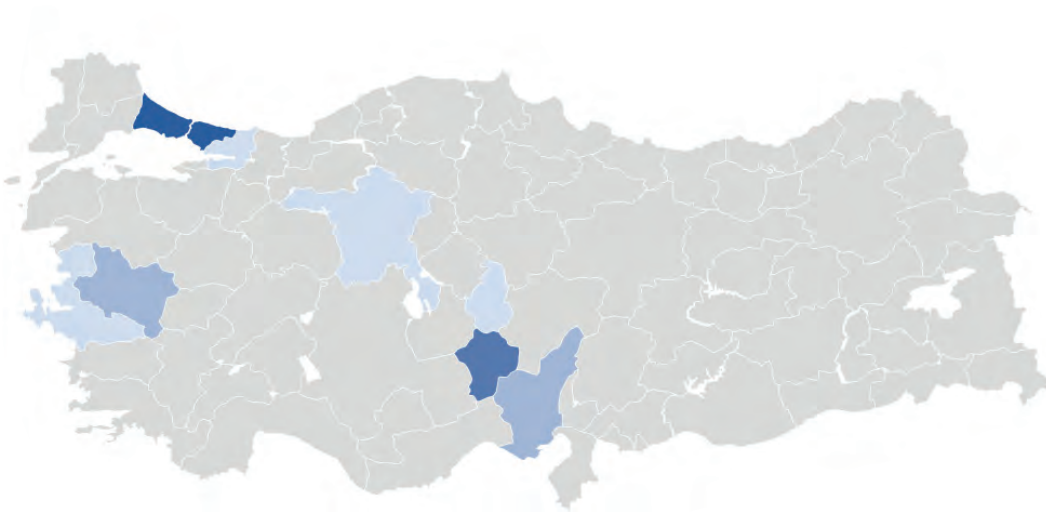
4.3.4.3.1. Düzenli depolama, özel depolama ve ara depolama tesisleri

- Düzenli depolama ve özel mühendislik gerektiren depolama tesisleri başta Tekirdağ olmak üzere daha çok Marmara Bölgesi'nde bulunmaktadır.
- Nihai bir çözüm bulununcaya kadar bir bertaraf tesisinde ara depolama veya geçici depolama tesisinde depolama tesisleri ise İstanbul başta olmak üzere, Kocaeli, Ankara, Adana, İzmir gibi büyükşehirlerde ve Niğde'de konumlanmıştır.

Şekil 43'te düzenli depolama tesislerinin, Şekil 44'de geçici depolama ve ara depolama tesislerinin iller bazında dağılımı gösterilmiştir.



Şekil 43 Beton Atıkları için Düzenli Depolama (D1 veya D5) Lisansına Sahip Tesislerin Dağılımı

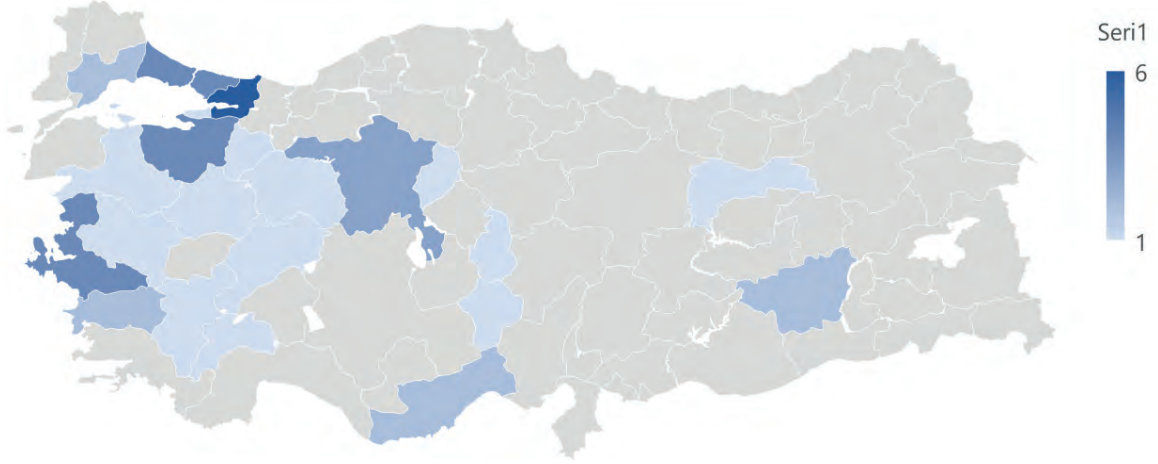


Şekil 44 Beton Atıkları için Ara Depolama veya Geçici Depolama (D15 veya R13) Lisansına Sahip Tesislerin Dağılımı

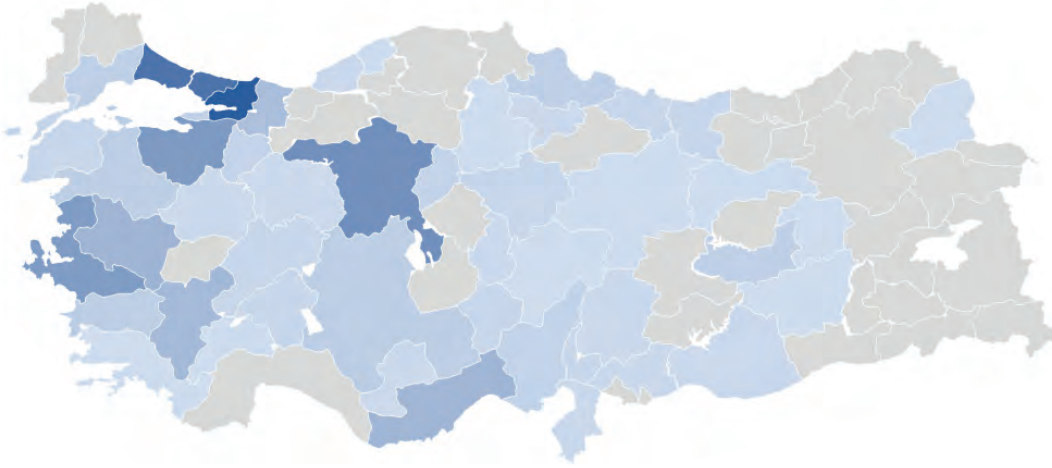
4.3.4.3.2. Geri Dönüşüm ve geri kazanım tesisleri

Beton atıkları için bir geri dönüşüm veya geri kazanım lisansına sahip olan lisanslı tesislerin iller bazında dağılımı Şekil 45'te gösterilmektedir.

- Kocaeli başta olmak üzere, büyükşehirlerde ve haritada renklendirilmiş olarak belirtilen illerde en az bir lisanslı geri kazanım tesisi mevcuttur.
- R12, herhangi bir geri kazanım öncesi beton atıklarının transferi lisansına sahip tesisler ülke düzeyinde en geniş dağılımı göstermektedir.



Şekil 45 Şekil 45 Beton Atıkları için Geri Dönüşüm (R5) ve Geri Kazanım (R7) Lisansına Sahip Tesislerin Dağılımı



Şekil 46 Beton Atıklarının Transferi (R12) Lisansına Sahip Tesislerin Dağılımı

4.3.4.3.3. Beton Ön İşlem Tesisi: Mersin Büyükşehir Belediyesi Örneği

- Yıkıntı atıklarından GDA üretimine ilişkin bir kırma/eleme tesisinin Mersin Büyükşehir Belediyesi yatırımı ile tamamlandığı bilinmektedir.
- Yenişehir İlçesi, Emirler Mahallesi'nde kurulan tesiste yıkıntı atıklarının geri dönüştürülmek üzere öğütülmekte, geri dönüşümü mümkün olmayan atıkların ise tesis yanındaki depolama tesisinde bertaraf edilmektedir.
- Kurulan tesisin özellikleri [48,49] Tablo 13'te belirtilmiştir.

Tablo 13 Mersin Büyükşehir Belediyesi Yıkıntı Atıkları Geri Dönüşüm Tesisi Kapasitesi

Özelliği	Kapasitesi
Kurulduğu Alan Büyüklüğü	102 dönüm
Kırma kapasitesi	2500 - 3000 ton /gün
Depolama Alanı	500 bin metreküp
Kabul edilen atıklar	Hafriyat atıkları, asfalt, beton



Görsel 30 Geri Dönüşüm Ünitesi Alttan Bakış



Görsel 31 Geri Dönüşüm Tesisi Kuşbakışı

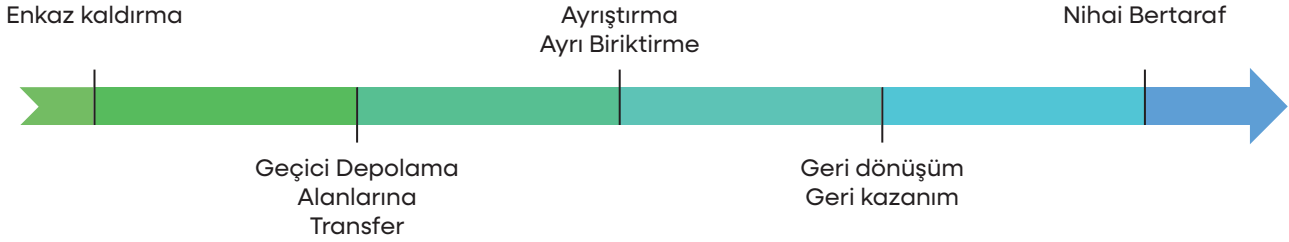


Görsel 32 Mersin Büyükşehir Belediyesi Yıkıntı Atığı Geri Dönüşüm Tesisi Kuşbakışı

4.3.4.4. Kahramanmaraş Depremleri Sonrasında Yıkıntı Atıklarının Yönetimi

4.3.4.4.1. Genel Bilgiler ve Veriler

- Afet sonrası en uygun çözüm, geri kazanım faaliyetlerinin buldukları yıkıntı alanlarında gerçekleştirilerek maliyet-etkin ve çevresel bir yol izlenmesidir. Ancak, bu tür çalışmalarda daha uzun sürelere ihtiyaç duyulduğundan yerleşim yerlerindeki yeni imar ve restorasyon çalışmalarının gecikmesine neden olabilir. Buna bağlı olumsuz psikolojik/sosyolojik etkiler gelişebilir.
- Atıkların geçici depolama alanlarına nakledilmesi ve sonrasında ayıklanarak geri dönüşüm/geri kazanım/bertarafının sağlanması nispeten ivedi bir çözümdür.



Şekil 47 Deprem Sonrası Yıkıntı Atıklarının Yönetimi Stratejisi

- Geçici depolama alanlarında ayrıştırılan atıklardan, beton/donatı ayrımı yapılarak demir geri kazanılmalı, beton ise ön işlemden geçirildikten sonra en azından dolgu malzemesi olarak kullanılabilir.
- Diğer atık türleri (cam, plastik, elektronik eşya, vb.) için uygun geri kazanım çalışmaları yapılarak depolama alan/hacim ihtiyacı azaltılmalı, olası emisyonlar minimize edilmeli ve maddi değeri olan atık bileşenlerinin ülke ekonomisine geri kazandırılması sağlanmalıdır.
- 6 Şubat ve 20 Şubat depremleri sonucunda Hatay genelinde yaklaşık 7 milyon metreküp yıkıntı atığı, 1038 ekskavatör, 3106 kamyon ile 26 atık geçici depolama sahasına nakledilmiştir.
- Kahramanmaraş'ta yaklaşık 2 milyon 560 bin metreküp yıkıntı atığının atık geçici depolama alanlarına taşınması sağlanmıştır.
- Atıkların taşınacağı geçici depolama alanları ÇŞİDB sorumluluğunda valiliklerce belirlenmiştir.³³ Geçici depolama alanlarının yerlerine ilişkin resmi veriye ulaşılamamıştır.
- 22 Mart 2023 itibariyle 101 milyon ton atık oluşacağı varsayımı ile geçici döküm sahalari belirlenmiştir;
 - Hatay'da 15 ilçede toplam 21 adet geçici döküm sahası,
 - Kahramanmaraş'ta 23 adet döküm sahası belirlenmiş, sonradan 5 yeni saha eklenmiştir.
 - Gaziantep'te 14 adet döküm sahası belirlenmiştir.
 - Malatya'da 7 adet döküm sahasına yıkıntı atıkları taşınmakta olup 1 adet nihai depolama alanı belirlenmiştir.
 - Şanlıurfa'da 5 adet, Kilis'te 1 adet, Adana'da 2 adet döküm sahası tespit edilmiş, 1 adet de alternatif alan belirlenmiştir.
 - Osmaniye'de 4 adet döküm sahasına döküm yapılmakta olup, 3 adet de alternatif alan belirlenmiştir.
 - Diyarbakır'da 1 adet döküm sahası belirlenmiştir.

³³ Enkaz döküm alanlarının belirlenmesinde İstanbul Teknik Üniversitesi, Yıldız Teknik Üniversitesi, Dokuz Eylül Üniversitesi'nden destek alınmış Maden ve Petrol İşleri Genel Müdürlüğü ile koordinasyon kurulmuştur. Türkiye Afet Müdahale Planı (TAMP)'ta belirlenen alanlar (Afet durumlarında kullanılabileceği belirlenen tarım ve orman alanları) da değerlendirilmektedir.

- 6 Şubat Depremleri sonrasında enkazın bertaraf edilmesi için seçilen alanlar ile ilgili yapılan bir çalışmada, bertaraf alanlarının konumları ile ilgili aşağıdaki veriler elde edilmiştir:
 - Yoğun nüfuslu yerleşim alanlarına olan yakınlık,
 - Depremden etkilenen halkın geçici olarak konakladığı çadır ve konteyner tipi kamplara yakınlık,
 - Üniversite kampüsleri gibi eğitim alanlarına yakınlık,
 - Birçok insanın çalıştığı endüstriyel alanlara yakınlık
 - Çoğu bertaraf alanının akarsular, göller, göl kıyı bölgeleri, kıyı bölgelerinde bulunan bataklıklar ve denizlere yakın yerler olarak seçildiği görülmüştür [39].
- İYA'ların depolanması için alan seçiminde göz önünde bulundurulması gereken öncelikli faktör rüzgâr yönü, yağış, çığ veya sel taşkınları gibi meteorolojik etkenlerdir. Bunların dışında, geçici veya kalıcı depolama amacıyla kullanılacak alanların zemin özellikleri de oldukça önemli olup sızdırmaz zeminler tercih edilmelidir [41].



Görsel 33 Hatay'da bir Geçici Depolama Alanı [50]



Görsel 34 Hatay Şubat Ayından Bir Görüntü [51]

4.3.4.4.2. Deprem Sonrası Yıkıntı Atıklarına İlişkin Varsayımlar ve Hesaplamalar

- İstanbul Teknik Üniversitesi (İTÜ) deprem raporundaki atık miktar tahminlerine bağlı depolama hacmi ve alan ihtiyacı hesaplamalarında kullanılan birim faktörlere göre 1 ton afet sonrası enkaz atığının 0,75 metreküp hacim işgal edeceği varsayılmıştır.
- Bu atıklar katı ve dayanıklı yapıda olduğu ve sıkıştırma faktörünün yüksek olmadığı bilinmektedir. Ortalama hacim/ağırlık birimi 2 ton/m³ kabul edilmiştir.
- 1 ton atık için gerekli aktif depolama alan (atık depolamanın yapılacağı alan) ihtiyacı 0,04 metrekare olarak varsayılmıştır.
- İTÜ çalışmasında ayrıca tesis yolları, ilave tesislere olan ihtiyaçlar, düzgün olmayan topografya faktörleri düşünülerek %50 varsayılma ton başın 0,06 metrekare bir depolama alan inşa ihtiyacı varsayılmıştır.



Görsel 35 Hatay'da Bir Enkaz Döküm Sahası [52]

Tablo 14'te depremden etkilenen illerde Mart 2023'te gerçekleştirilen hasar tespit çalışmaları sonucunda tahmin edilen atık miktarları, 2023 yılı içerisinde hasarlı yapıların yıkılmasıyla birlikte oluşan atık miktarları, atık miktarı için hesaplanan toplam aktif depolama alanı ihtiyacı ve illerde teşkil edilen geçici depolama alanları adeti belirtilmiştir.

Tablo 14 Oluşan Atık Miktarına Göre Tahmini Depolama Alan İhtiyacı

	Mart Ayı Atık Tahminleri (milyon ton enkaz)	Milyon ton Enkaz	Gerekli Depolama Alan İhtiyacı (1000 m ²)	Teşkil Edilen Geçici Depolama Alanı Sayısı
Adana	2,16	1,32	52,8	2
Elazığ	-	4,56	182,4	-
Şanlıurfa	2,0	2,76	110,4	5
Diyarbakır	3,0	3,86	154,4	1
Kilis	0,55	1,13	45,2	1
Osmaniye	2,4	7,23	289,2	4
Adıyaman	9,25	25,23	1009,2	-
Malatya	11,9	32,08	1283,2	7
Gaziantep	6,5	13,08	523,2	14
Kahramanmaraş	15,14	44,55	1782	28
Hatay	36,44	96,55	3862	26

- **Adana, Kilis, Şanlıurfa ve Diyarbakır**'da afet sonrasında tahmin edilen rakamlara yakın olması ve nispeten düşük olması nedeniyle bu kentlerin mevcut altyapısı ve sonrasında öngörülen rakamlara göre teşkil edilen geçici depolama çözümü ile yönetilebilir olduğu düşünülmektedir.
- **Elazığ** iline ilişkin resmi veriye ulaşılamamıştır ancak, 2020 yılında Elazığ'da meydana gelen deprem hadisesi sonrasında ilde Hilalkent Mahallesi'nde teşkil edilen hafriyat depolama alanı ile, Meryem Dağı eski maden ocağı ve Doğukent Mahallesi Güney Çayırı atık döküm alanlarının yıkıntı atığı depolama alanı kullanımına devam ettiği öngörülmektedir. Bu alanların Elazığ İli yıkıntı atıklarının depolanması için yeterli olabileceği düşünülmektedir.



Görsel 36 Elazığ'da Bir Enkaz Döküm Sahası

- **Adıyaman** ilinde 1661 yığma taş yapı ve 7801 betonarme yapı ağır hasar almıştır. Bu ile oluşturulan atık döküm sahalarına ilişkin bilgi mevcut değildir. Mart ayı tahminleri ve günümüz tahminlerinin ortalaması düşünüldüğünde ilde yaklaşık 17 milyon ton yıkıntı atığı oluşmuş olabileceği ve bu atıkların depolanması için 600.000 metrekare bir alan ihtiyacı doğduğu söylenebilir. Bu atıkların pek çoğunun 2-4 katlı betonarme yapılardan geldiği görülmektedir. Yatırım odağının Hatay ve Kahramanmaraş illerinde olduğu şartlarda, Adıyaman ili için de bir kapasite tespit çalışması yapılması ve geri kazanım alternatiflerinin değerlendirilmesi önemli görülmüştür.
- **Gaziantep** ilinde öngörülen miktarın yaklaşık iki katı kadar bir yıkıntı atığı oluşması beklenmektedir. Bu miktarın yönetilmesi için il genelinde 14 adet geçici depolama alanı belirlenmiştir. Gaziantep ilinin büyükşehir olması ve sahip olduğu altyapı tesislerinin kapasiteleri düşünülerek, İlin yıkıntı atıkları yönetiminde ek yatırım ihtiyacının olduğu ancak bu ihtiyacı ilin kendi imkanları ile sağlayabileceği düşünülmektedir. Gaziantep'te açığa çıkan yıkıntı atıklarının geri kazanım olasılıklarının değerlendirilmesi gerekmektedir.
- **Malatya ve Osmaniye'de** tahmin edilen rakamların yaklaşık üç katı büyüklükte yıkıntı atığı oluşması beklenmektedir. Mevcut durumda Osmaniye'de 4, Malatya'da 7 geçici atık depolama alanı teşkil edilmiştir. Bu alanlarda ayrıştırılan atıkların geri kazanılabilmesi için işleme tesisi yatırımlarına ihtiyaç olacaktır.
- **Kahramanmaraş ve Hatay'da** ihtiyacın, küresel acil durum boyutunda bir büyüklüğe sahip olduğu görülmektedir. Her iki ilde, tahminlerin yaklaşık üç kat kadar bir enkaz oluşmuştur. Kahramanmaraş'ta bugüne kadar 3 milyon tona yakın, Hatay'a 8 milyon tona yakın enkaz geçici depolama alanlarına taşınmıştır.

Japonya yaşadığı onca deprem sonrasında bu alanda oldukça fazla deneyim edinmiş, 2011 yılında yaşanan deprem ve tsunami sonrası oluşan 31 milyon ton enkazın %80'ini geri kazanmayı başarmış bir ülke olarak [53] 2023 yılı ortasında UNDP ve ÇŞİDB ile deprem atıklarının geri dönüşümüne ilişkin yatırım yapılmasına yönelik bir protokole imza atmıştır. Söz konusu protokol ile Hatay ve Kahramanmaraş'ta sabit ve mobil olmak üzere enkaz geri dönüşüm tesisi yatırımları ile bölgeye destek vereceklerdir.

4.4. Yıkıntı Atıklarının Yönetiminde Finansal Gereklilikler

Kentsel dönüşüm projelerinde, deprem veya diğer afetlerin neden olduğu yıkıntı atıklarının etkili bir şekilde yönetilmesi için bir dizi finansal gereklilik bulunmaktadır.

4.4.1. Atık Yönetim Planları ve Maliyet Tahminleri

- Kentsel dönüşüm projeleri için atık yönetim planları oluşturulmalıdır. Bu planlar, yıkıntıların nasıl toplanacağı, taşınacağı, depolanacağı ve geri dönüştürüleceği gibi ayrıntıları içermelidir.
- Atık yönetimi planları genel hatları itibariyle; atıkların toplanması, taşınması, depolanması, geri dönüştürülmesi/bertaraf edilmesi süreçlerini belirleyerek, çevresel etkilerin en aza indirilmesini amaçlar. Bu kapsamda, uzman personel istihdamı, atık toplama ve ayrıştırma altyapısının oluşturulması, geri dönüşüm tesisleri ve bertaraf tesisleri gibi altyapı yatırımları maliyetlidir.
- Uygun teknolojilerin kullanılması, atık taşıma, bertaraf ve geri dönüşüm süreçlerini optimize etmeyi amaçladığından, bu teknolojilerin uygulanması da finansal kaynakları gerektirir. Tüm bunlar çeşitli araştırma ve izleme faaliyetlerini, çevresel etkilerin değerlendirilmesini ve çevresel düzenlemelere uyum sağlanmasını içerir.
- Proje öncesi maliyetleri öngörmek ve bu alanlara yeterli finansman sağlamak, projenin çevresel uyumluluğunu güçlendirecek ve çevresel sürdürülebilirliği artıracaktır.
- Çevresel düzenlemelere uyumlu bir atık yönetimi planının oluşturulması ve uygulanması, projenin toplumsal kabulünü ve sürdürülebilirliğini artırmaya yönelik önemli adımlardır.
- Projeler, finansal kaynakları etkili bir şekilde tahsis ederek çevresel yönetim maliyetlerine uyum sağlamalı ve bu maliyetleri projenin başlangıcından itibaren dikkate alarak sürdürülebilir bir atık yönetimi stratejisi benimsemelidir.

Doğru bir değerlendirme ve planlama için yıkıntı atıklarının yönetim planlarının, maliyet tahminlerini içermesi oldukça önemlidir.

Yıkıntı atıkları yönetim planlarının ve tahminlerinin projenin bütçesini yönlendirmede nasıl yardımcı olduğuna dair bazı noktalar bulunmaktadır.

- Atık yönetim planları, projenin genelinde oluşacak atıkların türünü ve miktarını belirlemelidir. Bu, atıkların nasıl toplanacağını ve işleneceğini anlamak için temel bir adımdır.
- Planlar, atıkların projeden nasıl toplanacağını ve taşınacağını detaylandırmalıdır. Bu süreçlerin maliyetlerini içermek, atık yönetimi bütçesini oluştururken önemlidir.
- Atıkların geçici olarak depolanması ve ön işlemlerinin yapılması gerekiyorsa, bu aşamaların maliyetleri plana dahil edilmelidir.
- Eğer atıkların bir kısmı geri dönüştürülebilecekse, geri dönüşüm tesislerine taşınması, işlenmesi ve geri dönüşüm maliyetleri de plana eklenmelidir.
- Atık yönetimi ile ilgili çevresel ve yasal düzenlemelere uyum sağlamak için gerekli olan maliyetler de göz önüne alınmalıdır. Bu, projenin yasal gerekliliklere uygunluğunu güvence altına alır.
- Planlar, olası riskler ve acil durumlar için maliyet tahminleri içermelidir. Örneğin, beklenmedik durumlar için acil müdahale ve atık yönetimi maliyetleri hesaplanmalıdır.
- Atık yönetimi personeli, ekipman ve diğer işgücü maliyetleri, atık yönetim planlarında dikkate alınmalıdır. Atık yönetim maliyet tahminleri, projenin bütçesine dahil edilerek, gerekli finansmanın ve kaynakların nereden sağlanacağını belirlemede yardımcı olur.

Bu kaynaklar projenin başarılı bir şekilde yürütülmesi için kritiktir. Bu unsurların detaylı bir şekilde ele alınması, atık yönetimi süreçlerinin etkili bir şekilde planlanmasına ve bütçe oluşturulmasına katkı sağlar.

4.4.1. Fon Oluşturma ve Finansman

Yıkıntı atıklarının etkili bir şekilde yönetilmesi için finansman sağlama konusunda birkaç strateji bulunmaktadır.

- **Özel Fon Oluşturmak:** Şirketler veya endüstri birlikleri, atık yönetimi projelerini desteklemek amacıyla özel fonlar oluşturabilirler. Bu fonlar, atık geri dönüşümü, bertarafı ve diğer atık yönetimi uygulamalarını finanse etmek için kullanılabilir.
- **Proje bütçesi ve planlama:** Atık yönetimi projeleri için etkili bir finansman stratejisi, detaylı bir proje bütçesi ve planlamayı içerir. Atık toplama, geri dönüşüm tesisleri kurma, atıkları taşıma ve bertaraf etme gibi süreçlerin maliyetleri dikkate alınarak bütçe oluşturulmalıdır.
- **Hükümet ve finansal kurumlarla işbirliği:** Hükümet kurumları, çevresel sürdürülebilirlik projelerini desteklemek amacıyla çeşitli finansal teşvik ve destek programları sunabilir. Şirketler, bu programlardan yararlanarak atık yönetimi projelerine finansman sağlayabilirler. Ayrıca, özel sektör kuruluşları, sivil toplum kuruluşları ve finansal kurumlarla iş birliği yaparak ortaklık kurabilir ve projelerini desteklemek için finansman kaynaklarına erişebilirler.
- **Çevre kredileri ve teşvikler:** Birçok ülkede çevre dostu projeleri teşvik etmek amacıyla çeşitli çevre kredileri ve teşvikler bulunmaktadır. Şirketler, atık yönetimi projeleri için bu tür finansal araçlardan yararlanabilirler.
- **İş ortakları ve sosyal sorumluluk projeleri:** Şirketler, atık yönetimi projelerine finansman sağlamak için iş ortaklarıyla bir araya gelebilir. Ayrıca, sosyal sorumluluk projeleri kapsamında atık yönetimi konularına odaklanarak toplulukların destek ve iş birliğini sağlayabilirler. Finansman stratejileri belirlenirken atık yönetimi projelerinin ölçeği, süresi ve çevresel etkileri dikkate alınmalıdır. Ayrıca, yerel yasal düzenlemeler ve çevresel politikalar da göz önünde bulundurularak uygun finansman kaynaklarına başvurulmalıdır.

Çevre dostu uygulamaların benimsenmesi ve verimliliği artırmak amacıyla teknolojik yeniliklere yatırım yapılması, uzun vadede maliyetleri azaltabilir ve projenin çevresel sürdürülebilirliğini güçlendirebilir.

4.4.2. Yasal ve Çevresel Uyum

- **Ulusal ve Uluslararası Yasal Düzenlemeler, Standartlar ve Politikalar:** Kentsel dönüşüm projelerinde, deprem veya diğer afetlerin neden olduğu yıkıntı atıklarının etkili bir şekilde yönetilmesi, genellikle yerel, ulusal ve uluslararası düzeydeki yasal düzenlemeler, standartlar ve politikalara dayanmaktadır. Bu düzenlemeler, projelerin çevresel etkilerini en aza indirmeyi ve sürdürülebilir atık yönetimini sağlamayı amaçlar. Kentsel dönüşüm projeleri için yasal düzenlemeler, atık yönetim planlarının oluşturulmasını zorunlu kılmaktadır.
- **Çevresel Etki Değerlendirmesi:** Kentsel dönüşüm projeleri, çevresel etki değerlendirme (ÇED) sürecinden geçmek zorundadır. ÇED sürecinin başarıyla tamamlanabilmesi ve projenin çevresel uygunluğunu sağlayabilmesi için finansal yatırımların yapılması gerekmektedir. ÇED raporları, projenin çevresel etkilerini ayrıntılı bir şekilde analiz eder ve bu etkilerin azaltılması veya telafi edilmesi için alınacak önlemleri içerir. Raporların hazırlanması, uzmanlar, çevre danışmanları ve diğer profesyonellerin katılımını gerektirebilir. Ayrıca, ÇED raporları, projenin toplumsal ve ekonomik etkilerini de değerlendirebilir. İlgili izinlerin alınması sürecinde, ÇED raporlarının ilgili otoriteler ve kuruluşlar tarafından incelenmesi ve onaylanması önemlidir. Bu aşama, projenin çevresel düzenlemelere uyumlu olduğunu belgeleyerek, çevresel lisans ve izinlerin alınmasını içerir. Bu süreçlerdeki her adım, belirli standartlara uyum ve yasal gereklilikleri karşılamak için maliyetli olabilir. Sonuç olarak, kentsel dönüşüm projelerinin ÇED sürecinden geçmesi, çevresel uygunluğun sağlanması ve izinlerin alınabilmesi için finansal yatırımları gerektiren bir zorunluluktur. Bu yatırımlar, projenin çevresel etkilerini yönetmek ve yasal düzenlemelere uyum sağlamak adına önemli rol oynamaktadır.
- **Atık Yönetimi Altyapısının Kurulması ve Güçlendirilmesi:** Kentsel dönüşüm projelerinde, atık yönetimi altyapısının kurulması veya güçlendirilmesi yasal düzenlemeler ve standartlar tarafından öngörülen önemli bir gerekliliktir. Bu süreç, atık toplama, ayrıştırma, geri dönüşüm tesisleri ve bertaraf tesislerini içermekte olup, bu tesislerin inşası ve işletilmesi önemli finansal kaynakları gerektirir.
 - Altyapının kurulumu ve işletilmesi aşamalarında karşılaşılan maliyetler arasında teknolojik yatırımlar, personel eğitimi ve işgücü maliyetleri, işletme ve bakım maliyetleri yer almaktadır.
 - Geri dönüşüm ve satış gelirleri, atık yönetimi maliyetlerini bir ölçüde dengeleyebilir.
 - Finansal destek ve teşvikler, hükümetler veya kuruluşlar tarafından sağlanan düşük faizli krediler, hibe programları ve vergi avantajları gibi unsurlar, projelerin finansmanını destekleyebilir.
- **Çevresel sigorta ve risk yönetimi maliyetleri:** Çevresel sorumlulukları ele almak için finansal güvence sağlar. Bu bağlamda, kentsel dönüşüm projeleri, atık yönetimi altyapısı için gerekli finansal kaynakları doğru bir şekilde belirleyerek, sürdürülebilir ve etkili atık yönetimini sağlama hedefine yönelik kapsamlı bir finansal planlama yapmalıdır.

Atık taşıma ve bertaraf maliyetleri, kentsel dönüşüm projelerinde atık yönetimi süreçlerinde önemli bir faktör olarak öne çıkmaktadır.

- **Atıkların Taşınması ve Bertarafı Maliyetleri:** Yasal düzenlemeler, atıkların güvenli taşınması ve bertaraf edilmesi için belirli standartları içerir. Bu standartlara uyum sağlamak, çeşitli teknik gereksinimleri ve çevresel güvenlik standartlarını karşılamayı gerektirir, bu da doğrudan maliyetleri etkiler.
 - Atık taşıma maliyetleri, atıkların kaynak noktalarından toplanıp taşınması, geçici depolanması ve son bertaraf noktalarına taşınmasını içerir.
 - Bu süreçlerde kullanılan taşıma araçlarının uygunluğu, güvenlik standartlarına uygunluğu ve çevre dostu teknik özelliklere sahip olmaları maliyetleri artırabilir.
 - Ayrıca, atıkların tehlikeli olup olmaması, taşınma mesafeleri ve atıkların özellikleri gibi faktörler de maliyetleri etkiler.
 - Bertaraf maliyetleri atıkların güvenli ve çevre dostu bir şekilde bertaraf edilmesini içerir. Bu, genellikle özel tesislerde gerçekleşen bir süreçtir.
 - Yasal düzenlemelere uyum sağlamak için atıkların ayrıştırılması, geri dönüşüm tesislerine yönlendirilmesi veya özel bertaraf tesislerine gönderilmesi gerekebilir. Bu aşamada kullanılan teknoloji, atıkların cinsi, bertaraf yöntemleri ve çevresel etkiler de maliyetleri belirleyen unsurlardır.
 - Proje bütçesinde atık taşıma ve bertaraf maliyetleri için özel bir ayrıntı bulunmalıdır.

Finansal planlama, projenin atık yönetim süreçlerini sürdürülebilir bir şekilde yerine getirmesini sağlamak için önemlidir.

- **Çevresel Denetim ve İzleme Süreçleri:** Kentsel dönüşüm projelerinde çevresel denetim ve izleme süreçleri, projelerin çevresel uyumluluğunu sağlamak ve olası çevresel etkilerini minimize etmek amacıyla önem taşımaktadır.
 - Yasal düzenlemeler genellikle bu süreçleri öngörür ve projelerin çevresel performanslarını değerlendirmeyi amaçlar. Bu süreçlerin etkili bir şekilde yürütülmesi ve sonuçlarının raporlanması için finansal kaynakların ayrılması gereklidir.
 - **Çevresel denetim**, projenin çeşitli aşamalarında çevresel uyumluluğun kontrol edilmesini ve olası risklerin belirlenmesini amaçlar. Bu denetimler, atık yönetimi, su ve hava kalitesi, gürültü kontrolü gibi çeşitli çevresel parametreleri değerlendirebilir.
 - **Çevresel izleme** süreçleri projenin çevresel performansını sürekli olarak gözlemlemeyi içerir. Bu süreçler, belirlenen çevresel göstergeleri izleyerek projenin etkilerini değerlendirir. Su, hava ve toprak kalitesi, biyoçeşitlilik ve enerji tüketimi gibi faktörler izlenir ve bu verilerin düzenli olarak raporlanması önemlidir. Finansal kaynaklar, çevresel denetim ve izleme süreçlerini desteklemek için kullanılır.
 - Çevresel denetim ve izleme sonuçlarının düzenli olarak raporlanması, uzman personel ve teknik altyapı gerektirir.
 - Proje yöneticileri ve sahipleri, çevresel denetim ve izleme süreçlerine uygun bir bütçe ayırarak, çevresel düzenlemelere uyum sağlamayı, proje sürdürülebilirliğini artırmayı ve toplumsal kabulü güçlendirmeyi hedeflemelidir.
 - Uzman çevre danışmanlarının istihdamı, çevresel izleme ekipmanlarının edinilmesi ve çevresel etkilerin değerlendirilmesi için gerekli laboratuvar analizleri gibi unsurlar maliyetlidir.

Bu, projenin çevresel etkilerini etkin bir şekilde yönetmek ve projenin uzun vadeli başarısını güvence altına almak için kritik bir öneme sahiptir.

Kentsel dönüşüm projelerinde çevresel ihlallerin önlenmesi ve yasal düzenlemelere uyum sağlanması, çeşitli ceza ve yaptırımları içeren önemli bir zorunluluktur.

- Projeler, atık yönetimi kurallarına uymama, çevresel etki değerlendirmesi süreçlerine riayet etmeme veya doğal kaynakların sürdürülemez şekilde kullanımı gibi çevresel ihlallerden kaynaklanan cezalara tabi olabilir.
- Bu çerçevede, çevresel düzenlemelere uyum sağlamak, atık yönetimi kurallarına riayet etmek ve çevresel ihlallerden kaynaklanan cezalardan kaçınmak amacıyla finansal yatırım yapmak büyük önem taşımaktadır.
- Çevresel denetim ve izleme süreçlerinin etkili bir şekilde yürütülmesi, çevresel uyumluluğun kontrol edilmesi ve çevresel performansın sürekli izlenmesi için finansal kaynakları gerektirir.
- Ayrıca, çevresel ihlallerin cezalarıyla başa çıkabilmek ve projeyi etkili bir şekilde yönetebilmek için maliyetlerin önceden tahmin edilmesi ve bu maliyetlere uygun bir bütçe ayrılması kritik öneme sahiptir.
- Projelerin, çevresel düzenlemelere uyum, çevresel sorumlulukları yerine getirme ve toplumsal kabulü güçlendirme açısından finansal planlamaya özel bir önem vermesi, uzun vadeli sürdürülebilirlikleri için hayati bir faktördür.

Atık yönetimi ile ilgili yasal düzenlemelere uyum, çeşitli avantajlara sahip olabilir.

- Yasal düzenlemelere uyum, atıkların çevresel etkilerini azaltmaya yönelik olarak belirlenen standartlara uygun bir şekilde ele alınmasını sağlar.
- Bu, doğal kaynakların korunmasına ve çevre kirliliğinin önlenmesine katkıda bulunur.
- Uyum, şirketin yasal sorumluluklarına tam olarak uygun hareket ettiğini gösterir. Bu durum, olası cezai yaptırımlardan kaçınmanın yanı sıra hukuki sorumlulukların yerine getirilmesi açısından güvence sağlar.

- Atık yönetimi konusundaki yasal düzenlemelere uyum, gelecekte olası cezai yaptırımları önleyerek şirketin finansal durumunu güçlendirebilir.
- Ayrıca, geri dönüşüm ve atık azaltma uygulamaları sayesinde maliyet tasarrufu sağlanabilir. Çevre dostu uygulamalara odaklanmak ve yasalara uyum sağlamak, şirketin toplumda ve endüstri içindeki itibarını artırabilir.
- Tüketiciler ve iş ortakları genellikle çevre sorumluluğuna duyarlı şirketleri tercih ederler.
- Yasalara uyum, toplumun ve diğer paydaşların beklentilerine daha iyi uyum sağlamayı kolaylaştırabilir.
- Şeffaf bir atık yönetimi politikası, paydaşlar arasındaki güveni artırabilir ve toplumsal katılımı teşvik edebilir.
- Bu nedenlerle, atık yönetimi ile ilgili yasal düzenlemelere uyum, işletmeler için sadece yasal zorunluluk değil, aynı zamanda sürdürülebilirlik, finansal güvenlik ve toplumsal sorumluluk açısından önemli bir strateji olabilir.

4.4.3. Geri Dönüşüm ve Geri Kazanım Stratejileri

Yıkıntı atıklarının yönetimi için geri dönüşüm ve atık azaltma yatırımları, kentsel dönüşüm projelerinde hayati bir rol oynar.

- Bu yatırımlar, atıkların etkili bir şekilde işlenmesini, geri dönüştürülmesini ve azaltılmasını sağlamak amacıyla gerçekleştirilir.
- İlk olarak, geri dönüşüm tesislerinin kurulması veya mevcut tesislerin güçlendirilmesi, atıkların malzeme gruplarına ayrıştırılması, temizlenmesi ve geri dönüştürülmesi süreçlerini içerir.
- Bu tesislerin maliyetleri, gerekli ekipmanların temini, altyapı inşası ve uzman personel istihdamını içerir.
- Atık azaltma yatırımları ise proje öncesinde veya atık üretiminin azaltılması için uygulanan stratejileri kapsar, bu stratejiler malzeme seçimi, tasarım değişiklikleri ve üretim süreçlerinin optimize edilmesini içerir.
- İşletme maliyetleri, geri dönüşüm tesislerinin sürekli olarak işletilmesi, enerji tüketimi, bakım ve personel maaşları gibi unsurları içerir.
- Ayrıca, sürdürülebilir atık yönetimi için yapılan yatırımlar, çevresel etkilerin en aza indirilmesine katkı sağlar.
- Bu yatırımların maliyetleri, teknoloji seçimine, projenin büyüklüğüne ve hedeflenen atık azaltma oranlarına bağlı olarak değişir.
- Finansal yükümlülükler, projenin başlangıcından itibaren uygun bütçe ayrılması gerektiğini vurgular, çünkü geri dönüşüm ve atık azaltma yatırımları, kentsel dönüşüm projelerinin çevresel uyumluluğunu, toplumsal kabulünü ve sürdürülebilirliğini güçlendirmek açısından kritik bir öneme sahiptir.

Atıkların geri dönüştürülmesi, çeşitli avantajlar sunarak çevresel etkileri azaltabilir, doğal kaynakları koruyabilir ve aynı zamanda maliyetleri düşürebilir.

Çevresel Faydalar;

- Atıkların geri dönüştürülmesi, doğal kaynakların korunmasına yardımcı olur.
- Yeni ürünler üretmek için gerekli olan hammaddelerin çıkarılması genellikle çevreye zarar verebilir. Geri dönüşüm, bu hammaddelerin tekrar kullanılmasını sağlayarak doğal kaynakların tükenmesini azaltır.
- Enerji Tasarrufu; bazı malzemelerin geri dönüşümü, yeni ürünler üretmek için gerekli enerji miktarını azaltabilir. Örneğin, alüminyum geri dönüşümü, alüminyum üretimi için gereken enerji miktarını büyük ölçüde azaltabilir.
- Atık Azaltma; geri dönüşüm, atıkların miktarını azaltarak çöp depolama alanlarına olan ihtiyacı düşürebilir. Bu, çevre için daha sürdürülebilir bir yaklaşımı temsil eder.

- **Ekonomik Faydalar;**

- Geri dönüşüm, malzeme maliyetlerini azaltabilir. Geri dönüştürülmüş malzemeler genellikle daha düşük maliyetlidir ve işletmeler için tasarruf sağlar.
- Sosyal Sorumluluk ve İtibar; geri dönüşüm stratejilerine odaklanan işletmeler, toplumsal sorumluluklarını yerine getirdiklerini gösterirler.
- Bu durum, tüketiciler ve iş ortakları arasında olumlu bir itibar oluşturabilir.

- **Yasal Uyum;**

- Atık yönetimi ve geri dönüşüm konularında yasal düzenlemelere uyum sağlamak, işletmelerin yasal sorumluluklarını yerine getirmelerini sağlar.
- Projelerin başlangıcında, atıkların türleri ve miktarları analiz edilmeli ve en uygun geri dönüşüm stratejileri belirlenmelidir.
- Bu stratejilere uygun maliyet analizleri yapılmalı ve projenin finansman planlamasında bu maliyetler göz önüne alınmalıdır.
- Ayrıca, geri dönüşüm tesislerinin kurulması, personel eğitimi ve geri dönüşüm süreçlerinin izlenmesi gibi faktörler de projenin başarıya ulaşmasında önemlidir.

4.4.4. Sigorta ve Risk Yönetimi

Kentsel dönüşüm projelerinde, deprem veya diğer doğal afetlere karşı olası riskleri etkili bir şekilde yönetmek, projenin sürdürülebilirliği açısından kritik bir öneme sahiptir.

- Risk yönetimi ve sigorta stratejileri, beklenmeyen durumlarla başa çıkmak, proje maliyetlerini karşılamak ve toplumsal zararları en aza indirmek için kullanılır.
- Projeler, başta deprem olmak üzere çeşitli doğal afetlere karşı riskleri belirlemek ve değerlendirmek için etkili bir risk yönetimi stratejisi benimsemelidir.
- Bu strateji, projenin konumuna ve yerel çevresel koşullara uygun olarak belirlenen risk faktörlerini içerir.
- Risk yönetimi süreci, riskleri tanımlama, analiz etme, değerlendirme ve bu risklere karşı stratejik planlamayı içerir.
- Özellikle deprem gibi doğal afetlerle ilgili risk yönetimi, yapısal güçlendirme, acil durum planları ve yerel yönetimlerle iş birliği gibi önlemleri içermelidir. Projeler, olası risklere karşı mali güvence sağlamak amacıyla uygun sigorta poliçelerini değerlendirmeli ve temin etmelidir.
- Bu sigorta poliçeleri genellikle deprem sigortası, mülkiyet sigortası ve inşaat sigortası gibi çeşitli kapsamları içerebilir.
 - Deprem sigortası, projenin depreme dayanıklılığını artırmak ve olası zararları finanse etmek için önemli bir araçtır.
 - Mülkiyet sigortası, projenin mülkiyetine ve inşaat sürecine yönelik geniş bir güvence sağlayabilir.
 - İnşaat sigortası ise projenin inşaat aşamasındayken oluşabilecek risklere karşı koruma sağlar.
- Projeler, beklenmedik durumlarla başa çıkabilmek ve finansal güvenceyi artırmak amacıyla risk fonları oluşturabilir.
 - Bu fonlar, önceden belirlenmiş risk senaryolarına karşı bir güvence sağlayarak projenin devamlılığını güçlendirebilir.
 - Risk fonları, olası maliyet artışları, inşaat gecikmeleri veya zararların finansmanında kullanılabilir. Bu stratejilerin etkin bir şekilde uygulanması, kentsel dönüşüm projelerinin karşılaşılabileceği belirsizlikleri azaltabilir ve proje sürekliliğini güvence altına alabilir.

- Özellikle deprem gibi doğal afetlere karşı alınan önlemler, projenin dayanıklılığını artırarak toplumsal güvenliği ve çevresel sürdürülebilirliği destekler. Afetlerin neden olduğu yıkıntılarla başa çıkmak için sigorta poliçeleri düzenlemek, işletmelerin ve bireylerin finansal güvenliğini sağlamak adına önemli bir adımdır.
 - Afet sigortası, doğal afetlerin (deprem, sel, yangın, kasırga gibi) neden olduğu zararları karşılamak amacıyla tasarlanmış bir sigorta türüdür.
 - Geleneksel sigorta poliçeleri genellikle doğal afetlere karşı koruma sağlamaz, bu nedenle özellikle afet riski taşıyan bölgelerde afet sigortası düzenlemek önemlidir.
- İlk adım, işletmenin veya bireyin bulunduğu coğrafi bölgede meydana gelebilecek doğal afet risklerinin belirlenmesidir. Deprem bölgeleri, sel eğilimli alanlar veya diğer afet risklerine karşı hassas bölgelerde yaşayan veya faaliyet gösteren kişiler için özel sigorta türleri düzenlenmelidir.
- Doğal afetlere karşı geniş kapsamlı sigorta poliçeleri bulunmaktadır. Deprem sigortası, sel sigortası, yangın sigortası gibi özel poliçeler, spesifik afet risklerine karşı koruma sağlar. Sigorta poliçelerinin maliyetleri, kapsamı, özelleştirilebilirlik seçenekleri ve prim ödeme planları göz önüne alınmalıdır. İşletmeler veya bireyler, kendi bütçelerine uygun ve özel ihtiyaçlarına cevap verebilecek bir sigorta planını seçmelidir. Sigorta poliçesinin limitleri ve genel şartları dikkatlice incelenmelidir. Özellikle afet durumlarında hangi tür zararların karşılanacağı, tazminat süreçleri ve diğer önemli detaylar belirtilmelidir.
- Sigorta poliçeleri sadece bir bileşeni oluşturur. Afet risklerine karşı daha geniş bir risk yönetimi planı geliştirmek de önemlidir. Bu, acil durum planları, afet öncesi ve sonrası önlemler, mal ve kaynak yönetimi gibi unsurları içerebilir. Afet sigortası, işletmelerin ve bireylerin afetlerin neden olduğu potansiyel yıkımlardan kaynaklanan maliyetleri minimize etmelerine yardımcı olabilir. Ancak, en uygun sigorta poliçesini seçmek için dikkatli bir araştırma ve analiz gereklidir.

4.4.5. İş birliği ve Ortaklık

Yıkıntı atıklarının etkili bir şekilde yönetilmesi için iş birliği ve koordinasyon maliyetleri, çeşitli bileşenler içerir ve önemli finansal kaynaklar gerektirebilir.

- İş birliği ve koordinasyonun sağlanması, farklı paydaşların (yerel yönetimler, kamu kurumları, özel sektör, sivil toplum örgütleri ve vatandaşlar) katılımını ve uyumunu gerektirir.
- Farklı paydaşlar arasında düzenli toplantılar, işbirliği toplantıları ve koordinasyon oturumları düzenlenmelidir.
- Bu toplantılar, stratejilerin belirlenmesi, faaliyetlerin planlanması ve ilerlemenin izlenmesi için gereklidir.
- Toplantıların organize edilmesi, katılımcıların ağırlanması ve sunumların hazırlanması gibi süreçler finansal kaynakları gerektirir.
- Yerel yönetim çalışanları, işçiler ve diğer paydaşlar, yıkıntı atıklarının etkili bir şekilde yönetilmesi konusunda eğitilmelidir. Bu eğitimler, atık yönetimi konusundaki bilgi ve becerileri artırmayı amaçlar.
- Eğitim materyallerinin hazırlanması, eğitmenlerin istihdam edilmesi ve eğitim programlarının düzenlenmesi maliyetlidir.
- Yıkıntı atıklarının yönetimiyle ilgili olarak halkın bilgilendirilmesi ve katılımı önemlidir. Bu, yerel topluluğun projeye katılımını artırır ve atık yönetimi süreçlerine duyarlılığı artırır.
- Broşürler, afişler, topluluk toplantıları ve bilgilendirme kampanyaları gibi iletişim araçları kullanılarak halkın bilgilendirilmesi ve katılımı sağlanabilir.
- İş birliği ve koordinasyonun sağlanması için idari yapının oluşturulması ve yönetilmesi gereklidir. Bu, proje yönetimi, raporlama, denetim ve izleme gibi faaliyetleri içerir.
- İş birliği ve koordinasyonun sağlanması için özel ekiplerin veya koordinatörlerin atanması da maliyetlidir.
- Projenin karmaşıklığına bağlı olarak, teknik danışmanlık ve destek alınması gerekebilir. Bu, atık yönetimi planlarının hazırlanması, altyapı projelerinin tasarımı, çevresel etki değerlendirmesi ve izleme süreçlerinin yönetilmesi gibi konularda uzmanların hizmetlerini içerir.
- İş birliği ve koordinasyon maliyetleri, yıkıntı atıklarının etkili bir şekilde yönetilmesi için önemlidir. Tüm paydaşların uyumlu bir şekilde çalışması ve iş birliği içinde olması, projenin başarılı olması ve atık yönetiminin sürdürülebilirliği açısından hayati öneme sahiptir. Bu nedenle, bu maliyetlerin karşılanması için uygun finansal kaynakların tahsis edilmesi ve etkin bir şekilde yönetilmesi önemlidir.

Kentsel dönüşüm projelerinde yıkıntı atıklarının etkili bir şekilde yönetilmesi için çeşitli paydaşlar arasında işbirliği ve koordinasyon önemlidir.

- Bu işbirliği, finansal kaynakların etkili bir şekilde kullanılmasını sağlamak ve projenin başarısını artırmak için kritik bir rol oynar.
- Hükümet Katılımı, hükümet, kentsel dönüşüm projelerine genellikle stratejik destek sağlar.
- Yıkıntı atıklarının etkili bir şekilde yönetilmesi için hükümet, çevresel düzenlemeler, finansal teşvikler ve politika oluşturma gibi araçları kullanabilir.
- Ayrıca, afet riski altındaki alanlarda kentsel dönüşüm projelerini desteklemek adına özel fonlar tahsis edebilir.
- Yerel Yönetim Katılımı, Belediyeler ve yerel yönetim birimleri, kentsel dönüşüm projelerinde önemli bir rol oynar.
- Atık yönetimi planlarını oluşturabilir, yerel düzenlemelere uygunluk sağlayabilir ve atık toplama, geri dönüşüm tesisleri kurma gibi altyapıyı geliştirebilirler.
- Özel Sektör Katılımı, inşaat şirketleri, atık yönetimi firmaları ve diğer özel sektör paydaşları, kentsel dönüşüm projelerinde işbirliği yaparak atık yönetimi süreçlerini optimize edebilirler.
- Geri dönüşüm tesisleri kurabilir, atık azaltma stratejileri geliştirebilir ve çevre dostu inşaat malzemelerinin kullanımını teşvik edebilirler.
- Sivil Toplum Kuruluşları Katılımı, çevre odaklı sivil toplum kuruluşları, kentsel dönüşüm projelerinde toplumun çıkarlarını temsil edebilir ve çevresel sürdürülebilirlik prensiplerini destekleyebilir.
- Ayrıca, toplumu bilinçlendirmek ve katılımı teşvik etmek adına önemli bir rol oynarlar.
- Finansal Kaynakların Etkili Kullanımı, iş birliği ve koordinasyon, finansal kaynakların etkili bir şekilde kullanılmasını sağlar.
- Proje paydaşları arasında güçlü bir iletişim ve koordinasyon, atık yönetimi süreçlerinin optimize edilmesini, maliyetlerin düşürülmesini ve kaynakların verimli kullanılmasını destekler.
- Sürdürülebilirlik ve Toplumsal Katılım, projede yer alan paydaşlar arasında yapılan işbirliği, projenin sürdürülebilirliğini artırabilir. Aynı zamanda, toplumun projeye katılımını teşvik eder ve çevresel duyarlılık oluşturur.
- Bu paydaşlar arasındaki işbirliği, kentsel dönüşüm projelerinde yıkıntı atıklarının etkili bir şekilde yönetilmesi için kapsamlı bir yaklaşım sunar ve projenin başarılı bir şekilde tamamlanmasına katkıda bulunabilir.

4.4.6. Finansman Kaynakları

Finansal olarak sürdürülebilir kaynakların sağlanması, afet risklerinin yönetilmesi ve azaltılması açısından oldukça kritiktir.

- Afet finansman mekanizmalarının gerek afet risk yönetim planları gerekse de ulusal ölçekte kalkınma planlarıyla uyumlu bir şekilde hazırlanması çok önemlidir.
- Finansal olarak sürdürülebilir kaynakların sağlanması ve kullanılması, afetlerle başa çıkma kapasitesini artırarak toplumların daha güvenli ve dirençli bir geleceğe hazırlanmasına katkı sağlar.
- Kentsel dönüşüm, deprem ve potansiyel diğer afetlerin neden olduğu yıkıntı atıklarının etkili bir şekilde yönetilmesi, finansal gerekliliklerin belirlenmesi ve uygulanması için bir yol haritasının oluşturulmasını gerektirir.
- Yol haritası, farklı finansman kaynaklarının nasıl çeşitlendirileceğini belirlemelidir. Devlet bütçesi, uluslararası yardımlar, özel sektör katkıları, sigorta mekanizmaları gibi çeşitli kaynaklar değerlendirilmelidir.

4.4.6.1. Devlet

Kentsel dönüşüm, deprem ve afet yönetimi süreçlerinde bankaların aktif bir rol üstlenmesi büyük bir önem taşır. Bu süreçlerde bankalar, proje finansmanı, kredi imkanları, düşük faizli krediler, acil durum fonları ve özellikle de afet sigortaları gibi finansal ürünler aracılığıyla destek sağlayabilir. Yıkıntı atıklarının etkili bir şekilde yönetilebilmesi ve altyapının güçlendirilmesi için gereken finansmanın belirlenmesi önemlidir. Bu noktada, bankaların projelere uygun finansman sağlamak için çeşitli finansal araçları kullanmaları ve devlet tarafından desteklenen özel fonları etkin bir şekilde yönetmeleri beklenir.

4.4.6.3. Proje Finansmanı

Kentsel dönüşüm projeleri genellikle büyük ölçekli ve maliyetli olabilir. Kentsel dönüşüm projelerinin başlangıcında veya geliştirme aşamasında, bankalar, özel sektör veya kamu sektörü tarafından başlatılan projelere kredi sağlayarak finansman ihtiyacını karşılayabilirler. Bu kredi, proje alanının temizlenmesinden, eski ve riskli binaların yıkılmasına, yerlerine güvenli ve modern konutların inşa edilmesine kadar bir dizi faaliyeti kapsayabilir. Örneğin, bir şehirde eski ve riskli binaların yıkılıp yerine güvenli ve modern konutların inşa edilmesi için başlatılan bir kentsel dönüşüm projesinde, bankalar projenin maliyetini karşılamak üzere kredi sağlayabilir. Bu, projenin başarılı bir şekilde gerçekleştirilmesini sağlayarak, hem kentsel alanın güvenli ve sürdürülebilir bir yapıya kavuşmasına katkıda bulunur hem de ekonomik büyümeyi teşvik eder.

4.4.6.3. Düşük Faizli Krediler

Banka kredileri, sermayeyi risk azaltma ve diğer yatırım türlerine yönlendirmek için en yaygın araçlardan biridir. Kamu veya özel finans kuruluşları (FI) tarafından oluşturularak şirketlere, hane halklarına veya diğer kurumlara sağlanabilmektedir. Kredi ve borçlar, öncelikli olarak bir afet olayına hazırlık aşamasında riski azaltan yatırımları finanse etmek için kullanılmakta olup, afet olayından sonra yeniden yapılanmayı finanse etmek için de kullanılabilirler. Bu finansal destek, belirli bir bölgede deprem riski bulunan ve güvenli konutlara geçiş yapmak isteyen bireyler için önemli bir avantaj sağlar. Özellikle deprem bölgesinde bulunan bir banka, düşük faizli kredi programları aracılığıyla bireylere depreme dayanıklı yapılar inşa etmeleri için finansal destek sunabilir. Bu sayede, finansal yükü azaltılarak daha fazla kişinin güvenli konutlara sahip olması teşvik edilir. Bankaların düşük faizli kredi imkanlarıyla sağladığı bu destek, kentsel dönüşüm süreçlerini hızlandırabilir ve afet riski taşıyan bölgelerde yaşayan insanların daha dirençli yapılarla yaşamalarına katkıda bulunabilir.

4.4.6.4. Mikro Krediler

Mikro kredi; bireylere, hanelere, KOBİ'lere ve topluluklara nispeten düşük miktartlı, sık geri ödemeli kredilerin sağlanmasını kapsamaktadır. Hane halkı ve işletmeler tasarruf eksikliği nedeniyle afet sonrasında ihtiyaçlarını karşılamak amacıyla borçlanmakta olup, ihtiyaç sahiplerine ve yoksullara mikro finans kurumları aracılığıyla düşük miktartlı kredi sağlanması son yıllarda oldukça yaygınlaşmıştır.

Bireyler ve işletmeler, kentsel dönüşüm kapsamında kendi binalarını güçlendirmek veya yeniden inşa etmek istediklerinde, bankalar önemli bir finansman kaynağı olabilir. Bankalar, bireylere veya şirketlere uygun mikro kredi imkanları sunarak, bu projelerin hayata geçirilmesine destek olabilirler. Bu krediler, bina güçlendirme çalışmalarını, yeniden inşayı veya genel kentsel dönüşüm projelerini finanse etmek için kullanılabilir.

4.4.6.5. Acil Durum Fonları

Bankalar, deprem veya afet durumlarına karşı hazırlıklı olmak amacıyla özel acil durum fonları oluşturabilirler. Bu fonlar, bankanın faaliyet gösterdiği bölgelerdeki müşterilere hızlı ve etkili bir şekilde finansal yardım sağlamak üzere planlanır. Özellikle deprem riski taşıyan bölgelerde faaliyet gösteren bir banka, müşterilerini korumak amacıyla özel bir acil durum fonu oluşturabilir. Bu fon, deprem veya afet durumlarında hızlıca devreye alınarak, etkilenen bireylere ve işletmelere acil finansal destek sunabilir. Bankaların bu tür acil durum fonları, toplulukların afetlere karşı dirençli hale gelmesine katkı sağlayarak, finansal olarak zor durumda kalan müşterilere destek olabilir. Bu destek, hızlı müdahale yeteneği, risk analizi ve planlama, iletişim ve bilgilendirme, toplumsal katılım ve eğitim, ayrıca inovasyon ve teknoloji kullanımı gibi çeşitli stratejileri içerir. Bu bütünlüklü yaklaşım, bankaların afet durumlarında müşterilere sağladıkları finansal desteklerin etkili olmasını ve toplumların afetlere karşı dirençli hale gelmesine katkıda bulunmasını sağlar.

4.4.6.1. Afet Sigortaları

Bankalar, kentsel dönüşüm ve afet yönetimi süreçlerinde riskleri azaltmak ve mülk sahiplerini korumak için çeşitli sigorta ürünleri sunabilirler. Afet sigortaları, özellikle deprem, sel veya diğer doğal afetlere karşı mülk sahiplerini finansal olarak koruma amacı taşır. Banka, kentsel dönüşüm projelerine veya bireylere yönelik olarak afet sigortası ürünleri sunarak, olası afet durumlarında meydana gelebilecek maddi kayıpları en aza indirmeye yardımcı olabilir. Bu sigorta ürünleri, bireylerin ve işletmelerin kentsel dönüşüm süreçlerinde güvende olmalarına ve afetlere karşı daha dirençli olmalarına katkı sağlar. Bankaların bu tür sigorta ürünleri aracılığıyla sunduğu finansal güvence, toplulukların afet sonrası toparlanma sürecini kolaylaştırabilir ve mülk sahiplerinin kayıplarını minimize etmelerine yardımcı olabilir.

4.4.7. Devlet Destekleri

Kentsel dönüşüm ve afet yönetimi süreçlerinde ortaya çıkacak finansman ihtiyacı oldukça yüksek olabilir. Bu ihtiyaç, proje büyüklüğüne, kullanılacak malzemelere, altyapı geliştirmeye ve geri dönüşüm tesislerine bağlı olarak değişebilir. Bankaların, kamu ve özel sektör iş birliği ile bu ihtiyaçları karşılamak üzere finansal çözümler geliştirmeleri önemlidir. Devlet de bankaları teşvik ederek, uygun koşullarda kredi sağlamalarını ve projelerin başarılı bir şekilde hayata geçirilmesini destekleyebilir. Ayrıca, kentsel dönüşüm ve afet yönetimi süreçlerini finanse etmek için teşvikler, hibe programları ve vergi avantajları gibi finansal araçları kullanabilir.

4.4.7.1. Teşvikler

Devletler, kentsel dönüşüm ve afet yönetimi projelerini teşvik etmek amacıyla çeşitli teşvikler sunabilirler. Bu teşvikler, genellikle özel sektör yatırımcılarını, yerel yönetimleri ve diğer paydaşları bu projelere çekmeyi hedefler. Vergi muafiyetleri, bu teşvik paketinin önemli bir bileşenidir. Örneğin, kentsel dönüşüm ve afet yönetimi projelerine yapılan yatırımların vergi avantajlarına sahip olması, yatırımcıların mali yüklerini azaltarak projelere katılımlarını teşvik eder. Ayrıca, arazi kullanım avantajları da bu teşvikler arasında yer alır. Devletler, bu tür projelerde kullanılacak araziler için özel izinler veya kolaylıklar sağlayabilir. Bu, projelerin hızlı bir şekilde hayata geçirilmesine ve etkili bir şekilde yönetilmesine olanak tanır. İzin kolaylıkları, kentsel dönüşüm ve afet yönetimi projelerinin bürokratik süreçlerden daha hızlı geçmesini sağlayan bir diğer teşvik unsurudur.

Hızlı izin süreçleri, projelerin planlama ve uygulama aşamalarını hızlandırarak olası gecikmeleri önler. Devletler ayrıca, bu tür projeleri desteklemek amacıyla finansal destek mekanizmaları da sağlayabilir. Bu destekler, düşük faizli krediler, hibe programları veya diğer finansal araçları içerebilir. Bu, özel sektörün ve diğer paydaşların projelere daha fazla katılımını sağlamak için finansal bir motivasyon oluşturabilir.

Tüm bu teşviklerin bir arada kullanılması, kentsel dönüşüm ve afet yönetimi projelerinin etkin bir şekilde uygulanmasını teşvik eder. Bu teşvikler, sadece projelere mali destek sağlamakla kalmaz, aynı zamanda sürdürülebilir kalkınma, risk azaltma ve toplumların afetlere karşı direncini artırma hedeflerini destekler.

4.4.7.2. Hibe Programları

Hibe programları, belirli kentsel dönüşüm veya afet yönetimi projelerine doğrudan finansal destek sağlamayı amaçlar. Bu programlar, genellikle devlet veya uluslararası kuruluşlar tarafından yönetilir ve özellikle riskli bölgelerdeki kritik projeleri desteklemek için kullanılır. Hibe programları, projenin maliyetinin bir kısmını veya tamamını karşılayabilir.

Hibe programları, altyapının, insanların ve geçim kaynaklarının afetlere karşı direncini artırmayı hedefleyen yatırımları desteklemek üzere bireysel düzeyden merkezi yönetime kadar her ölçekte kullanılabilir. Hızlı bir şekilde düzenlenen hibeler, afet müdahale faaliyetlerine ek olarak hazırlık faaliyetleri ve varlıkların yeniden yapılandırılmasını desteklemek için de etkili finansman araçları oluşturur. Hibe ve hane halklarına transferler, ulusal ve yerel düzeylerde afet riskini azaltma önlemlerini teşvik etmede önemli rol oynayan araçlar arasında yer alır. Tipik olarak, bu tür finansman, merkezi hükümetler, uluslararası kalkınma ortakları, çok taraflı ve ikili kalkınma bankaları ile ilgili fonlar ve sivil toplum kuruluşları tarafından sağlanmaktadır. Hibe türü finansman genellikle belirli amaçlar için tahsis edilen hibeler ve koşulsuz hibeler olarak iki ana kategoride sunulur, bu da genellikle merkezi hükümetler veya uluslararası kalkınma ortakları tarafından belirlenen hedeflere odaklanan bir destek mekanizması sağlar.

4.4.7.3. Vergi Avantajları

Vergi avantajları, kentsel dönüşüm ve yıkıntı atıklarının yönetilmesi amacıyla bireyler ve şirketlere yönelik uygulanan önemli finansal araçlardır. Bu avantajlar genellikle vergi indirimleri, vergi kredileri veya vergi muafiyetleri şeklinde ortaya çıkar ve yatırımcılara çeşitli mali avantajlar sunarak projeleri destekler. Vergi indirimleri yatırımcılara belirli bir miktarın üzerindeki harcamaları için vergi indirimi sağlar. Özellikle kentsel dönüşüm ve afet yönetimi projeleri kapsamında yapılan harcamalar, yatırımcıların vergi yüklerini azaltmalarına yardımcı olabilir. Bu sayede, projelere olan ilgi ve katılım artabilir. Vergi kredileri ise yatırımcılara doğrudan vergi indirimi sağlayan bir diğer finansal araçtır. Projeye yapılan yatırımların belirli bir yüzdesi, yatırımcının vergi borcundan düşülerek maliyeti azaltılır. Bu da yatırımcıları projelere çekmeyi teşvik eder. Ayrıca, vergi muafiyetleri de kentsel dönüşüm ve afet yönetimi projelerine yatırım yapanların vergi avantajlarından biridir. Belirli koşulları sağlayan binaların inşası için sağlanan bu muafiyetler, yatırımcılara vergi ödeme yükümlülüğünden kurtulma veya belirli bir süre için vergi ödememe imkanı tanır. Bu, projelerin finansmanını sağlamak ve yatırımcıları teşvik etmek adına önemli bir unsurdur. Sonuç olarak, vergi avantajları, kentsel dönüşüm ve afet yönetimi projelerine yapılacak yatırımları teşvik etmek ve bu alanda aktif katılımı artırmak için etkili bir finansal araç setini temsil eder.

4.4.7.4. Kredi Garantileri

Devletler veya uluslararası kuruluşlar, kentsel dönüşüm ve afet yönetimi projelerine finansman sağlamak amacıyla kredi garantileri sunabilirler. Bu, özel sektör yatırımcılarını veya finansal kurumları projeye yatırım yapmaya teşvik ederek, projelerin finansmanını kolaylaştırabilir. Kredi garantileri, riskleri azaltarak projelerin finanse edilmesine olanak tanır. Temel tasarım özellikleri arasında avans tutarı, kredinin süresi (tenoru), geri ödeme planı, kredinin finanse ettiği varlık (veya başka bir teminat) üzerinde finansal aracının talep edebileceği teminatlar ve borçlunun temerrüde düşmesi durumunda varlık ve krediye uygulanan faiz oranı bulunmaktadır.

Krediler uluslararası finans kuruluşları kredi limitleri ile desteklendiğinde, uluslararası finans kuruluşları nihai borçluya sunulan kredilerin piyasada bulunabilecek maliyetten daha uygun koşullarda fiyatlandırılmasını talep edebilir. Hükümetler, afet sonrası yükümlülüklerini finanse edebilmek amacıyla bütçelerindeki tüm kaynakları kullandıktan sonra borç arayışına başlarlar. Genellikle gelişmekte olan ülkelerde, fonlar Dünya Bankası ve diğer kredi kuruluşlarından alınan kredilerle finanse edilen projelere yönlendirilir. Ancak, bu krediler düşük maliyetli olmasına rağmen ilgili kredi tahsislerinin çeşitli onay süreçlerine tabi olması nedeniyle, fon tahsisinde gecikmeler ortaya çıkabilir.

4.4.7.5. Özel Sektör Ortaklıkları

Devlet, özel sektörle ortaklıklar kurarak kentsel dönüşüm ve afet yönetimi projelerini finanse edebilir. Özel sektör, projelerde finansman sağlar ve karşılığında belirli avantajlar elde edebilir. Bu ortaklıklar hem finansal kaynakların çeşitlendirilmesine hem de projelerin daha etkin bir şekilde yönetilmesine olanak tanır.

Afet finansmanı bağlamında, kamu-özel ortaklıkları, sigorta sistemleri, risk paylaşımı düzenlemeleri, acil durum fonları ve altyapı yatırımları gibi çeşitli biçimlerde bulunabilir. Örneğin, kamu sektörü, doğal afetlere maruz kalan hane halkı ve işletmelere özel sigortacılarla iş birliği yaparak uygun ve kapsamlı bir sigorta ürünü sunabilir veya özel bankalar ile iş birliği yaparak afet acil durum fonları oluşturabilir; bu şekilde afet acil durumlarında hızlı ve esnek finansman sağlama kapasitesine sahip olabilir. Kamu-özel ortaklıkları ayrıca afetlere dayanıklı altyapı geliştirme ve güçlendirme süreçlerini kolaylaştırabilir. Kamu, özel inşaat şirketleriyle iş birliği yaparak deprem, sel veya kasırga gibi doğal afetlere karşı daha dayanıklı altyapıların inşasını destekleyebilir. Bu iş birlikleri, kamu kesiminin çıkarlarını ve değerlerini koruyarak özel finansmana, teknik uzmanlığa ve yenilikçi çözümlere erişim olanağı sunar.

4.4.7.6. Sermaye Piyasaları

Hisse senetleri, tahviller ve diğer sermaye piyasası araçları, büyük ölçekli projelerin finansmanında kullanılabilir. Özellikle, belediyelerin sermaye piyasalarına erişimi, projelerin daha geniş bir finansman tabanından yararlanmasına olanak tanır. Bu, belediyelerin kentsel dönüşüm ve afet yönetimi projelerini daha etkili bir şekilde yürütmelerine yardımcı olabilir. Bu kapsamda, kentsel dönüşüm ve afet yönetimi süreçlerinde bankaların, sermaye piyasalarının ve belediyelerin etkili bir iş birliği içinde olmaları, finansmanın sürdürülebilirliğini sağlamak adına kritik öneme sahiptir. Bu, hem finansal kaynakların etkin bir şekilde yönetilmesini hem de toplumun afetlere karşı daha dirençli hale gelmesini destekleyebilir.

4.4.7.7. Hisse Senetleri

Şirketler, kentsel dönüşüm ve afet yönetimi projelerini finanse etmek amacıyla halka açılma yolunu tercih edebilirler. Bu süreçte, şirketin hisse senetleri, ortaklarına ait payları temsil eder ve sermaye artırımını için halka arz edilebilir. Bir şirket, büyük ölçekli bir kentsel dönüşüm projesini finanse etmek üzere halka arz yapabilir ve projenin mali ihtiyaçlarını karşılamak için yatırımcılardan sermaye toplayabilir. Bu, projeye yatırım yapmak isteyen bireylerin veya kurumsal yatırımcıların, şirketin hisse senetlerini satın alarak projenin finansmanına katkıda bulunmalarına olanak tanır. Halka açılma süreci, şirketin büyümesine, projelerin hayata geçirilmesine ve kentsel dönüşüm ile afet yönetimi süreçlerinin etkin bir şekilde finanse edilmesine yönelik bir finansman stratejisi olarak kullanılabilir.

4.4.7.8. Bono ve Tahviller

Tahviller ve bonolar, genellikle ulusal ve yerel yönetimler, diğer yarı kamusal kuruluşlar ve büyük şirketler tarafından ihraç edilerek yatırımları finanse etmek amacıyla piyasaya sürülmektedir. Bu finansal araçları satın alan kişi, belirli bir plana göre faizleri ve anaparayı vadesinde geri ödemeyi taahhüt eden ihraççıdan bu karşılığı alır. Daha likit olmaları ve genellikle hükümetler veya mali açıdan güçlü şirketler tarafından ihraç edilmeleri nedeniyle, diğer yatırım araçlarına göre daha düşük riskli olarak kabul edilen tahviller ve bonolar, kolaylıkla alınıp satılabilirler. Bu araçlar, genellikle büyük çaplı sermaye altyapılarını finanse etmek için kullanılırken, aynı zamanda kentsel dönüşüm projelerini desteklemek veya varlıkları daha az duyarlı bir şekilde yeniden yapılandırmak için de kullanılabilirler.

Şirketler veya devletler, kentsel dönüşüm projelerini finanse etmek amacıyla tahvil ihraç edebilirler. Bu finansal araç, uzun vadeli borçlanma seçeneği sunarak projenin finansmanını sağlar. Örneğin, bir belediye, kentsel dönüşüm projelerini desteklemek için çıkardığı tahvillerle kaynak sağlayabilir. Belirli bir faiz oranıyla geri ödeme taahhüdünde bulunarak, belediye bu tahviller aracılığıyla projenin mali ihtiyaçlarını karşılar.

4.4.7.9. Sukuklar

Sukuklar, genellikle büyük altyapı projelerini finanse etmek, şirketlerin sermaye ihtiyaçlarını karşılamak ve yatırımcılara İslami prensiplere uygun bir yatırım fırsatı sunmak amacıyla kullanılır. Bu finansal araç hem yatırımcılara hem de ihraççılara faizsiz ve İslami prensiplere uygun bir alternatif sunar. Sukuklar, bir varlığın mülkiyetini temsil eden sertifikalar şeklinde ihraç edilir. Bu varlık, genellikle bir proje, gayrimenkul veya belirli bir hizmet akdi olabilir. Sukuk sahipleri, yatırımlarının karşılığında belirli bir kâr veya proje getirisini elde ederler. Şirketler veya devletler, kentsel dönüşüm projelerini finanse etmek amacıyla sukuk ihraç edebilirler. Kentsel dönüşüm projeleri için sukuk ihracı, projenin sürdürülebilir finansmanını sağlamak adına etkili bir yöntem olabilir.

4.4.7.10. Sermaye Piyasası Fonları

Sermaye piyasası fonları, yatırımcıların bir araya gelerek bir portföy oluşturduğu fonlardır ve genellikle çeşitli varlık sınıflarına dağılmış bir yatırım stratejisi benimserler. Bu fonlar, kentsel dönüşüm veya afet yönetimi projelerine yatırım yapma potansiyeline sahiptir. Yatırımcılar, sermaye piyasası fonlarına katılarak, bu fonların oluşturduğu portföy aracılığıyla dolaylı olarak büyük ölçekli projelerin finansmanına destek olabilirler. Örneğin, bir sermaye piyasası fonu, kentsel dönüşüm projelerine yatırım yapmak üzere bir portföy oluşturabilir ve yatırımcılara bu projelere katılma imkânı sunabilir. Bu fonlar, yatırımcıların küçük miktarlarda sermaye ile büyük projelere yatırım yapmalarına olanak tanıyarak, kentsel dönüşüm ve afet yönetimi alanında çeşitli projelere destek olmalarını sağlar.

4.4.7.11. Real Estate Investment Trusts (REIT'ler)

Gayrimenkul Yatırım Ortaklıkları veya REIT'ler, genellikle gayrimenkul projelerine yatırım yapan ve hisse senetleri borsada işlem gören şirketlerdir. REIT'ler, kentsel dönüşüm ve afet yönetimi projelerine yatırım yaparak bu projelerin finansmanına katkı sağlayabilirler. Örneğin, bir REIT, deprem riski taşıyan bir bölgede kentsel dönüşüm projelerine yatırım yaparak hem kendi portföyünü çeşitlendirebilir hem de yatırımcılara bu projelere dolaylı yoldan katılma fırsatı sunabilir. Bu, REIT'in yatırım stratejilerini çeşitlendirerek riskini azaltmasına ve aynı zamanda topluluğun güvenli ve dirençli yapılarla donatılmasına katkıda bulunmasına olanak tanır. Yatırımcılar da REIT aracılığıyla, kentsel dönüşüm projelerine kolayca yatırım yaparak, gayrimenkul portföylerini genişletebilir ve potansiyel getirilerden faydalanabilirler.

4.4.8. Sonuç

Kentsel dönüşüm, deprem ve diğer afetlerle birlikte ortaya çıkan yıkıntı atıklarının etkili bir şekilde yönetilmesi, çevresel ve toplumsal açıdan büyük bir öneme sahiptir. Bu süreçte finansal planlama büyük bir rol oynamaktadır. Yıkıntı atıklarının toplanması, taşınması, geri dönüşümü, bertarafı ve rehabilitasyonu gibi aşamaları içeren bir finansal plan, yerel yönetim birimleri, devlet kurumları, özel sektör ve diğer paydaşlar arasında iş birliğini desteklemelidir. Devlet, kentsel dönüşüm ve afet yönetimi süreçlerini finanse etmek için teşvikler, hibe programları ve vergi avantajları gibi finansal araçları kullanabilir. Özellikle özel sektörün bu süreçlere katılımını teşvik etmek, finansmanı çeşitlendirmek açısından önemlidir. Bu önlemler, yıkıntı atıklarının yönetimi konusunda finansal sürdürülebilirliği sağlamak ve toplumun afetlere daha dayanıklı hale gelmesine yardımcı olmak için önemlidir.

Bu kapsamda, kentsel dönüşüm projelerinde deprem veya afet kaynaklı yıkıntı atıklarının etkili bir şekilde yönetilmesi için öncelikle projelerin afet sigortası ile güvence altına alınması gerekmektedir. Bu sigorta, deprem, sel gibi doğal afetlerin mülkleri ve projeleri etkilemesi durumunda yatırımcılara finansal koruma sağlar. Ayrıca, acil durum fonlarının oluşturulması da önemlidir; çünkü afet sonrasında hızlı müdahale ve temizlik için bu fonlar kullanılabilir. Kamu-özel iş birliği modelleri, finansal yükü paylaşarak projelerin sürdürülebilirliğini artırabilir ve özel sektör yatırımcılarını projelerde aktif rol almaya teşvik edebilir. Devlet teşvikleri ve hibeler, vergi avantajları, düşük faizli krediler gibi finansal desteklerle projelerin finansmanına katkıda bulunabilir. Son olarak, projelerin çevresel ve sürdürülebilirlik standartlarını karşılaması, uzun vadeli maliyetleri azaltabilir ve toplumsal kabulü artırabilir. Bu finansal stratejilerin uygulanması, kentsel dönüşüm projelerinin başarıyla tamamlanması ve afet sonrası iyileşmenin hızlandırılması için önemli bir temel oluşturabilir.

Sonuç olarak, kentsel dönüşüm projelerinde deprem veya diğer afetlere bağlı yıkıntı atıklarının etkili bir şekilde yönetilmesi, finansal stratejilerin yanı sıra iş birliği, sürdürülebilirlik ve toplumsal katılımı içeren kapsamlı bir yaklaşım gerektirir. Afet sigortası ve acil durum fonları, finansal güvence sağlamanın yanı sıra hızlı müdahale imkânı sunarak projelerin dayanıklılığını artırabilir. Kamu-özel iş birliği modelleri, kaynakların daha etkili kullanılmasını sağlayabilir ve projelerin başarılı bir şekilde hayata geçirilmesine yardımcı olabilir. Devlet teşvikleri ve hibeler, finansal kaynak sağlama konusunda önemli bir rol oynarken, çevresel ve sürdürülebilirlik standartları da projelerin uzun vadeli başarısını güvence altına alabilir. Tüm bu faktörler bir araya geldiğinde, kentsel dönüşüm projeleri, afet etkilerini en aza indirgeyerek, toplumları daha güvenli ve sürdürülebilir bir geleceğe taşıma potansiyeline sahip olabilirler.

5. Değerlendirmeler

5.1. Tespitler

Yıkıntı atıklarının yönetimi; sürdürülebilir kentleşme, kaynak verimliliği, döngüsel ekonomi konularının kesişim kümesinde bulunması nedeniyle gelişmiş ve gelişmekte olan ülkelerin kalkınma hedeflerinde gittikçe önem kazanan bir yer teşkil etmektedir.

Gerek yapı sektörünün karbon ayak izini azaltmak, gerek kaynak verimliliği sebebiyle yıkıntı atıklarının geri kazanım oranlarında artış hedefi olan tüm ülkelerde, yıkıntı atıkları içerisinde ağırlıkça %80'a yakın düzeyde olan inert atıkların geri dönüşümü hedef alınmıştır.

İnert atıkların büyük çoğunluğunu beton oluşturmaktadır. Günümüzde beton atıklarının geri dönüşümü AB ortalamasında %70'in üzerinde (bazı AB üyesi ülkelerde %90 düzeyinde), Japonya %80'in üzerindedir. Yüksek geri dönüşüm oranlarını yakalamış olan ülkelerin mevcut iyi uygulamaları incelendiğinde, yıkıntı atıklarının yönetiminde bertaraf bedellerinin yüksek tutulması gibi caydırıcı ekonomik araçların yanı sıra, yönetmelikler ve strateji belgeleri ile desteklenen kılavuzlar hazırladıkları, sistem içerisindeki aktörlerin yetki ve sorumluluklarının beşikten mezara yıkıntı atıklarının azaltılmak üzere tanımlandığı görülmektedir.

Türkiye'de yıkıntı atıkları miktarına ilişkin resmi veri henüz hazırlanma aşamasındadır. Yıkıntı atıklarının homojen olmaması, düzensiz oluşması, bir yapıdan diğerine yapım teknikleri ve malzeme kullanım tercihleri bakımından çok büyük değişiklik arz etmesi, bu atıkların miktarının belirlenmesini zorlaştırmaktadır. Yerel yönetimlerde tutulmuş veri kayıtları olsa dahi, bu veriler de atıkların hafriyat ile karışık yönetilmesi nedeniyle tam bir sonuç vermemektedir.

Türkiye'de mevcut durumda çoğunlukla geleneksel yıkım teknikleri kullanılmakta, yıkım öncesinde yapıdan kolaylıkla ayrılabilen plastik, ahşap ve metal malzemeler söküldükten sonra geri kazanılabilmektedir.

Yıkım işlerinin çoğunlukla hurda karşılığı yapılmasının yaygındır.

Yönetmelikler kapsamında desteklenmesi ve öncelik statüsü sağlanmasına rağmen, seçici yıkım teknikleri sahada pratik karşılığını yeterince bulmamıştır.

- Seçici yıkım uygulanmayan yıkım işlerinde, yıkım sonucunda oluşan karışık yıkıntı atıkları, olduğu bölgede nakliye ve bertaraf bedeli en ucuz olacak alternatiflere yönelmektedir. Bu da atıkların maden ocaklarında veya bertaraf tesislerinde dolgu malzemesi olarak kullanılması anlamına gelmektedir.
- Gelişmiş ülkelerdeki iyi uygulama örneklerine olduğu gibi, yıkıntı atıkları içerisindeki betonun geri dönüştürülmüş agrega üretiminde kullanılması teknik olarak mümkündür ancak bu uygulamaların ülke çapında yaygınlaşması için gerekli altyapının (hukuki çerçeve, yönetim organizasyonu ve teknik altyapı) entegre olarak işletilmesi gerekir.
- İnşaatin planlama ve tasarım aşamasında, inşaat aktörleri, daha modern bir inşaat yönteminin atık üretimini azaltacağı konusunda fikir birliğinde olmalıdır.
 - Bu aşamada uygun malzeme seçimi, atık üretimini azaltmaya yardımcı olmaktadır.
 - Yapının bileşenlerinin standartlaştırılmasını teşvik edecek modüler bir tasarımın uygulanması da önemlidir.
 - Tedarik aşamasında, yıkıntı atıklarının uygun bir şekilde yönetilmesine dair paydaşlar arasında farkındalık yaratılması aynı zamanda yıkıntı atıklarının yönetimi ile ilgili yeterli eğitimi sağlamada da önemlidir.
- Yıkım aşamasında, atık üretimini kontrol etmek açısından şantiye yönetimi, planlama, işçilerin eğitimi, standardizasyon ve denetleme aşamaları oldukça kritiktir.

5.2. Boşluk Analizi ve SWOT Analizi

Tablo 15'te yıkıntı atıkları içerisindeki bileşenlerin geri dönüşümü ve geri kazanımı alanları belirtilmiştir. Türkiye'nin bu alanlarda renkli olarak gösterilen aşamalarda aktiftir. Henüz aktifleştiremediği alanlar renksiz olarak gösterilmiştir.

Tablo 15 Türkiye'de Yıkıntı Atıkları Bileşenlerinin Yönetim Performansı

	Yeniden Kullanım	Geri Kazanım	Geri Dönüşüm	Bertaraf
Beton ve diğer inert mineral atıklar	Prefabrik beton ürünler ve elemanlar (duvarlar, zeminler, merdivenler, zeminler vb.) yeniden kullanılabilir.	Yeni beton üretiminde hammadde olarak işlenir.	Yeni beton yapmak yerine diğer geri kazanım uygulamaları için geri dönüştürülür.	Her zaman kaçınılmalıdır.
Metal	Çelik kesitli elemanlar yeniden kullanılabilir. Tüm portal çerçeve yapıları yeniden kullanım için geri kazanılabilir.	Yeni demir ürünleri üretmek için ergitilir.	Çelik için geri kazanım söz konusu değildir.	Asla yapılmamalıdır.
Ahşap	Boyutlu/hacimli keresteler, sunta, ahşap kapılar, pencereler ve döşeme tahtaları yeniden kullanılabilir.	Yeni ahşap malzeme üretimi için hammadde olarak geri dönüştürülür.	Bahçecilikte, çevre düzenlemesinde organik malç olarak kullanılmak üzere yongalanır. Kompost üretiminde ve / veya enerji geri kazanımında değerlendirilir.	Her zaman kaçınılmalıdır.
Cam	Cam bölmeler ve paneller yeniden kullanılabilir.	Yeni cam üretimi için hammadde olarak geri dönüştürülür.	Dolgu malzemesi olarak kullanılmak üzere ezilir. Beton ve arojel üretiminde hammadde olarak kullanılmak üzere öğütülüp uygun hale getirilir.	Asla düşünülmemelidir.
Plastik	Plastik borular ve kaplamalar yeniden kullanılabilir.	Plastik üretim hammaddesi olmak üzere geri dönüştürülür.	Enerji geri kazanımında kullanılır.	Asla düşünülmemelidir.
Yalıtım	Yapı elemanlarındaki yalıtım katmanı yeniden kullanılabilir.	Yeni yalıtım malzemeleri üretiminde kullanılmak üzere geri dönüştürülür.	Beton üretiminde katkı maddesi olarak kullanılmak üzere işlenir. Enerji geri kazanımında kullanılır.	Her zaman kaçınılmalıdır.

Yıkıntı atıkları geri dönüşümü yapılmadığı ve tüm atıkların bertaraf edildiği durumda; uzun vadede yapılacak yatırımlar geri dönüşüm çalışmalarına göre daha maliyetli olmaktadır ve çevresel maliyetleri de beraberinde getirmektedir. Yeterli atık potansiyeli olması, teknik ve teknolojik birikime sahip olması Türkiye'nin yıkıntı atıklarının geri dönüşüm sektöründe destekleyici politikalarla birlikte yakalayacağı fırsatları ortaya koymaktadır. Küresel gelişmeleri takip eden, fırsatları yakalayan, yıkıntı atıklarının geri dönüşümünü artıran Türkiye'nin önündeki fırsatlar, tehditler, güçlü ve zayıf yönleri aşağıdaki tabloda belirtilmiştir.

Tablo 16 Türkiye'de Yıkıntı Atıklarının Geri Dönüşümünün Önündeki Fırsatlar, Tehditler, Güçlü Yönler ve Zayıf Yönler

Güçlü Yanlar	Zayıf Yanlar
<ul style="list-style-type: none"> Yapı sektörünün finansal gücü. Yapı sektörünün uluslararası trendleri takip ediyor olması. Çimento ve hazır beton alanındaki çalışmalarda yetkin ve donanımlı iş gücünün bulunması. Geri dönüşüm sektörünün Türkiye'de oturmuş olması. İş makineleri, teknik altyapı ve ekipmana erişimin kolay olması. Kapsamlı ve güçlü bir mevzuat temelinin olması. 	<ul style="list-style-type: none"> Sektöre özgü verinin bulunmayışı. Yapıda kullanılmış malzemeler ve yıkım esnasında elde edilen malzemelere ilişkin, malzeme türü, kalitesi, niteliği ve niceliğine dair standart, kaliteli bilgi bulunmayışı. Geri dönüşüm/yeniden kullanıma yönelik pazarın gelişmemiş olması nedeniyle malzemelerin sürekli tedariği ve ihtiyaç duyduğunda bulunabilirliğinin düşük olması. Sistem aktörleri arasındaki koordinasyonun zayıf olması. Yıkıntı atıklarının dolgu malzemesi olarak kullanılmasını kolaylaştırıcı politikaların eksikliği. Yıkıntı atıkları geri dönüşümünün öncelikli politika olmaması.
Fırsatlar	Tehditler
<ul style="list-style-type: none"> Döngüsel ekonomi ve yeşil mutabakat kapsamında yıkıntı atıklarının geri dönüşümüne küresel ölçekte verilen destek. Döngüsellik, sürdürülebilirlik ve karbon ayak izi raporlarının özel şirketler için motive edici olması. Gelişen veri yönetim sistemleri ile birlikte, atık takibinin kolaylıkla yapılabilmesi. Yeniden kullanıma yönelik malzeme pasaportları (üretilen malzemenin menşei, kaynağı, prosesi, analiz sonuçları vb.) geliştirilebilmesi. Bina yapımında kullanılan malzemelerin karbon ayak izi (gömülü karbon ve işletme karbonu) gibi değerler de hesaba katılarak karbon ayak izinin düşürülmesi mümkündür. Büyüyen geri dönüştürülmüş agrega pazarı. 	<ul style="list-style-type: none"> Ekonomide dışa bağlı satın alımlarda yaşanan döviz kuru baskısı. Geri dönüştürülmüş agrega ve tozun kullanımının henüz araştırma ve geliştirme aşamalarına açık olması. – Teknolojinin yeni olması. Yıkım müteahhitlerinin geleneksel uygulamaları değiştirmeye direnç göstermesi. Geri dönüştürülmüş agrega Türkiye'de pazarının bulunmaması, yenilikçi ürüne direnç alma ihtimali.

5.3. Gelişim Potansiyeli Olan Alanlar

Güçlü yönleri öne çıkartmak, zayıf yönleri bertaraf etmek, fırsatları yakalamak ve tehditlerden sakınmak için geliştirilen öneriler teknik, hukuki ve yönetim başlıklarında incelenmiştir.

5.3.1. Teknik Altyapı

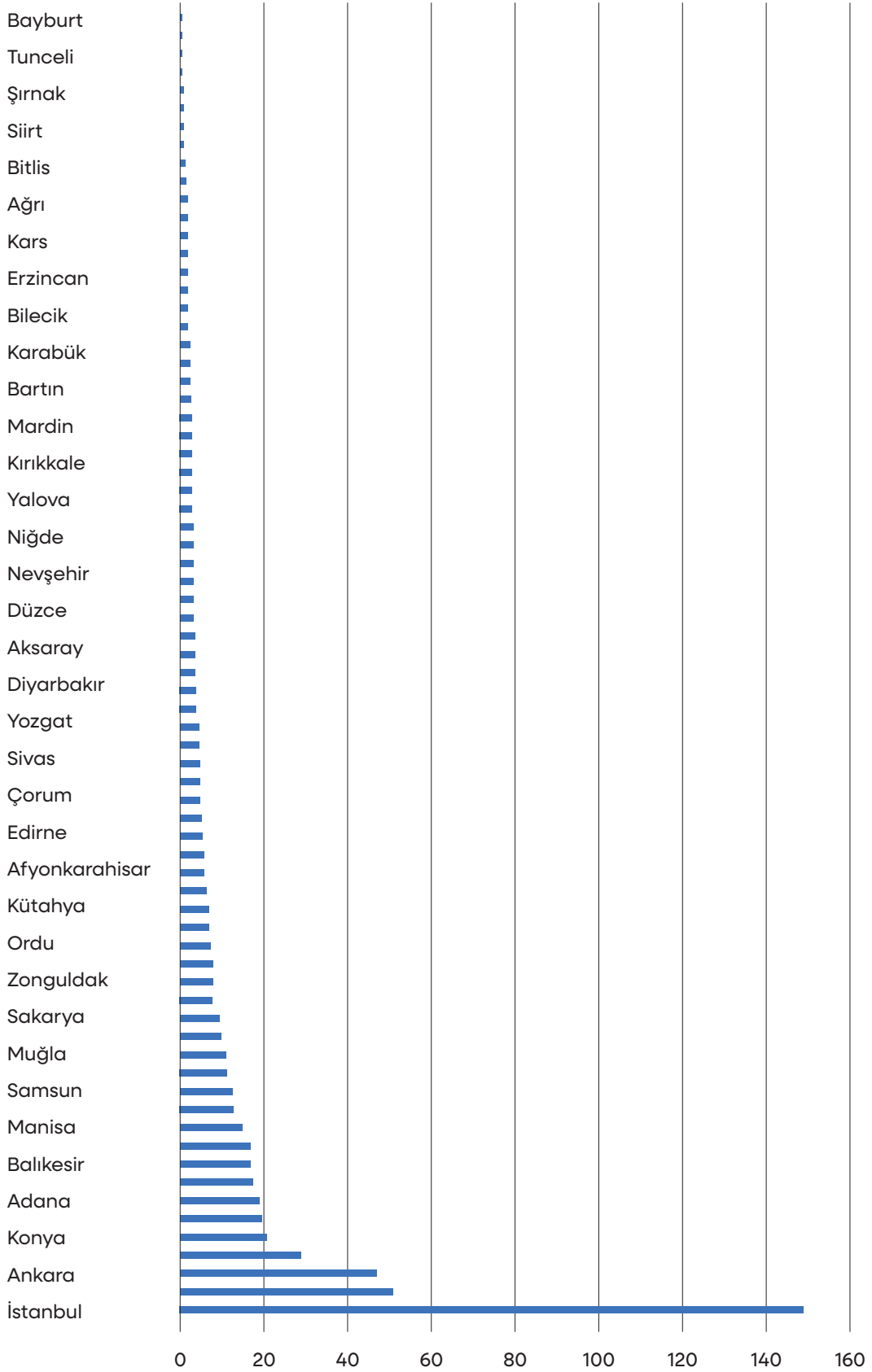
5.3.1.1. Mevcut Durum ve Hesaplanan Yıkıntı Atığı Potansiyeli

Kentsel Dönüşüm: Türkiye’de kentsel dönüşüm süreçlerinden etkilenen tüm şehirlerde yıkıntı atıklarının yönetiminde ekonomik geri kazanım çözümleri oluşturulmasına ihtiyaç bulunmaktadır. Ülkede 2023 yılında 300 milyon ton hafriyat ve yıkıntı atığı olduğu tahmin edilmiştir. İnşaat ve yıkıntı atığı verileri, hafriyat atığı verileri ile aynı kategoride paylaşıldığı için, yıkıntı atıklarına ilişkin net rakam bulunmamaktadır.

- Türkiye’de kentsel dönüşümde, riskli yapıların tamamının yıkılacağı varsayıldığında, toplam azami yıkıntı atık potansiyeli 1 milyar ton’dur olarak hesaplanmıştır. Ancak binaların tamamının yıkılmayacağı, bir bölümünün güçlendirme ile afete hazır hale getirileceği, bir bölümünün ise sosyal sebeplerden ötürü yıkımın başlatılmayacağı öngörülmektedir.
- Kentsel dönüşüm kaynaklı yıkıntı atığı miktarı hesabında iki tür düzeltme uygulanmıştır.
 - Birinci düzeltme, hesaplanan azami değer’in %66’sının gerçekte atık olarak oluşacağı varsayımı ile yapılan oransal düzeltmedir.
 - İkinci düzeltme ise, deprem bölgesinde hali hazırda yapı stoğunun büyük bölümü yıkıldığı için depremden etkilenen illerde tahmin edilen yıkıntı atığı miktarının, mevcut enkaz miktarından düşük olması durumunda, sıfır kabul edilmesi, yüksek olması durumunda ise aradaki farkın kentsel dönüşüm tahmini olarak yansıtılmasıdır. Bu yansıtma, azami tahmin değeri üzerinden değil, birinci düzeltmenin uygulandığı rakam üzerinden gerçekleştirilmiştir.
- Kentsel dönüşüm ile ortaya çıkacak atık potansiyelinin tam olarak açığa çıkmasının on yıllar alacağı unutulmamalıdır.
- ÇŞİDB çevre izin ve lisans veri tabanından 170101 kodlu beton atıklar için lisanslı tesisler verisi çekilerek, il bazındaki tesis sayıları ortaya koyulmuştur.

Sonuç olarak Türkiye genelinde ortalama 663 milyon ton’luk bir potansiyel olduğu hesaplanmıştır. Bu potansiyelin 149 milyon tonu İstanbul’da, 51 milyon ton İzmir’de, 47 milyon ton Ankara’da, 29 milyon tonu Bursa’da, 21 milyon ton’u Konya’da, 19 ton Antalya’da ve yine 19 milyon ton Adana’da bulunmaktadır.

Aşağıda Şekil 48'de sunulan grafikte kentsel dönüşüm kaynaklı atık potansiyelini iller bazında sıralamalı olarak gösterilmektedir.



Şekil 48 İller Bazında Kentsel Dönüşüm Kaynaklı Yıkıntı Atık Potansiyeli (milyon ton)

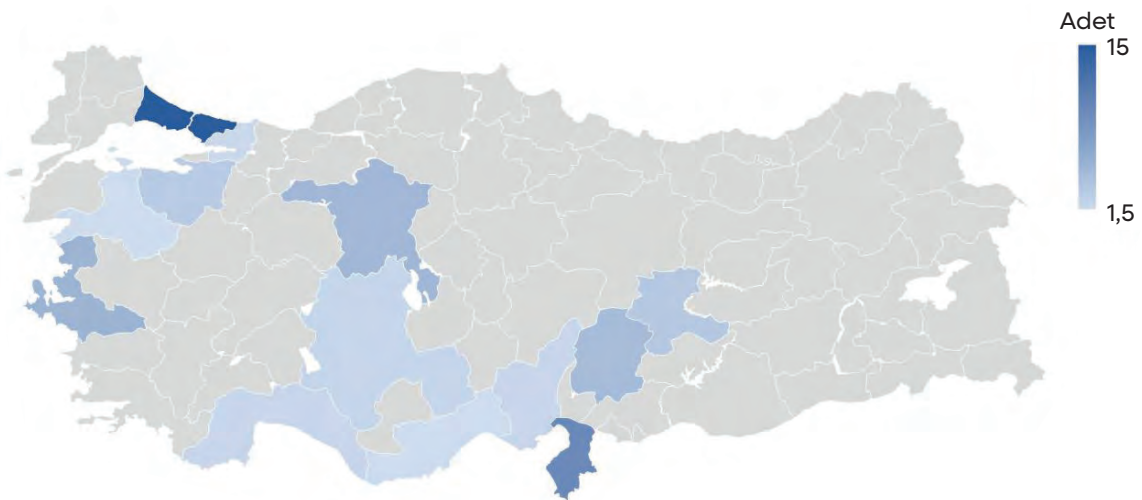
Ülkemizde mevcut durumda bu potansiyele ek olarak deprem bölgesinde mevcut enkaz atıkları stoğu bulunmaktadır.

Kahramanmaraş Depremleri sonrası oluşan yıkıntı: Türkiye’de yıkıntı atıklarının geri dönüşümü konusu, özellikle 6 Şubat Kahramanmaraş Depremleri sonrasında acil gündemde yerini almıştır.

- UNDP’nin açıkladığı rakamlara göre depremden en çok etkilenen 11 ilde yaklaşık 200 milyon ton yıkıntı atığı oluşmuştur. Bu miktarın yaklaşık %85’i Hatay, Kahramanmaraş ve Malatya’da bulunmaktadır. Bu atık miktarı Türkiye’nin tamamında birkaç senede oluşan yıkıntı atığından bile fazladır.
- Bugüne kadar bu atık miktarının yaklaşık %10’u, deprem bölgelerinde kurulmuş olan geçici depolama (ayırıştırma) alanlarına götürülmüştür. Ekonomik değeri olan malzemeler (özellikle metaller) enkaz içerisinde iş makineleri ile ayıklanmaktadır.
- Deprem bölgelerinde bu atıkların yönetimine ilişkin gayretler sürmektedir.
- Tek bir noktada birikmiş bu büyüklükteki atık miktarı, mevcut en iyi tekniklerle birleştiğinde, bölgede kurulacak yıkıntı atığı geri kazanım tesislerinin uygulanabilir olacağı düşünülmektedir. Diğer bir deyişle, geri dönüşüm tesisi kurulması halinde, uzun yıllar tesise beslenecek girdi malzeme bulunmaktadır.
- Bu bilgiler ışığında, hesaplanan kentsel dönüşüm potansiyelinin üzerine, illerdeki deprem enkazı stoğu eklenmiş ve hesaplanan toplam potansiyelin 10 yıl gibi bir sürede eritileceği varsayımı ile, bir geri dönüşüm tesisi kurulması durumunda her sene tesise beslenmesi muhtemel atık miktarı tahmin edilmeye çalışılmıştır.
- Sunulan atık miktar tahminleri, mevcut geçici depolama alanlarının durumu ve bölgeden güncel bilgiler ışığında bölgenin sosyoekonomik şartları da düşünülerek, her ilde gerekli olabilecek geri kazanım tesisi potansiyeli ortaya koyulmuştur.
- Kahramanmaraş Depremi sonrasında geliştirilen literatür bilgisinde atıkların %59’unun geri kazanılabilir olduğu belirtilmiştir. Güvenli alanda kalarak %55 oranında bir geri kazanım potansiyelinin, yarısının beton atığı olduğu varsayımı ile, iller bazında geri kazanılma potansiyeli olan beton atıkları miktarı belirlenmiştir.
- Geri kazanılabilir atıkların ağırlıkça %2’sinin metal atıkları olduğu varsayımı, kentsel dönüşümde betonarme binalarda oluşan metal atıklarının yüzdesinden yola çıkılarak ve mütevazı bir tahminle oluşturulmuştur.
- Ülkemizde Mersin ili’nde teşkil edilen kırma makinasının modeli baz alınarak günde 3000 ton işleme kapasitesi olacağı varsayımı ile, her ilde geri kazanılabilecek beton oranını işlemek için gerekli olan iş günü hesaplanmıştır.

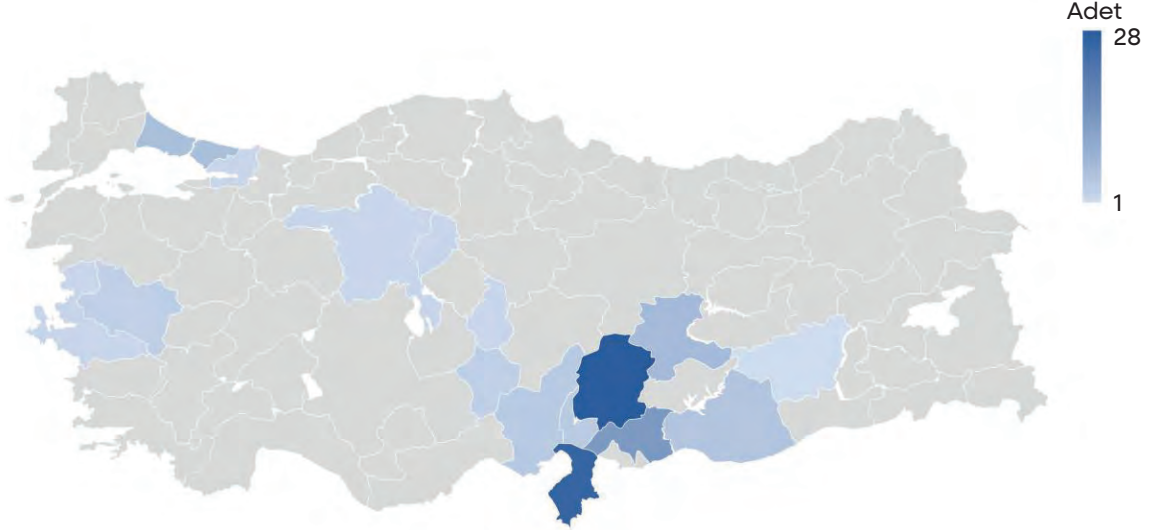
5.3.1.2. İller Bazında Belirlenen Yatırım İhtiyacı

Kentsel dönüşümde oluşması muhtemel yıkıntı atıkları ve deprem kaynaklı yıkıntı atıklarının yönetiminde, iller bazında ihtiyaç olan beton kırma tesis yatırım adedi yaklaşık olarak tahmin edilmiştir.

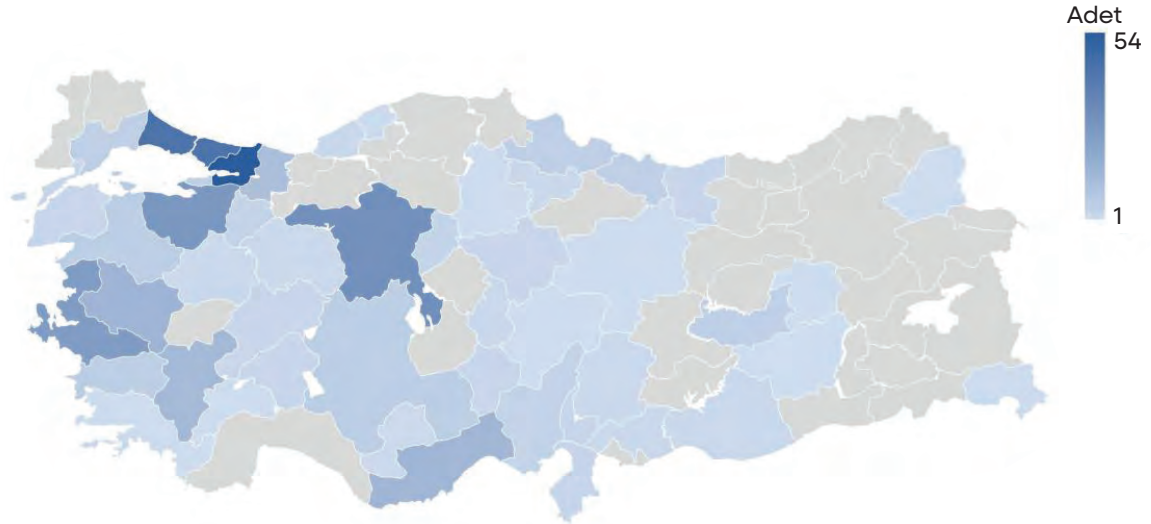


Şekil 49 İller Bazında Kentsel Dönüşüm ve Afetlerden Kaynaklanan Yıkıntı Atıklarının Bir Yılda Besleyebileceği Agregat Tesisleri (3000 ton /gün kapasiteli) Sayısı

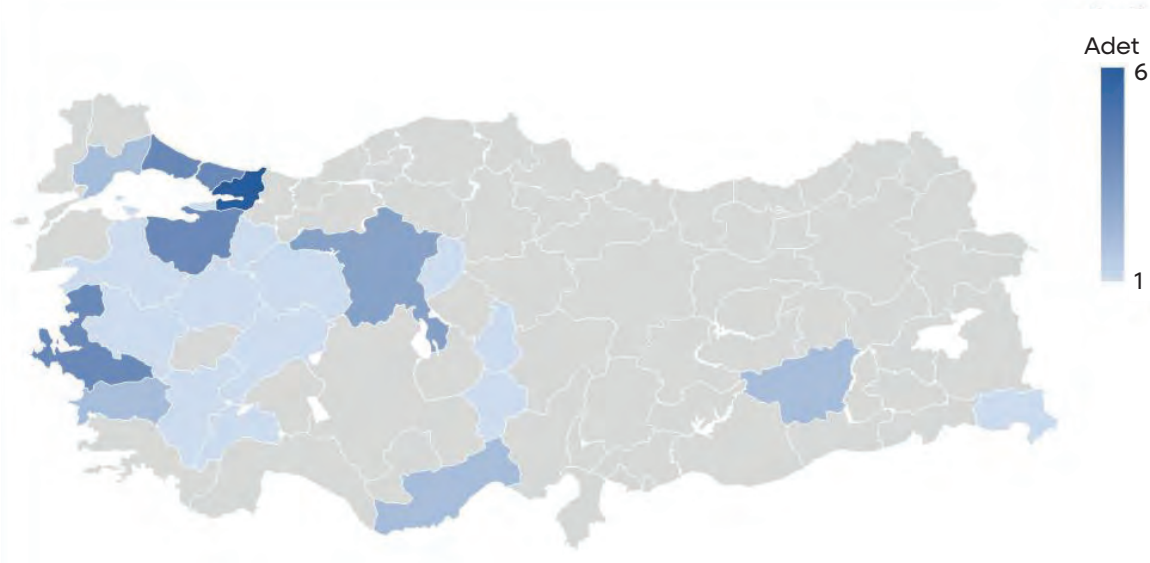
Bu çalışmaya yanı sıra, iller bazında lisanslı geri kazanım ve bertaraf tesisleri dağılımı incelenmiştir. Bu veri setinde lisanslı tesislerin kapasitelerine ilişkin bir veri bulunmamaktadır ancak ülke çapında alansal dağılım bakımından bir fikir vermektedir. Elde edilen veriler yaklaşık tahminler üzerinde nicel bir değerlendirme yapmaya imkân sağlamaktadır. Yıkıntı kaynaklı beton atıkları için Şekil 50'de lisanslı ara depolama tesislerinin, Şekil 51'de lisanslı ön işleme tesislerinin, Şekil 52'de lisanslı geri dönüşüm/geri kazanım tesislerinin, Şekil 53'de lisanslı bertaraf tesislerinin illere göre dağılımı gösterilmiştir.



Şekil 50 İllerde Bulunan Lisanslı Geçici Depolama/Ara Depolama Tesisleri Sayısı



Şekil 51 İllerde Bulunan Lisanslı Ön İşleme Tesisleri Sayısı



Şekil 52 İllerde Bulunan Lisanslı Geri Dönüşüm/Geri Kazanım Tesisleri Sayısı



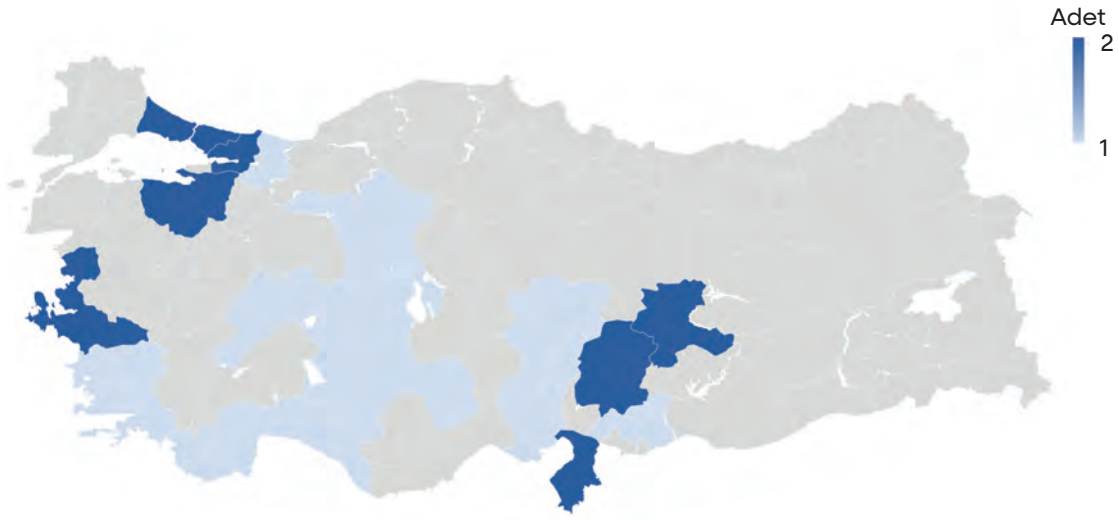
Şekil 53 İllerde Bulunan Lisanslı Bertaraf Tesisleri Sayısı

Bu çalışmaya yanı sıra, iller bazında lisanslı geri kazanım ve bertaraf tesisleri dağılımı incelenmiştir. Bu veri setinde lisanslı tesislerin kapasitelerine ilişkin bir veri bulunmamaktadır ancak ülke çapında alansal dağılım bakımından bir fikir vermektedir. Elde edilen veriler yaklaşık tahminler üzerinde nicel bir değerlendirme yapmaya imkân sağlamaktadır. Yıkıntı kaynaklı beton atıkları için Şekil 50'de lisanslı ara depolama tesislerinin, Şekil 51'de lisanslı ön işleme tesislerinin, Şekil 52'de lisanslı geri dönüşüm/geri kazanım tesislerinin, Şekil 53'de lisanslı bertaraf tesislerinin illere göre dağılımı gösterilmiştir.

Tablo 17 İl Bazlı Yıkıntı Atığı Geri Dönüşüm Tesisi Karar Matrisi

	Deprem Stoğu (1)	Yıllık Ortalama YA miktarı (milyon ton) (2)	Geçici Depolama Ton atık/gün (3)	Ön İşlem Tesisi Ton atık/gün (4)	Geri Dönüşüm/ Kazanım Tesisi Ton atık/gün (5)	Deprem Riski (5)	Diğer İllerle Otoyol/Ana Yol Bağlantısı (7)	Geri Dönüşüm Yatırımı	Gerekeşi
İstanbul	Yok	>10	Var	Var	Var	Var	Var	Evet	2;6;7
Hatay	Var	<10	Var	Var	Yok	Var	Var	Evet	2;5;7
İzmir	Yok	>5	Var	Var	Var	Var	Var	Evet	2;6;7;
Ankara	Yok	<5	Var	Var	Var	Az	Var	Olabilir	2;6;7
Kahramanmaraş	Var	<5	Var	Var	Yok	Var	Var	Evet	2;5;7
Malatya	Var	<5	Var	Yok	Yok	Var	Var	Evet	2;5;7
Bursa	Yok	<3	Yok	Var	Var	Var	Var	Evet	6;7
Konya	Yok	<3	Yok	Var	Yok	Az	Var	Olabilir	2;5;7
Adana	Var	<3	Var	Var	Yok	Var	Var	Olabilir	2;5;7
Antalya	Yok	<3	Yok	Yok	Yok	Var	Var	Olabilir	2;3;4;5;6
Kocaeli	Yok	<3	Var	Var	Var	Var	Var	Evet	6;7
Balikesir	Yok	<2	Yok	Var	Var	Var	Yok	Hayır	2;4;5;6;7
Mersin	Yok	<2	Yok	Var	Var	Az	Var	Olabilir	6;7
Manisa	Yok	<2	Var	Var	Var	Var	Var	Hayır	2;4;5;6;7
Aydın	Yok	<2	Yok	Var	Var	Var	Var	Olabilir	2;4;5;6;7
Gaziantep	Var	<2	Var	Var	Yok	Az	Var	Olabilir	2;5;7
Samsun	Yok	<2	Yok	Var	Yok	Var	Yok	Hayır	2;6;7
Denizli	Yok	<2	Yok	Var	Var	Var	Yok	Hayır	2;4;5;6;7
Muğla	Yok	<2	Yok	Var	Yok	Var	Var	Olabilir	2;6;7
Kayseri	Yok	<1	Yok	Var	Yok	Az	Var	Olabilir	2;4;7
Sakarya	Yok	<1	Yok	Var	Yok	Var	Var	Olabilir	2;7
Tekirdağ	Yok	<1	Yok	Var	Var	Var	Var	Hayır	2;4;5;6;7
Zonguldak	Yok	<1	Yok	Var	Yok	Var	Yok	Hayır	2;7
Diyarbakır	Var	<1	Var	Var	Var	Var	Yok	Hayır	2;3;4;5;6;7
Trabzon	Yok	<1	Yok	Yok	Yok	Az	Yok	Hayır	2;6;7
Ordu	Yok	<1	Yok	Var	Yok	Var	Yok	Hayır	2;7
Çanakkale	Yok	<1	Yok	Var	Yok	Var	Var	Hayır	2;7
Osmaniye	Var	<1	Var	Var	Yok	Var	Var	Hayır	2;3;4
Kütahya	Yok	<1	Yok	Var	Var	Var	Yok	Hayır	2;4;5;6;7
Tokat	Yok	<1	Yok	Yok	Yok	Var	Var	Hayır	2;7
Afyonkarahisar	Yok	<1	Yok	Var	Var	Var	Var	Olabilir	6;7
Erzurum	Yok	<1	Yok	Yok	Yok	Var	Var	Hayır	2;7
Şanlıurfa	Var	<1	Var	Var	Yok	Az	Var	Hayır	2;3;4;6;7
Edirne	Yok	<0.5	Yok	Yok	Yok	Var	Var	Hayır	2;7
Isparta	Yok	<0.5	Yok	Var	Yok	Var	Yok	Hayır	2;7
Çorum	Yok	<0.5	Yok	Var	Yok	Var	Var	Hayır	2;7
Giresun	Yok	<0.5	Yok	Var	Yok	Var	Yok	Hayır	2;7
Sivas	Yok	<0.5	Yok	Var	Yok	Az	Var	Hayır	2;7
Kastamonu	Yok	<0.5	Yok	Yok	Yok	Az	Yok	Hayır	2;7
Yozgat	Yok	<0.5	Yok	Var	Yok	Az	Var	Hayır	2;7
Uşak	Yok	<0.5	Yok	Yok	Yok	Var	Var	Hayır	2;7
Elazığ	Var	<0.5	Yok	Var	Yok	Var	Var	Hayır	2;4;7
Rize	Yok	<0.5	Yok	Yok	Yok	Az	Yok	Hayır	2;7
Aksaray	Yok	<0.5	Yok	Yok	Yok	Az	Var	Hayır	2;7
Kırklareli	Yok	<0.5	Yok	Yok	Yok	Az	Var	Hayır	2;7
Düzce	Yok	<0.5	Yok	Var	Var	Var	Var	Hayır	1;7
Amasya	Yok	<0.5	Yok	Var	Yok	Var	Var	Hayır	2;7
Nevşehir	Yok	<0.5	Var	Var	Var	Az	Yok	Hayır	2;6;7
Van	Yok	<0.5	Yok	Yok	Yok	Var	Var	Hayır	2;7
Niğde	Yok	<0.5	Var	Var	Var	Az	Var	Hayır	2;3;4;5;6; 7
Burdur	Yok	<0.5	Yok	Var	Var	Az	Yok	Hayır	2;6;7
Yalova	Yok	<0.5	Yok	Var	Var	Var	Var	Hayır	2;4;5;6;7
Bolu	Yok	<0.5	Yok	Var	Yok	Var	Var	Hayır	2;7
Kırıkkale	Yok	<0.5	Var	Var	Var	Var	Var	Hayır	2;3;4;5;6;7
Mardin	Yok	<0.5	Yok	Yok	Yok	Var	Var	Hayır	2;7
Karaman	Yok	<0.5	Yok	Var	Yok	Az	Yok	Hayır	2;7
Bartın	Yok	<0.5	Yok	Var	Yok	Var	Yok	Hayır	2;7
Kırşehir	Yok	<0.5	Yok	Yok	Yok	Var	Var	Hayır	2;7
Karabük	Yok	<0.5	Yok	Yok	Yok	Var	Yok	Hayır	2;7
Sinop	Yok	<0.5	Yok	Yok	Yok	Az	Yok	Hayır	2;7
Bilecik	Yok	<0.5	Yok	Var	Var	Var	Yok	Hayır	2;4;5;6
Çankırı	Yok	<0.5	Yok	Yok	Yok	Var	Var	Hayır	2;7
Erzincan	Yok	<0.5	Yok	Yok	Yok	Var	Var	Hayır	2;7
Muş	Yok	<0.5	Yok	Yok	Yok	Var	Var	Hayır	2;7
Kars	Yok	<0.5	Yok	Var	Yok	Var	Yok	Hayır	2;7
Batman	Yok	<0.5	Yok	Yok	Yok	Var	Yok	Hayır	2;7
Ağrı	Yok	<0.5	Yok	Yok	Yok	Var	Var	Hayır	2;7
Artvin	Yok	<0.5	Yok	Yok	Yok	Az	Yok	Hayır	2;7
Bitlis	Yok	<0.5	Yok	Yok	Yok	Var	Var	Hayır	2;7
Gümüşhane	Yok	<0.5	Yok	Var	Yok	Az	Yok	Hayır	2;7
Siirt	Yok	<0.5	Yok	Yok	Yok	Var	Yok	Hayır	2;7
Bingöl	Yok	<0.1	Yok	Var	Yok	Var	Var	Hayır	1; 4
Şırnak	Yok	<0.1	Yok	Yok	Yok	Var	Var	Hayır	1; 7
Kilis	Var	<0.1	Var	Yok	Yok	Az	Yok	Hayır	2; 3; 7
İğdır	Yok	<0.1	Yok	Yok	Yok	Var	Var	Hayır	1; 7
Tunceli	Yok	<0.1	Yok	Yok	Yok	Var	Yok	Hayır	1; 7
Hakkari	Yok	<0.1	Yok	Var	Var	Var	Var	Hayır	1; 4
Bayburt	Yok	<0.1	Yok	Yok	Yok	Az	Yok	Hayır	2; 1; 7
Ardahan	Yok	<0.1	Yok	Yok	Yok	Var	Yok	Hayır	1; 7
Adıyaman	Var	<0.1	Yok	Yok	Yok	Var	Var	Hayır	1; 6; 7
Eskişehir	Yok	<0.1	Yok	Yok	Yok	Az	Var	Hayır	2; 1; 6

Karar matrisinde, yedi bağımsız kritere bağlı değerlendirilme yapılarak, bir ilde yıkıntı atığı geri dönüşüm tesisi kurulmasının gerekli olup olmadığı değerlendirilmiştir. Bu kriterler içerisinde ilk olarak tesisin uygunabilir olma şartının ön koşulu olarak atık miktarı dikkate alınmıştır. Daha sonra, ilde eritilmesi gereken bir deprem atığı stoğu bulunup bulunmadığı, deprem kaynaklı yıkıntı atığı mevcut ise, ilde bulunan lisanslı tesis olup olmadığı değerlendirilmiştir. İl bazında deprem riskleri, lisanslı tesis mevcudiyeti ve bir senede tesise taşınabilecek yıkıntı atığı potansiyeli verileri ile çalışılmıştır. Karar verme matrisinde, otoyol veya anayol bağlantısı olma şartı da bir kriter olarak yerleştirilmiştir. Bu kriter, herhangi bir afet anında, kendine yetebilme ve/veya bağlantılı olduğu illerden atık alabilme ve/veya bağlantıda olduğu illere atık gönderebilme imkanını tartmak için kullanılmıştır. Karar matrisi il bazında tesis dağılım haritalarından sonra sunulmuştur. Ortalama bir GDA tesisinin yılda 1 milyon ton yıkıntı atığını işlediği varsayılarak, 1 milyon ton atık besleme değerinin altında kalan tüm illerde, yıkıntı atıklarının mevcut imkanlar çerçevesinde değerlendirilmesi, ihtiyaç durumunda en yakın geri dönüşüm tesisinden faydalanabileceği ve/veya mobil üniteler ile ihtiyacını çözebileceği varsayılmıştır. Atık miktarı yüksek olan, her an deprem riskli ile karşı karşıya olan İstanbul ve İzmir gibi illerde ve bunların çevre illerinde yıkıntı atıkları geri dönüşüm altyapısının güçlendirilmesi çok acil gündeme alınması gereken bir konudur. Şekil 54'te koyu renk ile belirtilen illerde yıkıntı atığı geri dönüşüm tesis yatırımları yapılması önerilmektedir. Açık mavi renk ile belirtilen illerde mobil yatırımların olması, illerin kendi ihtiyaçlarını karşılaması ve ek kapasiteye ihtiyaç duyulduğunda bağlantıda olduğu illere destek olması için önerilmektedir.



Şekil 54 Yıkıntı Atığı Geri Dönüşüm Tesisi Kurulması Önerilen İller

5.3.2. Hukuki Süreçler ve Yönetişim

5.3.2.1. Mevzuat Altyapısı Yönünden Değerlendirmeler

- Kentsel dönüşüm, binaların yıkımı ve yıkıntı atıklarının yönetimine ilişkin mevzuat temeli, aynı bakanlık tarafından yayınlanmaları sebebiyle çok güçlüdür. Yönetmelikler birbiri ile uyumlu, öncül ve artçı mevzuatla birbirini tamamlayıcı niteliktedir.
- Türkiye’de güncel mevzuat inşaat ve yıkıntı atıklarının geri dönüşüm oranlarının artırılmasını destekleyici niteliktedir.
- Bina Yıkım Yönetmeliği’nin kapsamı ve seçici yıkım pratiklerini zorunlu kılması ve detaylı tarifler ile süreçleri açıklaması, hukuki çerçevenin tanımlanması açısından yeterlidir.
- Yıkım öncesinde bir denetim (audit) yapılmasına ilişkin mevzuat çıkartılması, bağımsız denetçilerin yıkım öncesi ve sonrasında bir değerlendirme/puanlama ile yıkımın atık performansını değerlendirmesi önerilmektedir.
- Yıkıntı atıklarının geri dönüşümünün artması için bertaraf ücretlerinin artırılması yönünde politikalar etkili olabilir ancak, bu politikaların mevzuat temelli desteklenmesi önemlidir. Bunun için öncelikle yıkıntı atıkları yönetmeliğinde ve atıkların düzenli depolanmasına ilişkin yönetmelikte değişiklikler yapılması gerekmektedir. Hafriyat atığı ve yıkıntı atığı birbirinden farklı terimler olmasına karşın, iki atık grubu da inşaat ve yıkıntı atıkları şemsiyesi ile aynı yönetmeliğe, aynı uygulamalara tabidir. Hafriyat atıkları, moloz ile karışık toplanmakta, hesapları kamyon bazında tutulmakta, hafriyatın yıkıntı atıklarından ayrı tutulduğu temiz veriye ulaşılamamaktadır. Yıkıntı atıklarının, hafriyattan ayrılarak, geri dönüşümü ve geri kazanımına ilişkin ayrı bir mevzuat çerçevesi düşünülmesinin faydalı olacağı düşünülmektedir.
- Atıkların düzenli depolanmasına ilişkin yönetmelikte yer alan, “hafriyat, inşaat ve yıkıntı atıklarının düzenli depolama sahalarında dolgu olarak kullanılması kapsam dışındadır” ibaresinin, bertarafı caydırıcı kılmak adına değiştirilmesi önerilmektedir. Hafriyat ve moloz, düzenli depolama tesislerinin stabilitesinde kullanılan değerli malzemelerdir. Bu nedenle mevzuatta, prosedürü kolaylaştırıcı bürokrasiyi azaltıcı ibareler mevcuttur. Öte yandan, yıkıntı atıklarının hafriyat ve molozla birlikte kolayca bertaraf tesislerinde yer buluyor olması, bu atıkların geri dönüşümünün gelişmesinin önünde engel oluşturmaktadır. Bu kapsamda, öncelikle yıkıntı atığı tanımının yeniden yapılması, hafriyat yönetimi ile yıkıntı atığı yönetim süreçlerinin kesin olarak ayrılması ve yıkıntı atıklarının bertaraf tesislerine kabulünün sadece düzenli depolama yönetmeliği çerçevesinde gerçekleştirilebilmesi önerilmektedir.
- Yıkıntı atıkları için atık sonu konseptinin mevzuatta yerini alması da yıkıntı atıklarının geri dönüşümü ve ikincil hammadde üretiminde kullanılmasının önünü açacaktır.

5.3.2.2. Yönetişim Yönünden Değerlendirmeler

- Yıkıntı atığı geri dönüşüm sistemlerini kurmak iki şekilde mümkündür. Bunlardan ilki karışık haldeki yıkıntı atıklarının (afet sonrası olduğu gibi veya geleneksel yıkımda olduğu gibi) büyük bir tesise beslenmesi ve karışık atık içerisindeki bileşenlerin türlerine göre ayrılarak, geri kazanımlarının sağlanmasıdır. İkincisi ise, yıkıntı atıklarının kaynağında türlerine göre ayrılması ve sonrasında atığın türüne göre geri dönüşüm tesislerine aktarılmasıdır. İkinci şık ilkinin göre ekonomik ve çevresel kazanımları daha yüksek olan bir seçenek olmakla birlikte, seçici yıkım yapılmasını gerektirdiği için, henüz bu pazar oluşmadığından Türkiye’de sosyal açıdan dirençle karşılaşması beklenmektedir.
- Türkiye’nin yıkıntı atıklarının geri dönüşümünde gelişmiş ülkeler seviyesini hedeflemesi için gerekli mevzuat oluşturulmuştur ancak, sahada uygulama ve izleme aşamalarında yaşanan pratik sorunlar, mevzuatın idealize ettiği çerçevenin hayatta karşılığını bulmasının önünde engel teşkil edebilmektedir.
- Bina Yıkım Yönetmeliğinde belirtilen seçici yıkımın sahaya uyumlaştırılması sürecinde, uygulayıcıların yetkinlikleri, bilgi birikimi, alışkanlıklar da etkili olarak mevzuatın gereğinin yapılmasını yer yer zorlaştırabilmektedir.
- Deprem vb. afet atıklarının yönetimi, afet yönetim planının bir bileşeni olmalıdır. Bir afet durumunda kırma öğütme tesislerinin, en yakın yoldan ihtiyaç sahibi illere ulaştırılmasını sağlayacak acil durum eylem planları oluşturulmalıdır. Bu amaca hizmet edecek mobil geri dönüşüm tesisleri yatırımları tamamlanmalıdır.

5.3.2.3. Uygulama Politikaları Yönünden Değerlendirmeler

- Geri dönüşüm oranlarını %70'lerin üzerine çıkartmayı başarmış olan tüm ülkelerde, mevzuatın ötesinde uygulamaya yönelik yönergeler oluşturulduğu görülmektedir. Kılavuzlar, uygulama ve değerlendirme araçları, standartlar, denetim ve izleme programları, eğitimler, ilgili konuda projeler geliştirilmesine yönelik hibe destekleri, teşvikler vd. bu yönergelerden sadece birkaçıdır.
- Türkiye'de güncel mevzuat inşaat ve yıkıntı atıklarının geri dönüşüm oranlarının artırılmasını destekleyici niteliktedir. Yıkıntı atıklarının geri dönüşümünün artırılması için mevzuatı destekleyici politika araçları (eylem planı, kılavuzlar, eğitimler, çalıştaylar, denetim mekanizmaları, finansal araçlar vb.) geliştirilmelidir.
- Atık yönetiminin tüm süreçlerinden atık üreticisinin sorumlu olduğu unutulmamalıdır. Bu durumda konunun en direkt muhatabı yıkım işini gerçekleştiren müteahhit olacaktır. Yıkım müteahhitleri, bina yıkım yönetmeliği esaslarıncı belirli iş gücü, makine, ekipman donanımına sahip olan firmalardır. Öte yandan, yıkım planı ekinde yer alan atık yönetim planlarını müteahhit firma adına hazırlayan mühendisler, genellikle yıkım işlerinin dışında tutulmakta, prosedürü yerine getirmektedir. Bu firmaların yetkinlik şartlarına, atık yönetimi konusunda eğitimler alınması, hatta bina yıkımda atık yönetimi konusunda bir sertifikasyon programı geliştirilmesi faydalı olacaktır.
- Yıkım işleri başlangıcında ve sonunda, mevzuatta belirtilen yetkililerce denetlenmektedir. Ancak unutulmamalıdır ki, milyonlarca konutun olduğu bir şehirde, tek bir gün içerisinde pek çok farklı semtte aynı anda yıkım işleri sürmektedir. Bakanlığın il teşkilatları, belediye memurları, zabıtalardan diğer mesailerinden kalan zaman, tüm yıkım işlerini izleyip denetlemeye imkân vermemektedir. Bu alanda dijital teknolojilerden faydalanılması, maliyet ve zaman etkin bir süreç yaratılmasını sağlayabilmektedir. Öncelikle, yıkıntı atıklarına ilişkin bir veri tabanı bulunmayışından kaynaklanan boşluğun doldurulması önemlidir. Uzun yıllar boyunca tutulan veri, bir süre sonra yeni üretilmiş verinin doğruluğunun teyit edilmesinde kullanışlı bir araç olacaktır. Sanayiden kaynaklanan atıkların ÇŞİDB sistemine beyan edilmesi, mobil izleme ve takip sistemleri ile araçların izlenmesi, atık ağırlıklarının nakliye araçlarının yüklenmesi ve boşaltılmasında üç yönlü (atığı teslim eden, atığı taşıyan, atığı teslim alan) imza altına alınarak beyanların onaylanması gibi hususlar ÇŞİDB'nce geliştirilmiş ve yönetilmekte olan dijital takip sistemlerinde mevcuttur. Yıkıntı atıkları, münferit belediye atığı olarak değerlendirilmek yerine, sanayiden kaynaklanan atıklar gibi, atık üreticisine daha bağlayıcı, izlenen ve takip edilen sorumluluklar yüklemelidir. Özetle bakanlığa ait olan, belediyelerin entegre olacağı bir ulusal yıkıntı atıkları beyan sistemi oluşturulması, bu sistem üzerinden atık üreticisinin beyanda bulunması, sonrasında teslimat sonu kantar fişlerinin de sistemde onaylanmasını içeren bir izleme takip sistemi kurulması önerilmektedir.
- Yıkıntı atıklarının yönetiminde merkezi yönetim, yerel yönetimler, kamunun ortağı olduğu/kamuya ait şirketler, özel şirketler, müteahhitler, kat malikleri gibi pek çok paydaş bir sistem içerisinde görevlerini yerine getirir. Bu bileşenlerin her ögesinde görev alan kişi kendi rol ve sorumluluklarının net olarak bilincinde olmalıdır. Kentsel dönüşüm sistemi, yönetmeliklerle tanımlı ancak karmaşık bir süreçtir. Bu sürecin seçici yıkım pratiklerini destekleyici nitelikte yapılandırılması ve bütünleşik çalışan bir organizasyon yapısı ile yıkıntı atıklarının daha verimli yönetimi sağlanabilir. Bunun sağlanabilmesi için öncelikle ÇŞİDB'nin yol gösterici olması, bina yıkımına ilişkin kılavuzlar oluşturması, seçici yıkım konusunda teşvikler vererek örnek projeleri başlatmasının sektörün gelişmesine katkısı olacağı düşünülmektedir.
- TÜBİTAK 2023 Yeşil Büyüme Yol Haritası'nda inşaat ve yıkıntı atıkları başlığında, yeni dolgu ve rehabilitasyon alanları oluşturulması ve geri kazanım tesisleri kurulması, yıkıntı atıkları taşıyan araçların mevcut araç takip sisteminin efektif hale getirilmesi, seçici yıkımın zorunlu olması, çıkan ürün kullanımlarının teşvik edilmesi, malzeme tanımları ve standartlarının oluşturulması yer almaktadır. Bu belge haricinde devlet nezdinde çıkartılan bir strateji dokümanında yıkıntı atıklarının geri dönüştürülmesine ilişkin ibarelere rastlanmamıştır. Geri dönüşüm oranlarının yükselmesi ancak bu konunun sıfır atık hareketine yedirilerek bir devlet politikası haline gelmesi ile mümkün olur.
- Diğer bir önemli konu da bertarafın caydırıcılığıdır. Geri dönüşüm oranı yüksek olan ülkelerdeki uygulamalar incelendiğinde, sadece mevzuat ve yönetim düzeyinde alınan önlemlerin, geri dönüşümün artmasında yeterli olmadığı görülmüştür. Bu gibi yumuşak araçlar, yapısal düzenleme, sistemin oluşturulması, kurulması ve sürdürülebilirliğinin sağlanması için gereklidir ancak; alışkanlıkların kırılması ve pazarın yönlendirilebilmesi için sert iktisadi politikaların da devreye sokulması gerekmektedir. Bu noktada tüm gelişmiş ülkelerde yıkıntı atıkları bertaraf ücretlerinin, geri dönüşüm oranını arttırmaya karar verilmesinden itibaren yükseltilmiş olduğu görülmektedir. Gelişmiş ülkelerde verilen atık bertaraf bedelleri ton başına 60 USD (USA) ile ton başına 359 USD (Japonya) arasında değişmektedir. Bu ülkeler %80 düzeyinde, birbirine yakın geri dönüşüm performansı sergilemektedir. Çin ise ton başına 11 USD gibi düşük bir bedel belirlemiş olduğu halde %5 civarında geri dönüşüm performansı bulunmaktadır. Bu rakamlar, tek başına değerlendirildiğinde yanıltıcı olabilmektedir. Toplum refahı seviyesinin kişiye yansımaları üzerinden, alınan bertaraf bedellerinin kişi başı gayri safhi milli hasılaya oranlandığında; Japonya'nın tahsil ettiği bertaraf bedelinin % 0,9 ile en yüksek oranda olduğu, Çin'in değerinin ise %0,08 ile Amerika'ya neredeyse denk olduğu görülmektedir. Bu bakımdan, yapılması gereken sadece basit bir ücret artışı sağlamak değil, kirleten öder prensibine bağlı kalarak, bertaraf opsiyonunu müteahhit için zorlaştıracak, ancak toplumsal refahın önünü kesmeyecek tedbirler geliştirmektir. Yıkıntı atıklarının bertaraf tesislerinden çok dolgu malzemesi olarak madenlere ve düzenli depolama alanlara, hafriyat sahalarına gönderildiği düşünülürken sadece bertaraf bedellerinin yükseltilmesinin yeterli gelmeyeceği anlaşılmaktadır.

- Bertaraf tesis girişi ücretlerinin caydırıcı olması, bertaraf tesislerine alternatif olan maden dolgu sahalarında yıkıntı atığı kabulü için teknik standartlar getirilmesi (örneğin belirli dayanım kalitesinin üstündeki atıklar, madenlerde depolanamaz vb.) bu alanda ilerleme sağlanmasının önünü açacak düzenlemeler olacaktır.
- Yıkıntı atıklarının yönetimi inşaat sektörünün döngüselleşme adımının bir parçasıdır. Yıkıntı atıkları yönetimine ilişkin planlar çalışmalar, koyulan hedeflerde atığın önlenmesi, tasarım aşamasında binalarda az atık oluşturacak tasarımların yapılması, kamuda yeşil satın almanın yaygınlaştırılması, TOKİ gibi kuruluşların inşaat işlerinde kaynak verimli teknik ve malzemeleri tercih etmesi (yeşil satın alma) gibi kamu yönlü liderlik rolünün de üstlenilmesi gerekmektedir.

6. Öneriler ve Sonuç

Bu rehber doküman ile, Türkiye’de yıkıntı atıkları konusu, atık oluşumunun önlenmesinden başlayıp, hukuki, teknik ve idari çerçeveleri ile diğer ülkelerde bu konunun nasıl ele alındığını, ülkemizdeki mevcut durumu ve nelerin daha iyi yapılabileceği ifade edilmiştir.

Kentsel dönüşüm, deprem ve olası diğer afetler sonucunda oluşması muhtemel yıkıntı atıklarının yönetiminde mevcut en iyi uygulamalar incelendikten sonra, Türkiye’de yıkıntı atıklarındaki betonun geri dönüştürülerek çimento ve hazır betonda kullanılması için potansiyel olduğu ve mevzuat ile çizilen çerçevenin uygulamaya geçirilmesi ile bu potansiyelin gerçekleştirilebileceği belirlenmiştir. Bu noktaya cevaben geliştirilen öneriler, beş bileşenli bir uygulama planı çerçevesinde hayata geçirilebilir: (1) Politika belirlenmesi (2) Destekleyici araçların geliştirilmesi (3) Aktörlerin yönetişime katılımı (4) Pazarı yönlendirme (5) Ölçme, İzleme ve Denetleme.

6.1. Ulusal Yıkıntı Atıkları Politikasının belirlenmesi

Yıkıntı atıklarının yönetimi bir geri dönüşüm probleminde öte, sektörün döngüsellik bir adım daha yaklaşabilmesi için kilit önem taşıyan bir konudur. Bu nedenle kamu politikalarının, yıkıntı atıklarının iyi yönetimini içselleştirmesi, sadece atık mevzuatına yansıtılmakla kalmayıp, tüm yönetmelik ve ilgili mevzuata yıkıntı atıklarının bertarafının veya değerinin altında bir biçimde kullanılmasının tercih edilmeyen seçenek olduğu giydirilmelidir.

Şüphesiz bu yönlü bir aksiyon için, devlet politikalarının bu eylemleri gerektirecek şekilde tasarlanmış olması gerekir. Global agrega pazarındaki büyüme, ülkemizde sektörün teknolojik doygunluğa erişmiş olması ve beraberinde gelen gelişme talepleri Türkiye’de bu konunun politika düzeyinde ele alınmasını gerektirmektedir.

Bu çerçevede ilk adım olarak, yetkili mercilerle görüşülerek “Ulusal Yıkıntı Atıkları Eylem Planı” hazırlanması çalışmaları başlatılması önerilmektedir.

Eylem planının hazırlanmasında tüm sektör paydaşları katılım sağlamalı, atık akımları, kentsel dönüşüm süreçleri, paydaşların koordineli çalışması için gerekli aksiyonlar da eylem planı hazırlıkları kapsamında gerçekleştirilmelidir.

Deprem vb. afet atıklarının yönetimi, afet yönetim planının bir bileşeni olmalıdır. Bir afet durumunda kırma öğütme tesislerinin, en yakın yoldan ihtiyaç sahibi illere ulaştırılmasını sağlayacak acil durum eylem planları oluşturulmalıdır. Bu amaca hizmet edecek mobil geri dönüşüm tesisleri yatırımları tamamlanmalıdır.

6.2. Destekleyici araçların geliştirilmesi

Türkiye’de yıkıntı atıklarının geri dönüşümünün iyileştirilmesi için mevcut olan güçlü mevzuat temelini önceliklendirilmiş araçlar ile desteklenmesi gerekir.

Destekleyici araçların geliştirilmesi kapsamında öneriler aşağıda sıralanmıştır;

- Aradaki bilgi boşluğunu kapatmak için Seçici Yıkım Rehberi hazırlanması ve sertifikalı yıkım atıkları eğitimi düzenlenmesi, bu eğitime doğrudan yıkım müteahhit firmaların katılım sağlanması,
- Yıkım müteahhitlerine yönelik yıkıntı atıkları yönetim sertifikasyon programı olması,
- Yıkıntı atıkları veri tabanının ve ulusal takip sisteminin oluşturularak dijital teknolojilerden faydalanılması,
- Yıkıntı atıklarının hafriyat toprağından ayrı toplanmasını sağlamak için, mevzuatta düzenleme yapılması,

- Yıkıntı atıklarının moloz ve dolgu malzemesi olarak kullanılmasının caydırılması kapsamında, Atıkların Düzenli Depolanmasına Dair Yönetmelik’inde bertaraf tesislerinde yıkıntı atığı dolgusunun kapsam dışında bırakılmaması
- Yıkıntı atık (hafriyat hariç) bertaraf bedelinin ülkemiz gelir seviyesine oranla 8,5 USD/ton’un altına düşmemesi, ortalama 28 USD/ton seviyesinin hedeflenmesi,
- Geri dönüşüm/geri kazanım tesislerinin kurulmasında kredi ve geri ödeme kolaylığı sağlanması,
- Kamu kurum ve kuruluşlarının geri dönüştürülmüş malzemeleri satın almayı tercih ve talep etmesi,
- Yıkım öncesinde bir denetim (audit) yapılmasına ilişkin mevzuat çıkartılması, bağımsız denetçilerin yıkım öncesi ve sonrasında bir değerlendirme/puanlama ile yıkımın atık performansını değerlendirmesi,
- Kamu yönetimi ve halk genellikle çevresel ve sosyal faydaları dikkate alırken, müteahhitler öncelikli olarak ekonomik fayda ilgilenme eğilimindedir. Müteahhitlerin kaçak döküm yapma olasılığı, yasal döküm maliyetleri, kaçak döküm maliyetleri ve devlet ceza maliyetleri arasındaki denge ile değişim göstermektedir. Yasal döküm maliyetleri ile kaçak döküm maliyetleri arasındaki fark giderek azaldığında ve hükümet ile kamu denetiminin yoğunluğu arttığında, müteahhitlerin kaçak döküm yapma olasılığı azalacaktır. Kaçak döküm için cezai yaptırımların artırılması önerilmektedir.

6.3. Aktörlerin yönetişime katılımı

Yıkıntı atıklarının yönetiminde kamu kurumları, özel girişimci, müteahhitler ve kat malikleri farklı motivasyonlara ve bakış açılarına sahiptir. Tüm paydaşların katılımı ve paydaşların ortak hedefe yönlendirilmesi, eğitimli ve donanımlı hale getirilmesi de yönetişimin güçlendirilmesi için önerilmektedir.

Aktörlerin yönetişime katılımı konusunda öneriler aşağıda sıralanmıştır;

- Yıkıntı atıklarının yönetiminde atık kaynağı noktasında yıkım müteahhitlerinin yükümlülüklerinin artırılması,
- Dijital izleme sistemleri kurulması ve atık miktarı kantar fişleri ile belirlenmesi,
- Yıkımlarda serbest denetçiler görevlendirilerek, masa başı atık yönetim planı uygulaması yerine sahada, sistematik seçici yıkım denetiminin yapılması,
- Kentsel dönüşümdeki bürokratik engelleri aşacak merkeziyetçi çözümler getirilmesi,
- Büyükşehir, ilçe, bakanlık ve ilgili kuruluşları arasındaki karmaşık yapının sadeleştirilmesi önerilmektedir.

6.4. Pazarı yönlendirme

Pazarı yönlendirme kapsamında öneriler aşağıda sıralanmıştır;

- Kamu alımlarında geri dönüştürülmüş ürünlerin tercih edilmesi,
- Geri dönüştürülmüş ürün standartlarının oluşturulması ve kamu başta olmak üzere, sektörde yaygınlaştırılması,
- Yıkıntı atığı (hafriyat hariç) bertaraf bedellerinin yükseltilmesi,
- Karbon ayak izi düşük olan ürünlerden yana satın alma tercihleri kullanılması, bu konuda teşvikler oluşturulması
- Geri dönüşüm/geri kazanım tesisleri ulusal yatırım planları arasına alınması, bu tesislerin kurulmasını kolaylaştıracak teşvikler verilmesi önerilmektedir.

6.5. Ölçme, İzleme ve Denetleme

Son olarak, geliştirilen ana politika ekseninde tüm bileşenlerin bütünleştirilmesi, aktörlerin sisteme adapte edilmesi ve pazarın tetiklenmesine ek olarak, sistemin başlangıcından itibaren, ölçme, izleme ve değerlendirme adımlarının gerçekleştirilmesi gerekmektedir. Sistemlerin geliştirilebilmesi, ölçme ve izleme performanslarına bağlıdır. Bu bağlamda;

- Yıkıntı atıklarının kantar fişleri ile tartılarak miktarlarının belirlenmesi,
- Yıkıntı atıkları miktarlarının bakanlığa raporlanması,
- Bakanlığın belediyelerle entegre bir yıkıntı atığı beyan sistemini kurması ve atık üreticisinin kullanımına açması,
- Yıkıntı atıklarının belediye atığı gibi değil, endüstriyel atık gibi toplama, taşıma beyan aşamalarında muamele görmesi. Dolgu olarak kullanımında yönetmelik muafiyetinin kaldırılması,
- TÜİK'in yıkıntı atıkları istatistik çalışmasını tamamlaması önerilmektedir.

EK-1 Atık Yönetimi Yönetmeliği'nde Belirtilen Yıkıntı Atıkları Atık Kodları

Tehlikesiz Atıklar

Atık Kodu Tanımı	Atık Kodu	Atık Kodu Tanımı	Atık Kodu
Beton, Tuğla, Kiremit ve Seramik		Ahşap, Cam ve Plastik	
Beton	17 01 01	Ahşap	17 02 01
Tuğlalar	17 01 02	Cam	17 02 02
Kiremitler ve seramikler	17 01 03	Plastik	17 02 03
17 01 06 dışındaki beton, tuğla kiremit ve seramik karışımları ya da ayrılmış grupları	17 01 07		
Metaller (Alaşımları Dahil)		Yalıtım Malzemeleri	
Bakır, bronz, piring	17 04 01	17 06 01 ve 17 06 03 dışındaki yalıtım malzemeleri	17 06 04
Alüminyum	17 04 02		
Kurşun	17 04 03		
Çinko	17 04 04		
Demir ve Çelik	17 04 05		
Kalay	17 04 06		
Karışık metaller	17 04 07		
17 04 10 dışındaki kablolar	17 04 11		
Alçı Bazlı İnşaat Malzemeleri		Diğer İnşaat ve Yıkıntı Atıkları	
17 08 01 dışındaki alçı bazlı inşaat malzemeleri	17 08 02	17 09 01, 17 09 02 ve 17 09 03 dışındaki karışık inşaat ve yıkıntı atıkları	17 09 04

Tehlikeli Atıklar

Atık Kodu	Atık Kodu Tanımı	Açıklama
17 01 06*	Tehlikeli maddeler içeren beton, tuğla, kiremit ve seramik karışımları ya da ayrılmış grupları	M
17 02 04*	Tehlikeli maddeler içeren ya da tehlikeli maddelerle kontamine olmuş ahşap, cam ve plastik	A
17 04 09*	Tehlikeli maddelerle kontamine olmuş metal atıkları	M
17 04 10*	Yağ, katran ve diğer tehlikeli maddeler içeren kablolar	M
17 06 01*	Asbest içeren yalıtım malzemeleri	M
17 06 03*	Tehlikeli maddelerden oluşan ya da tehlikeli maddeler içeren diğer yalıtım malzemeleri	M
17 06 05*	Asbest içeren inşaat malzemeleri	M
17 08 01*	Tehlikeli maddeler ile kontamine olmuş alçı bazlı inşaat malzemeleri	M
17 09 01*	Cıva içeren inşaat ve yıkıntı atıkları	M
17 09 02*	PCB içeren inşaat ve yıkıntı atıkları	M
17 09 03*	Tehlikeli maddeler içeren diğer inşaat ve yıkıntı atıkları (karışık atıklar dahil)	M

EK-2 Atık Yönetimi Yönetmeliği'nde Belirtilen Bertaraf ve Geri Kazanım Kodları

Bertaraf Teknolojileri

	Kodu	Açıklaması
Ön İşlemler	D13	D1 ile D12 arasında belirtilen işlemlerden herhangi birine tabi tutulmadan önce harmanlama veya karıştırma
Ön İşlemler	D14	D1 ile D13 arasında belirtilen işlemlerden herhangi birine tabi tutulmadan önce yeniden ambalajlama
Depolama	D1	Toprağın altında veya üstünde düzenli depolama
Depolama	D5	Özel mühendislik gerektiren düzenli depolama (çevreden ve her biri ayrı olarak izole edilmiş ve örtülmüş hücreli depolama ve benzeri)
Depolama	D12	Sürekli depolama ⁽⁵⁾ (bir madende konteynerlerin yerleştirilmesi ve benzeri)
Yakma	D10	Yakma (Karada)
Yakma	D11	Yakma (Deniz üstünde) ⁽⁴⁾
Diğer	D2	Arazi ıslahı (örn. sıvı veya çamur atıkların toprakta biyolojik bozulmaya uğraması)
Diğer	D3	Derine enjeksiyon ⁽¹⁾ (örneğin, pompalanabilir atıkların kuyulara, tuz kayalarına veya doğal olarak bulunan boşluklara enjeksiyonu ve benzeri)
Diğer	D4	Yüzey doldurma (örneğin, sıvı ya da çamur atıkların kovuklara, havuzlara ve lagünlere doldurulması ve benzeri) ⁽²⁾
Diğer	D6	Deniz/okyanus hariç bir su kütleline boşaltım ⁽³⁾
Diğer	D7	Deniz yatakları dahil deniz/okyanuslara boşaltım ⁽³⁾
Diğer	D8	D1 ile D7 ve D9 ile D12 arasında verilen işlemlerden herhangi biri yoluyla atılan nihai bileşiklerin veya karışımların oluşmasına neden olan ve bu ekin başka bir yerinde ifade edilmeyen biyolojik işlemler
Diğer	D9	D1 ile D8 ve D10 ile D12 arasında verilen işlemlerden herhangi biri yoluyla atılan nihai bileşiklerin veya karışımların oluşmasına neden olan fiziksel-kimyasal işlemler (örneğin, buharlaştırma, kurutma, kalsinasyon ve benzeri)
Diğer	D15	D1 ile D14 arasında belirtilen işlemlerden herhangi birine tabi tutuluncaya kadar depolama (atığın üretildiği alan içinde geçici depolama, toplama hariç)

Gerı Kazanım Teknolojileri

- | | |
|-----|--|
| R1 | Enerji üretimi amacıyla başlıca yakıt olarak veya başka şekillerde kullanma |
| R2 | Solvent (çözücü) ıslahı/yeniden üretimi |
| R3 | Solvent olarak kullanılmayan organik maddelerin ıslahı/geri dönüşümü (kompost ve diğer biyolojik dönüşüm prosesleri dahil) |
| R4 | Metallerin ve metal bileşiklerinin ıslahı/geri dönüşümü |
| R5 | Diğer inorganik malzemelerin ıslahı/geri dönüşümü |
| R6 | Asitlerin veya bazların yeniden üretimi |
| R7 | Kirliliğin azaltılması için kullanılan parçaların (bileşenlerin) geri kazanımı |
| R8 | Katalizör parçalarının (bileşenlerinin) geri kazanımı |
| R9 | Yağların yeniden rafine edilmesi veya diğer yeniden kullanımları |
| R10 | Ekolojik iyileştirme veya tarımcılık yararına sonuç verecek arazi ıslahı |
| R11 | R1 ila R10 arasındaki işlemlerden elde edilecek atıkların kullanımı |
| R12 | Atıkların R1 ila R11 arasındaki işlemlerden herhangi birine tabi tutulmak üzere değişimi ⁽¹⁾ |
| R13 | R1 ila R12 arasında belirtilen işlemlerden herhangi birine tabi tutuluncaya kadar atıkların ara depolanması (atığın üretildiği alan içinde geçici depolama, toplama hariç) |

Açıklama:

(1) R12: Uygun bir R kodu yoksa R1'den R11'e kadar numaralandırılmış işlemler öncesinde yapılacak sökülme, tasnif etme, kırma, sıkıştırma, peletleme, kurutma, parçalama, şartlandırma, yeniden ambalajlama, ayırma, harmanlama ya da karıştırma gibi ön işlem faaliyetlerini kapsayan işlemleri içerebilir.

Kaynakça

1. UNDP (2023) Basın Açıklaması. Japonya Hükümeti Türkiye'de Deprem Enkazı Geri Dönüşüm Çalışmalarını Başlattı. Erişim Bağlantısı: <https://www.undp.org/turkiye/press-releases/japan-funds-recycling-facilities-earthquake-rubble-turkiye> Yayın Tarihi 16 Ağustos 2023. Erişim tarihi 20.01.2024
2. T.C. Bilim, Sanayi ve Teknoloji Bakanlığı, 2014-2017. Ulusal Geri Dönüşüm Strateji Belgesi ve Eylem Planı 2014-2017.
3. <https://ima-europe.eu/wp-content/uploads/2023/08/IMA-Europe-Recycling-IM-2023-08-30-a-FINAL.pdf> [3]
4. <https://kriterdergi.com/dosya-deprem-sonrasi/kahramanmaras-depremleri-sonrasinda-enkaz-ve-atik-yonetimi>. Nisan 2023. [4]
5. Çimen, S. (2018) İnşaat Sektöründe Geri Dönüştürülmüş Agregaların Tekrar Kullanımı. Sürdürülebilir Mühendislik Uygulamaları ve Teknolojik Gelişmeler Dergisi 1(1): 44-54
6. Madencilik Türkiye (2023) Küresel Agregada Endüstrisi ve Türkiye. Madencilik Türkiye Madencilik ve Yer Bilimleri Dergisi. 15 Ekim 2023. Sayı 114.
7. Ertan Erkoç. D. İnşaat ve Yıkım Atıklarında Döngüsel Yaklaşımlar. 30 Mart 2023 Erişim Bağlantısı: <https://emsal.com/insaat-ve-yikim-atiklarina-dongusel-yaklasimlar/> Erişim Tarihi: 15.12.2023
8. Türk Çimento, (n.d.) Sektörel Öncelikler: İnşaat ve Yıkıntı Atıkları. Erişim Bağlantısı: https://www.turkcimento.org.tr/tr/sectorel_öncelikler/insaat-ve-yikinti-atiklari
9. AFAD (2022) Türkiye Afet Müdahale Planı (TAMP) 2022-2030. Resmi Gazete 4 Şubat 2022. Sayı 31760
10. İstanbul Teknik Üniversitesi (İTÜ), (2023) 6 Şubat 2023 Depremleri Ön İnceleme Raporu. Şubat 2023.
11. Yenişafak (2023) Enkaz Hafriyatları Tek Tek Ayrışacak. Erişim Bağlantısı: <https://www.yenisafak.com/gundem/724-moloz-tasiyorlar-enkaz-hafriyatlari-tek-tek-ayrisacak-4509027> Erişim Tarihi: 20.01.2024 [11]
12. UNDP (2021) SKA Türkiye Yatırımcı Haritası.
13. Birleşmiş Milletler (n.d.) AB İnşaat; Yıkıntı Atıkları Yönetimi Protokolü, Kılavuzlar ve İş Modelleri. Web sayfası erişim bağlantısı <https://sdgs.un.org/partnerships/eu-construction-demolition-waste-management-protocol-guidelines-and-business-models> Son erişim tarihi 08.01.2024
14. Sıfır Atık (n.d.) Web sayfası erişim bağlantısı: <https://www.sifiratik.gov.tr/sifir-atik/sifir-atik-nedir> Son erişim tarihi 07.01.2024
15. Zhang C., Hu M. Di Maio F., Sprecher B., Yang X., Tukker A. (2022) Avrupa'da İnşaat ve Yıkıntı Atıkları Yönetiminin Döngüselliliğinin Analiz Edilmesinde Atık Hiyerarşisi Çerçevesine Genel Bakış (An overview of the waste hierarchy framework for analyzing the circularity in construction and demolition waste management in Europe). Science of the Total Environment 803
16. Peake, L., Plumpton, H., Dhaliwal, J. (2023) Circular Construction, Building for a Greener UK Economy. Green Alliance Publication. ISBN 978-1-915754-01-1
17. Esaa, M. R., Haloga, A., & Rigamontic, L. (2017). Strategies for minimizing construction and demolition wastes in Malaysia. (Malezya'da İnşaat ve Yıkıntı Atıklarının Azaltılması için Stratejiler)
18. Aslam, M. S., Huang, B., & Cui, L. (2020). Review of construction and demolition waste management in China.
19. İstanbul Büyükşehir Belediyesi (2023) Çevre Koruma Şube Müdürlüğü. 2023 Yılında Uygulanacak Ücret Tarifeleri. Erişim bağlantısı: <https://cevre.ibb.istanbul/wp-content/uploads/2023/09/2023-ucet-tarifesi.pdf> Erişim tarihi: 18.01.2024
20. Buzkan, C., & Erman, O. (2020). Yapısal Atıkların Geri Dönüşüm Sorunu ve Türkiye'deki Durumun Mevzuat Bakımından Değerlendirilmesi .
21. Avrupa Çevre Ajansı (EEA) (n.d.) EEA Sözlüğü (EEA Glossary). Web sayfası erişim bağlantısı: <https://www.eea.europa.eu/help/glossary/eea-glossary/eco-design>. Son erişim tarihi 07.01.2024
22. Rahla, K.M., Mateus, R., Braganca, L. (2021) Implementing Circular Economy Strategies in Buildings From Theory to Practice. <https://doi.org/10.3390/asi4020026>
23. Mammadova, F. Ahmadova, S. Yamaçlı, R. (2023) Sürdürülebilir Mimarlıkta Pasif Evin Rolü. Sürdürülebilir Mühendislik Uygulamaları ve Teknolojik Gelişmeler Dergisi
24. International Passive House Association (n.d.) Uluslararası Pasif Ev Birliği. Erişim bağlantısı: <https://passivehouse-international.org/> Erişim tarihi: 15.01.2023
25. Avrasya Grup (2023) Bütünsel Güçlendirme. Erişim Bağlantısı : <https://avrasyamgrup.com.tr/butunsel-guclendirme/> Erişim tarihi: 11.01.2024
26. Zhu, J., Zheng, W., Sneed, L.H., Xu, C., Sun, Y. (2019) Green Demolition of Reinforced Concrete Structures: Review of Research Findings . Global Journal or Researches in Engineering. Volume 19. Issue 4. Global Journals Publishing. Online ISSN: 2249-4596
27. ÇŞİDB (2004) Hafriyat Toprağı, İnşaat ve Yıkıntı Atıklarının Kontrolü Yönetmeliği. Resmi Gazete tarih 18.03.2004 Sayı 25406. Yönetmelikte Değişiklik Yapan Yönetmeliklerin Yayımlandığı Resmi Gazete Tarihi 09.10.2021 Sayısı 31623.
28. ÇŞİDB (2021) Binaların Yıkılması Hakkında Yönetmelik. Resmi Gazete tarih 13.10.2021 Sayı 31627.
29. <https://libertydemolitions.com/selective-demolition-guide/>
30. https://cityloops.eu/fileadmin/user_upload/Materials/Instruments/CityLoops_Factsheet_Pre-demolition_Screening___Selective_Demolition_CRD.pdf
31. https://www.cedd.gov.hk/filemanager/eng/content_647/sel_dem.pdf
32. Makul, N.; Fediuk, R.; Amran, M.; Zeyad, A.M.; Klyuev, S.; Chulkova, I.; Ozbakkaloglu, T.; Vatin, N.; Karelina, M.; Azevedo, A. Design Strategy for Recycled Aggregate Concrete: A Review of Status and Future Perspectives. Crystals 2021, 11, 695. <https://doi.org/10.3390/cryst11060695>

33. Recycling Concrete Debris from Construction and Demolition Waste Article in International Journal of Advanced Science and Technology · April 2015 DOI: 10.14257/ijast.2015.77.02 Author: Tomas Ucol Ganiron Jr. Asian Development Bank
34. Constro Facilitator tarafından yayınlanan “Concrete recycling is the process of converting waste concrete into reusable materials, such as aggregate, sand, and gravel, that can be used for new construction projects” başlıklı makaleden alınmıştır. Erişim Bağlantısı
<https://constrofacilitator.com/crushing-and-screening-equipment-for-concrete-recycling/>
35. <https://www.metso.com/insights/blog/aggregates/qa-basics-of-recycled-concrete/>
36. Kim, J. (2021). Construction and demolition waste management in Korea: recycled aggregate and its application. <https://link.springer.com/article/10.1007/s10098-021-02177-x> adresinden alındı
37. Humberto, J. Rocha, A., Filho, T., Dias, R. (2023) The utilization of recycled concrete powder as supplementary cementitious material in cement-based materials: A systematic literature review . Journal of Building Engineering 76 107319
38. Ministry of the Environment Government of Japan . (2018). Disaster Waste Management Guideline For Asia And The Pacific . <https://www.env.go.jp/press/files/jp/110165.pdf> adresinden alındı
39. Doğdu, G., & Alkan, S. N. (2023). Deprem Sonrası Oluşan İnşaat ve Yıkıntı Atıklarının Değerlendirilmesi: 6 Şubat 2023 Kahramanmaraş Depremleri. <https://dergipark.org.tr/tr/pub/acujs/issue/78264/1296445> adresinden alındı
40. <https://www.grida.no/resources/5027>. Son erişim tarihi 08.01.2024.
41. Support to Life (24.02.2023) Acil Durum Raporu (Emergency Situation Report). Erişim adresi
<https://reliefweb.int/report/turkiye/turkey-earthquake-emergency-situation-report-24022023>
42. <https://gazeteoksijen.com/turkiye/atigi-tasimak-icin-kamyonlar-en-az-35-milyon-sefer-yapacak-171253>
43. Mavroulis, S., Mavrouli, M., Vassilakis, E., Argyropoulos, I., Carydis, P., & Lekkas, E. (2023). Debris Management in Turkey Provinces Affected by the 6 February 2023 Earthquakes: Challenges during Recovery and Potential Health and Environmental Risks.
https://www.researchgate.net/publication/372780026_Debris_Management_in_Turkey_Provinces_Affected_by_the_6_February_2023_Earthquakes_Challenges_during_Recovery_and_Potential_Health_and_Environmental_Risks adresinden alındı
44. Maçin, K.E., Demir, İ. İstanbul Teknik Üniversitesi Çevre Mühendisliği Bölümü ADYU Mühendislik Bilimleri Dergisi (2018) 188-201. Erişim adresi: <https://dergipark.org.tr/tr/download/article-file/614954>
45. Zheng, L., Wua, H., Zhang, H., Duan, H., Wang, J., Jiang, W., . . . Song, Q. (2017). Characterizing the generation and flows of construction and demolition waste in China.
<https://www.sciencedirect.com/science/article/abs/pii/S0950061817300703> adresinden alındı
46. Gálvez-Martos, J.-L., Styles, D., Schoenberger, H., & Zeschmar-Lahl, B. (2018). Construction and demolition waste best management practice in Europe.
47. World Health Organization . (2008). Asbestos - Hazards and Safe Practices for Clean Up After Earthquake .
<https://www.who.int/publications/m/item/asbestos---hazards-and-safe-practices-for-clean-up-after-earthquake> adresinden alındı.
48. https://ankahaber.net/haber/detay/mersin_buyuksehirde_bir_ilk_hafriyat_topragi_ve_insaat_atiklari_geri_donusum_tesisleri_89498
49. <https://www.mersin.bel.tr/haber/buyuksehirde-mersinde-bir-ilk-hafriyat-topragi-ve-insaat-atiklari-geri-donusum-tesisi#gallery-3>
50. <https://www.aa.com.tr/tr/asrin-felaketi/hatay-samandagdaki-molozlar-ayristirilip-kalici-depolama-alanlarina-goturulecek/2865340>
51. https://www.ntv.com.tr/turkiye/hatayda-enkaz-kaldirma-calismalari-basladi,VIZSKQvXIEm29UULn0w_zg
52. <https://www.evrensel.net/haber/482932/cmo-istanbul-subesi-insaat-ve-yikinti-atiklari-cevre-ve-insan-icin-tehlike-olusturuyor>
53. <https://www.undp.org/tr/turkiye/press-releases/japonya-turkiyenin-deprem-enkazi-geri-donusturme-tesislerini-finanse- ediyor>

KENTSEL DÖNÜŞÜM, DEPREM VE OLASI DİĞER AFETLER SONUCUNDA OLUŞAN YIKINTI ATIKLARININ YÖNETİMİ REHBERİ



İş Dünyası ve Sürdürülebilir
Kalkınma Derneği
(SKD Türkiye)

Batı, Nida Kule, Barbaros Mahallesi,
Begonya sk. No: 1, 34746
Ataşehir/İstanbul

www.skdturkiye.org

T: +90 212 807 0205
info@skdturkiye.org