

İSTANBUL TEKNİK ÜNİVERSİTESİ ★ LİSANSÜSTÜ EĞİTİM ENSTİTÜSÜ

**YAPILARDA YAPIM SÜRECİ ÇEVRESEL ETKİSİNİN AZALTILMASINA
YÖNELİK ATIK YÖNETİM MODELİ ÖNERİSİ**

DOKTORA TEZİ

Havva AKSEL ÇİÇEKÇİ

Mimarlık Anabilim Dalı

Yapı Bilimleri Programı

KASIM 2020

İSTANBUL TEKNİK ÜNİVERSİTESİ ★ LİSANSÜSTÜ EĞİTİM ENSTİTÜSÜ

**YAPILARDA YAPIM SÜRECİ ÇEVRESEL ETKİSİNİN AZALTILMASINA
YÖNELİK ATIK YÖNETİM MODELİ ÖNERİSİ**

DOKTORA TEZİ

**Havva AKSEL ÇİÇEKÇİ
(502142403)**

Mimarlık Anabilim Dalı

Yapı Bilimleri Programı

Tez Danışmanı: Doç. Dr. İkbāl ÇETİNER

KASIM 2020

İTÜ, Lisansüstü Eğitim Enstitüsü'nün 502142403 numaralı Doktora Öğrencisi Havva AKSEL ÇİÇEKÇİ, ilgili yönetmeliklerin belirlediği gerekli tüm şartları yerine getirdikten sonra hazırladığı “YAPILARDA YAPIM SÜRECİ ÇEVRESEL ETKİSİNİN AZALTILMASINA YÖNELİK ATIK YÖNETİM MODELİ ÖNERİSİ” başlıklı tezini aşağıda imzaları olan jüri önünde başarı ile sunmuştur.

Tez Danışmanı : **Doç. Dr. İkbāl ÇETİNER**
İstanbul Teknik Üniversitesi

Jüri Üyeleri : **Prof. Dr. Ayşe Nil TÜRKERİ**
İstanbul Teknik Üniversitesi

Doç. Dr. Gülten MANİOĞLU
İstanbul Teknik Üniversitesi

Doç. Dr. Ömer Şükrü DENİZ
Mimar Sinan Güzel Sanatlar Üniversitesi

Dr. Öğr. Üyesi N.Volkan GÜR
Mimar Sinan Güzel Sanatlar Üniversitesi

Teslim Tarihi : 11 Eylül 2020
Savunma Tarihi : 27 Kasım 2020





Ulu Önder Mustafa Kemal Atatürk anısına, saygıyla...



ÖNSÖZ

Başta değerli tez danışmanım Doç. Dr. İkbâl ÇETİNER olmak üzere, katkı ve yönlendirmeleri için değerli tez izleme jüri üyeleri Doç. Dr. Gülten MANİOĞLU ile Dr. Öğr. Üyesi N.Volkan GÜR hocalarıma,

Tez çalışmam sürecinde bilgi ve deneyimlerini benden esirgemeyen MSGSÜ Yapı Bilgisi Bilim Dalı değerli öğretim üyesi Doç. Dr. Ömer Şükrü DENİZ'e,

Tez çalışmam kapsamında gerçekleştirmiş olduğum yüz yüze görüşme çalışmaları sırasında deneyimlerini benden esirgemeyen değerli katılımcılara,

Tez çalışmam süresince desteği ve ilgisi ile beni motive eden sevgili aileme, teşekkür ederim.

Eylül 2020

Havva AKSEL ÇİÇEKÇİ
(Yüksek Mimar)



İÇİNDEKİLER

Sayfa

ÖNSÖZ	vii
İÇİNDEKİLER	ix
KISALTMALAR	xi
ÇİZELGE LİSTESİ.....	xii
ŞEKİL LİSTESİ.....	xii
ÖZET.....	xii
SUMMARY.....	xii
1. GİRİŞ	1
1.1 Problemin Tanımlanması	3
1.2 Çalışmanın Arka Planı	4
1.3 Çalışmanın Amacı ve Kapsamı	10
1.4 Çalışmanın Yöntemi.....	11
2. ATIK KAVRAMI VE ATIK YÖNETİMİ.....	15
2.1 Yapım ve Yıkım Atığı (YYA)	16
2.2 Atık Yönetimi.....	19
2.2.1 Atık yönetim hiyerarşisi (AYH).....	23
2.2.2 Yapım ve yıkım atığı yönetimi	29
2.2.3 Türkiye'de atık yönetimi ve yasal mevzuat	35
2.3 Yapım Süreci.....	39
2.3.1 Yapı Üretiminde Çevresel Etki Değerlendirme Yöntemleri.....	55
2.3.2 Yapım Süreci Atık Yönetimi	62
2.3.3 Yapım Süreci Atık Yönetimi Araçları.....	71
2.4 Bölüm Sonucu	74
3. TÜRKİYE'DE YAPIM SÜRECİ ATIK YÖNETİMİ UYGULAMALARI ...	77
3.1 Pilot Çalışma Verileri.....	82
3.2 Şantiye Görüşmeleri Verileri	90
3.3 Pilot Çalışma ve Şantiye Görüşmeleri Verilerinin Analizi	116
3.4 Pilot Çalışma ve Şantiye Görüşme Verilerine Dayalı Olarak Yapım Süreci Atık Yönetim Stratejilerinin Belirlenmesi	124
3.5 Bölüm Sonucu	126
4. DEĞERLENDİRME VE KARAR VERME	129
4.1 Değer, Değerlendirme ve Karar Verme Kavramları	129
4.2 Analitik Hiyerarşi Prosesi (AHP).....	138
4.2.1 Hiyerarşi modelinin oluşturulması.....	139
4.2.2 Karşılaştırma matrisleri oluşturulması ve göreceli önem derecelerinin belirlenmesi	140
4.2.3 Bileşik göreceli önemler vektörünün belirlenmesi (Bütünleştirme)	142
4.3 Bölüm Sonucu	146
5. YAPIM SÜRECİ ATIK YÖNETİM MODELİ (YS-AYM).....	147
5.1 Modelin Amacı.....	148

5.2 Kapsam.....	149
5.3 Zorunluluklar.....	150
5.4 Kabuller ve Modelin Tanıtılması.....	150
5.5 YS-AYM Aşamaları.....	158
5.5.1 YS-AYM Uygulama Öncesi Ön Bilgilerin Edinilmesi.....	159
5.5.2 Yapım Süreci Alt Süreçlerinin Belirlenmesi.....	165
5.5.3 Yapım Alt Süreci Girdi Analizi	165
5.5.4 Yapım Alt Süreci Süreç Analizi.....	171
5.5.5 Yapım Alt Süreci Çıktı Analizi (Olası Atıkların Öngörülmesi)	171
5.5.6 Yapım Süreci Atık Yönetim Stratejilerinin Belirlenmesi	172
5.5.7 Yapım Alt Süreci Atık Önleme/Azaltma İşlemi	173
5.5.8 Yapım Alt Süreci Uygulaması (Yapım).....	174
5.5.9 Yapım Alt Süreci Atık Oluşumu ve Yönetimi	174
5.5.10 Geri Kazanım Analizi.....	179
5.6 Bölüm sonucu.....	183
6. YAPIM SÜRECİ ATIK YÖNETİM MODELİNİN UYGULANMASI.....	185
6.1 YS-AYM Uygulama Aşamaları	185
6.1.1 YS-AYM Uygulama Öncesi Ön Bilgilerin Edinilmesi.....	186
6.1.2 Yapım Süreci Alt Süreçlerinin Belirlenmesi.....	186
6.1.3 Yapım Alt Süreci Girdi Analizi	187
6.1.4 Yapım Alt Süreci Süreç Analizi.....	187
6.1.5 Yapım Alt Süreci Çıktı Analizi (Olası Atıkların Öngörülmesi)	193
6.1.6 Yapım Süreci Atık Yönetim Stratejilerinin Belirlenmesi	197
6.1.7 Yapım Alt Süreci Atık Önleme/Azaltma İşlemi	200
6.1.8 Yapım Alt Süreci Uygulaması (Yapım).....	201
6.1.9 Yapım Alt Süreci Atık Oluşumu ve Yönetimi	210
6.1.10 Geri Kazanım Analizi.....	213
6.2 Bölüm Sonucu	220
7. SONUÇ VE ÖNERİLER.....	220
KAYNAKLAR.....	235
EKLER	249
ÖZGEÇMİŞ.....	275

KISALTMALAR

AYH	: Atık Yönetimi Hiyerarşisi
AYY	: Atık Yönetimi Yönetmeliği
BRE	: Building Research Establishment
ÇŞB	: Çevre ve Şehircilik Bakanlığı
EPA	: Environmental Protection Agency
UAYP	: Ulusal Atık Yönetimi ve Eylem Planı
UNEP	: United Nations Environment Programme
YA	: Yapım Atığı
Y-ALT-S	: Yapım Alt Süreci
YS	: Yapım Süreci
YS-AYM	: Yapım Süreci Atık Yönetim Modeli
YYA	: Yapım ve Yıkım Atığı



ÇİZELGE LİSTESİ

Sayfa

Çizelge 2.1: Yapım ve yıkım atığı içeriği.....	18
Çizelge 2.2 : Türkiye’de atık yönetimine yönelik yasal düzenlemeler	36
Çizelge 2.3 : Yapı üretim süreci işlemleri	47
Çizelge 2.4 : Örnek eylemler listesi ve ön eylemler.....	49
Çizelge 2.5 : Ülkelere göre çevresel değerlendirme metotları	59
Çizelge 2.6 :BREAM atık kategorisi alt değerlendirme kategorileri	60
Çizelge 2.7 : Yapım atığı oluşum nedenleri ve kaynakları.....	67
Çizelge 3.1 : Katılımcılara ait bilgiler.	78
Çizelge 3.2 : Şantiyelere ve katılımcılara ait bilgiler.	80
Çizelge 3.3 : Katılımcılar tarafından en çok vurgulanan yapım atığı oluşumu nedenleri matrisi.	121
Çizelge 3.4 : Toplama-ayırma (T-A), depolama (D) ve bertaraf (B) uygulamaları Matrisi.....	122
Çizelge 3.5 : Geri kazanım uygulamaları matrisi.	123
Çizelge 4.1 : Karar problemlerinin kategorileri.....	136
Çizelge 4.2 : Önem derecesi ve değer açıklamaları çizelgesi.....	141
Çizelge 4.3 : Örnek karşılaştırma matrisi.	142
Çizelge 4.4 : Ölçüt değerlendirme çizelgesi.	143
Çizelge 4.5 : Ölçüt ağırlıkları çizelgesi.	144
Çizelge 4.6 : Ölçütün’e göre karşılaştırma.	144
Çizelge 4.7 : Ölçüt ağırlıkları ve seçeneklerin ölçütlere göre ağırlıkları.....	145
Çizelge 4.8 : AHP değerlendirme çizelgesi.	145
Çizelge 5.1 : YS-AYM biçimler ve kodları.....	153
Çizelge 5.2 : YS-AYM’de kullanılan işçilik kodları	153
Çizelge 5.3 : YS-AYM’de kullanılan araç kodları	154
Çizelge 5.4 : Yapım süreci işlemleri.....	154
Çizelge 5.5 : Yapım süreci işlemlerinin GPBE’ye olası etkileri.	156
Çizelge 5.6 : Yapım süreci atık oluşum nedenleri.	157
Çizelge 5.7 : Yapım alt süreçleri ve eylemleri envanteri.....	167
Çizelge 5.8 : (a) Yapım alt süreci malzeme girdileri envanteri.....	169
Çizelge 5.8 : (b) Yapım alt süreci işçilik ve araç girdileri envanteri.....	169
Çizelge 5.9 : Yapım alt süreci uygulama süreçleri envanteri	175
Çizelge 5.10 : Yapım alt süreci uygulama süreci öncesi işlemler envanteri.	176
Çizelge 5.11 : Yapım alt süreci olası atık envanteri.	177
Çizelge 5.12 : Yapım alt süreci atık envanteri.....	178
Çizelge 5.13 : Ölçüt değerlendirme çizelgesi.	180
Çizelge 5.14 : Ölçüt ağırlıkları çizelgesi.	181
Çizelge 5.15 : Ölçüt n’e göre karşılaştırma	181
Çizelge 5.16 : Ölçüt ağırlıkları ve seçeneklerin ölçütlere göre ağırlıkları.....	182
Çizelge 5.17 : AHP değerlendirme çizelgesi.	182

Çizelge 6.1 : Yapım alt süreçleri ve eylemleri envanteri.....	188
Çizelge 6.2 : (a) Çatı elemanının yapımı alt süreci malzeme girdileri envanteri	189
Çizelge 6.2 : (b) Çatı elemanının yapımı alt süreci işçilik ve araç girdileri envanteri ..	190
Çizelge 6.3 : Çatı elemanının yapımı alt süreci uygulama süreçleri envanteri.....	191
Çizelge 6.4 : Çatı elemanının yapımı alt süreci uygulama süreci öncesi işlemler envanteri	192
Çizelge 6.5 : Çatı elemanının yapımı alt süreci olası atık envanteri.....	195
Çizelge 6.6 : Yapım süreci atık yönetim stratejileri.	198
Çizelge 6.7 : Olası atıklar ve atık yönetim stratejileri.	201
Çizelge 6.8 : Yapım alt süreci atık envanteri.....	211
Çizelge 6.9 : Ölçüt değerlendirme çizelgesi.	216
Çizelge 6.10 : Ölçüt ağırlıkları çizelgesi.	217
Çizelge 6.11 : Boyutsal uyum ölçütüne göre karşılaştırma	217
Çizelge 6.12 : Form uyumu ölçütüne göre karşılaştırma.....	218
Çizelge 6.13 : Renk uyumu ölçütüne göre karşılaştırma.	218
Çizelge 6.14 : Yüzeysel uyum ölçütüne göre karşılaştırma.....	218
Çizelge 6.15 : Detay uyumu ölçütüne göre karşılaştırma.	219
Çizelge 6.16 : Ölçüt ağırlıkları ve seçeneklerin ölçütlere göre ağırlıkları.	219
Çizelge 6.17 : Geri kazanım değerlendirme çizelgesi	220

ŞEKİL LİSTESİ

Sayfa

Şekil 1.1 : Tezin Yöntemi.....	12
Şekil 2.1 : Atık Yönetim Hiyerarşisi	25
Şekil 2.2 : Avrupa Birliği üyesi ve aday ülkelerde farklı ekonomik faaliyetlerin ve hane halklarının toplam atık üretimindeki payı.....	30
Şekil 2.3 : Yapı Ürünleri Bitirilmişlik Düzeyleri	43
Şekil 2.4 : Beton Temel Yapımının Kutu Diyagramı Şeklinde İfade Edilmesi.....	49
Şekil 2.5 : Y.A.E. (Yapı Araştırma Enstitüsü-TÜBİTAK.....	52
Şekil 2.6 : TSE EN ISO 12006-2 Sınıflandırma Hiyerarşisi	53
Şekil 2.7 : RIBA iş planı-sürdürülebilir kalkınma hedefleri.....	57
Şekil 2.8 : Yapı Malzemelerin Şantiyedeki Genel Akış Modeli	63
Şekil 3.1 : Şantiyeden genel bir görünüm.....	90
Şekil 3.2 : (a-b) : Vadi İstanbul Projesi Uygulamaları.	90
Şekil 3.2 : (a) Atık borusu olmayan blok uygulaması	92
Şekil 3.2 : (b) Atık borusu kullanılan uygulama	92
Şekil 3.3 : Cephede numune uygulaması.....	93
Şekil 3.4 : Saçaktan sökülen ve daha sonra galeriyi kapatan döşeme yapımında kullanılan çelik kirişler.	94
Şekil 3.5 : Şantiyede yapım sırasında oluşan atıklar.	96
Şekil 3.6 : (a-b) Alt yüklenicilere ait konteynerler.	97
Şekil 3.6 : (a) Metal atıklar için kullanılan sarı konteynerler.....	97
Şekil 3.6 : (b) Moloz atıklar için kullanılan kırmızı konteynerler.....	97
Şekil 3.7 : Yalıtım malzemesi kutuları-Zararlı atıklar.....	98
Şekil 3.8 : Şantiyeden genel bir görünüm.....	99
Şekil 3.9 : Cephelerde atık borusu uygulaması..	101
Şekil 3.10 : Cephelerde atık borusu uygulaması detay görünümü.	101
Şekil 3.11 : (a-b) Tema İstanbul Bahçe Prototip Örneği.....	103
Şekil 3.11 : (a) Cephe Kaplaması Prototip Örneği.....	103
Şekil 3.11 : (b) Korkuluk Detayı Prototip Örneği	103
Şekil 3.12 : Tema İstanbul Bahçe Döşemeden kesilen polietilen şiltelerin pencere kenarlarında kullanımı.	103
Şekil 3.13 : Şantiyede üretilen zararlı atıkların geçici depolama şekli.....	107
Şekil 3.14 : Boyutlandırma sonucu oluşan çelik donatı atığı.	112
Şekil 4.1 : Riggs'e göre karar verme süreci işlemler dizisi	133
Şekil 4.2 : AHP Üç Düzeyli Hiyerarşi.....	140
Şekil 5.1 : Yapım Süreci Atık Yönetim Modeli (YS-AYM Kapsamı).....	149
Şekil 5.2 : Yapım süreci iş ve işlemleri ile Atık yönetimine ait iş ve işlemler ile uygulama aşamaları.	151
Şekil 5.3 : Yapım süreci girdi-süreç-çıktı ilişkisi.	152
Şekil 5.4 : YS-AYM Temel Akış Şeması.....	159
Şekil 5.5 : YS-AYM Alt Süreç Akış Şeması.	161
Şekil 5.6 : Yapım Süreci Atık Yönetim Modeli.	163

Şekil 6.1 : Şantiyeden bir görünüm.	185
Şekil 6.2 : (a-b) YALT_S1_A Çatı strüktürünün kurulması.	202
Şekil 6.3 : Kiremit altı kapma uygulaması sırasında atıkların yeniden kullanımı ...	203
Şekil 6.4 : (a-b) Kiremit altı kapma levhası atıklarının eğimli yüzeyin bir araya geldiği mail mahya birleşimlerinde yeniden kullanımı.	204
Şekil 6.5 : (a-b) Kiremit altı kapma levhası üzerine su yatılım uygulaması yapılması	205
Şekil 6.6 : Metal kenetli çatı kaplama uygulamasında kullanılan metal rulo malzeme.....	206
Şekil 6.7 : Rulo malzemeden kesilen levhaların kenetlerinin oluşturulması amacıyla araç yardımıyla şekillendirilmesi.	206
Şekil 6.8 : Şekillendirme sonucu oluşan kenetli levha	207
Şekil 6.9 : Metal levhaların köşelerinin bükülmesi.	207
Şekil 6.10 : Metal levhalara köşelerinin kesilmesi.	208
Şekil 6.11 : Metal kenetlerin biçimlendirilmesi.	208
Şekil 6.12 : İki levhanın geçme yapılarak mekanik birleşimi.....	209
Şekil 6.13 : Atık metal parçalar ile atık karton rulolar	209
Şekil 6.14 : Seçenek 1: Zemin kaplamasının yapılacağı mekana ait plan.	213
Şekil 6.15 : Seçenek 2: Zemin kaplamasının yapılacağı mekana ait plan.	214
Şekil 6.16 : Seçenek 3: Zemin kaplamasının yapılacağı merdivene ait plan.....	215

YAPILARDA YAPIM SÜRECİ ÇEVRESEL ETKİSİNİN AZALTILMASINA YÖNELİK ATIK YÖNETİM MODELİ ÖNERİSİ

ÖZET

Gelişen teknoloji ile birlikte ekonomik ve sosyal değişimlere bağlı olarak günden güne doğaya yabancılaşan insan, doğal döngü içerisinde var olmayan birçok atık üretimine neden olmaktadır. Kentsel alanlarda üretilen atığın önemli bir bölümü yapı endüstrisi kaynaklı olup, yapı endüstrisi kaynaklı atık oluşumu nüfus büyüklüğü ve ekonomik aktivitelerle doğrudan ilişkilidir. Türkiye’de ekonomik değişiklikler ile nüfus artışı, kentleşme, göç gibi sosyal değişiklikler vb. etmenlere bağlı olarak, özellikle son on beş yıl içerisinde yapım faaliyetlerinde önemli oranda artışlar gözlenmiştir. Yapım faaliyetlerindeki bu artışın, ülkemizde oluşan yapım atığı miktarını arttırması kaçınılmazdır. Ülkemizde yıllık yapı endüstrisi kaynaklı atık oluşumu miktarına ilişkin yayınlanmış bir veri bulunmamakla birlikte, Çevre ve Şehircilik Bakanlığı tarafından yapı endüstrisi kaynaklı atık oluşum miktarının 2023 yılı itibarıyla 300 milyon tona ulaşacağı öngörülmektedir. Bu bağlamda, Türkiye’de yapı endüstrisi kaynaklı atıklar için sürdürülebilir atık yönetim stratejilerinin geliştirilmesi ve uygulanması konusu, çevresel açıdan günden güne önemini artıran bir konudur. Yapı endüstrisi kaynaklı atıkların yönetimi konusu, ülkemizde henüz gündeme gelen bir konu olarak nitelendirilebilir. Türkiye’de yapı endüstrisi kaynaklı atık oluşumuna ilişkin veri eksikliği araştırmacılar için en önemli kısıtlardan biridir

Literatürde yapı endüstrisi kaynaklı atıklar için; “Yapım ve Yıkım Atığı”, “Yapısal Atık”, İnşaat ve Yıkıntı Atıkları”, “Yıkım Atığı”, “Tadilat Atığı” olmak üzere çeşitli kavramlar yer almaktadır. Bu kavramların kullanımları, kapsam ve içerikleri araştırmacılar arasında değişkenlik göstermektedir. Tez çalışması kapsamında yapım sürecinde oluşan atığı ifade eden bir kavram olarak **Yapım Atığı** kavramı kullanılmıştır.

Yapım atığının, yıkım vb. atık türleri ile kıyaslandığında, en belirgin özelliği önlenebilir nitelikte olmasıdır. Buna rağmen, yapım atığı konusu genellikle miktarının görece az olması nedeniyle az sayıda araştırmacının dikkatini çekmiştir. Yapım sürecinde belirli bir zamanda az miktarda atık oluşurken, yapım sürelerinin uzun olması ve yapım sürecinin tekrar eden alt süreçlerden oluşması gibi nedenler ile zaman içerisinde oluşan toplam atık miktarı artabilmektedir. Bu durum, kısa vadede yapım atığının görünürlüğünü etkileyen önemli bir etmendir.

Yapım süreci doğası gereği, tasarımcı, yüklenici, alt yüklenici, tedarikçi vb. birden fazla aktörün dahil olduğu; arazi ve iklim koşulları, uygulanan projeye özgü farklılıklar, kullanılan yapım tekniği ve araçlar gibi birçok değişkeni bünyesinde barındıran karmaşık bir süreçtir. Tüm bu değişkenlere bağlı olarak yapım sürecinde üretilen atıklar; tür, miktar bitirilmişlik düzeyi vb. (malzeme, bileşen vb.) özelliklere göre çeşitlenmektedir. Tüm bu değişkenlerin yapım süreci atık yönetiminde değerlendirme ve karar verme sürecine nasıl dahil edileceği konusu önemli bir problem olarak karşımıza çıkmaktadır.

Yapım süreci kaynaklı atıkların yönetilmesine ilişkin farklı kuruluşlarca geliştirilmiş literatürde bazı araçlar bulunmaktadır. Ancak sözü geçen araçlar; veritabanlarının üretildiği ülkeye ait yerel verilere (atık oluşum endeksleri ve hacimsel veriler) dayanılarak üretilmiş olması nedeniyle, farklı ülke ve koşullarda kullanılmaları durumunda güvenilir sonuçlar vermemektedir. Ayrıca sözü geçen araçlarda; atıklar genellikle miktar ve tür olarak kayıt altına alınmakta, atıkların boyutsal özellikleri ile atık oluşum nedenlerine ilişkin bilgiler bulunmamakta ve atık oluşumunu etkileyen proje türü, büyüklüğü, yeri, yapım tekniği vb. değişkenler değerlendirmeye alınamamaktadır. Dolayısıyla, projeye özgü değişkenler ile şantiyeye özgü koşulların değerlendirmeye alındığı bir “Yapım Süreci Atık Yönetim Modelinin” geliştirilmesi; atık oluşumunun önlenmesi/azaltılması ile yapım atığının geri kazanımının sağlanarak ve/veya arttırılarak, yapım sürecinin çevresel etkisinin azaltılması açısından önem taşımaktadır.

Tez çalışması kapsamında yapım sırasında ortaya çıkan atıkların; önlenmesi/azaltılması, geri kazanımının (yeniden kullanım ve geri dönüşüm) sağlanması/arttırılması ve geri kazanım seçenekleri arasından çevresel açıdan seçim yapılmasının, değerlendirme ve karar verme sürecine yapım süreci değişkenleri, yerel veriler ve literatür verilerinin dahil edilerek, konunun sistematik bir yaklaşımla ele alınmasının sağlanması amaçlanmıştır. Bu bağlamda, yapıların yapım sürecinin çevresel etkisini azaltmaya yönelik bir atık yönetim modeli geliştirilmiştir. Modelin kullanıcıları; şantiyelerde proje müdürü, şantiye şefi, kısım şefleri vb. pozisyonlarda görev alan mimar, inşaat müh. vb. meslek insanları şeklindedir. Modelin, başta doğal kaynak tüketimi ile atık oluşumu (kirlilik) olmak üzere yapım sürecinin çevresel etkisinin azaltılmasında etkin rol oynayacağı kabul edilmektedir.

Çevresel açıdan etkin bir atık yönetiminin ortaya konulabilmesi için öncelikle atığın köken, içerik ve özelliklerinin tanımlanması gerekmektedir. Bu bağlamda, Türkiye’de şantiyelerde yapım süreci atık yönetim uygulamalarına (toplama, ayırma, geri dönüşüm, yeniden kullanım vb.) ilişkin verilerin elde edilebilmesi için; nitel araştırmalarda yaygın olarak yararlanılan bir teknik olan yüz yüze görüşme tekniği ile gerekli izinlerin alınabildiği şantiyelerin yerinde incelenmesi yoluyla nitel bir çalışma (alan çalışması) gerçekleştirilmiştir.

Tez çalışması 7 Bölümden oluşmaktadır. 1. Bölümde, çalışmanın problemi tanımlanmış, çalışmanın arka planına ilişkin bilgiler sunularak, amaç ve kapsamı açıklanmıştır. 2. Bölümde çalışmaya temel oluşturan kavramlar (Atık Yönetimi, Yapım ve Yıkım Atığı Yönetimi, Yapım Süreci ve Yapım Süreci Atık Yönetimi) açıklanmıştır. 3. Bölümde; Türkiye’deki şantiyelerde yapım süreci atık yönetim uygulamalarına ilişkin verilerin elde edilebilmesi amacıyla gerçekleştirilen alan çalışmasına ait veriler sunulmuştur. 4. Bölümde; değerlendirme ve karar verme ile ilgili genel bilgiler aktarılmış, tez çalışması kapsamında önerilen model kapsamında yararlanılan çok ölçütlü karar verme yöntemlerinden “Analitik Hiyerarşi Prosesi” yöntemi açıklanmıştır. 5. Bölümde; tez çalışması kapsamında geliştirilen “Yapım Süreci Atık Yönetim Modeline (YS-AYM)” ilişkin bilgiler sunulmuştur. Öncelikle, YS-AYM kapsamında kullanılan temel kavramlar açıklanmış ve modelin amaç, kapsam, zorunlulukları ile kabulleri aktarılmıştır. Daha sonra modelin temel akışı sunularak, modelin adımları açıklanmıştır. 6. Bölümde; YS-AYM’nin şantiye ortamında uygulaması gerçekleştirilerek, uygulama sırasında elde edilen sonuçlar ortaya konulmuştur. 7. Bölümde; tez çalışmasına ait sonuçlar ve öneriler aktarılmıştır. Bu bölümde tez çalışması sonuçları, alan çalışması sonuçları ile modele ait bilgiler olarak aşağıda özetlenmiştir.

Alan çalışması sonuçlarına göre; yapım süreci devam ederken, projede revizyona gidilmesi ve malzemelerin boyutlandırma amaçlı kesilmesi en etkili atık oluşum nedenleridir. Revizyonlar genellikle kullanıcıların istekleri doğrultusunda yapılmaktadır. Ticari alanlarda genellikle mekânsal değişiklikler (duvar yerlerinin değiştirilmesi vb.) talep edilirken, konut işlevli yapılarda ise ince yapı elemanlarında değişiklik talep edilmektedir. Görece daha az etkili olmak üzere diğer atık oluşum nedenleri; proje kaynaklı hatalar; iş koordinasyonu sorunları ve depolama organizasyonu bozuklukları, malzemelerin işçiler tarafından amacı dışında kullanımı şeklindedir. Ayrıca şantiyelerde yeterli denetimin sağlanmaması; işçilik, montaj ve uygulama hatalarını arttırarak atık oluşumuna neden olmaktadır. Çalışma sonuçlarına göre;

- Türkiye’de atık oluşumuna neden olan faktörler (NE) ile atık oluşumunu azaltan faktörler (AF) izlendiği gibi belirlenmiştir:
 - NE1. Kullanıcı istekleri,
 - NE2. Malzeme dayanımı düşüklüğü,
 - NE3. Uygulanan yüzey alanı,
 - AF1. Projeye özgü ebatlarda sipariş,
 - AF2. Tasarımda standart ürünlerin kullanımı,
 - AF3. Şantiyede prototip yapılması,
 - AF4. Yüklenici firmanın ölçeği
- Türkiye’de yer alan şantiyelerde atık yönetimi genellikle atık yönetimi planı çerçevesinde uygulanmamaktadır.
- Şantiyelerde mali kazanç, geri dönüşüm veya yeniden kullanım amacının en önemli tetikleyicisidir. Görüşme çalışması sırasında katılımcılar, geri kazanımın sağlanması için geri dönüşüm firmaları ile yükleniciler arasında yeterli iletişim ağı bulunmamasının, geri dönüşüm uygulamaları açısından önemli bir kısıt olduğunu bildirmiştir.
- Türkiye’de atıkların toplama-ayırma, depolama ve bertaraf uygulamalarında etkili faktörler; atık miktarı, şantiye olanakları, depolama olanağı, yüklenici firmanın ölçeği şeklindedir.
- Türkiye’de atıkların Geri Kazanım Uygulamalarına etki eden faktörler; geri kazanım uygulamalarını Azaltan (AF) ve Arttıran Faktörler (ATF) olarak izlendiği gibi belirlenmiştir:
 - AF1. Geri dönüşüm firmaları ile bağlantı kurulamaması,
 - AF2. Atıkların geri kazanım olanakları ile ilgili yeterli derecede bilgi sahibi olunmaması,
 - ATF1. Atığın Ekonomik Değeri,
 - ATF2. Yüklenici firmanın vizyonu,
 - ATF3. Yapım alt süreçleri arası koordinasyonun sağlanması,
 - ATF4. Şantiyelerde görev yapan teknik personelin geri kazanım konularında farkındalığı ve yaratıcılığı

Modele ait bilgiler; YS-AYM, uygulaması yapılacak olan projeye ait elde edilen verilerin model ortamında analiz edilerek, analiz sonuçlarına göre uygun görülen veya belirlenen atık yönetim stratejilerinin şantiye ortamında uygulanması şeklinde bir yaklaşım ortaya koymaktadır. YS-AYM, yapım sırasında ortaya çıkan atıkların önlenmesi/azaltılması, geri kazanımının (yeniden kullanım ve geri dönüşüm) sağlanması/arttırılması ile geri kazanım seçenekleri arasından çevresel açıdan seçim

yapılmasını **sistematik** bir yaklaşımla sağlamaktadır. YS-AYM ayrıca **projeye ve şantiyeye özgü değişkenler** ile **süreç içi değişkenlerin** (yapım süreci) dikkate alınmasını sağlayarak, atık yönetim stratejilerinin **yerel verilere dayalı olarak belirlenmesini** sağlamaktadır. YS-AYM, ayrıca, kullanıcıların yerel verilere dayalı olarak belirlemiş olduğu yapım süreci atık yönetim stratejilerinin şantiye ortamında uygulanmasını sağlayarak, yapım sürecinin **çevresel etkisini** azaltmaktadır.



WASTE MANAGEMENT MODEL PROPOSAL TO REDUCE THE ENVIRONMENTAL IMPACT OF THE CONSTRUCTION PROCESS OF BUILDINGS

SUMMARY

Increasing industrial production activities as parallel to the increase in the world population alienate the human to nature and cause various environmental impacts such as the depletion of natural resources, global warming, and waste generation. All these environmental impacts force the human to produce solutions and take measures. Construction industry is responsible for an important part of these environmental impacts, such as energy and resource consumption, land use, land deterioration, noise, pollution and waste generation, etc. It is also a major source of urban waste and the most voluminous waste streams generated regularly in urban areas.

Increasing construction activities depending on building demand caused by population growth, economic changes and related factors put enormous stress on waste generation in Turkey. It is estimated that the amount of Construction and Demolition (C&D) waste in Turkey will reach 300 million tons by 2023. To take action and set effective waste management strategies for the construction industry induced wastes are gaining importance day by day in environmental burden for Turkey as well as all over the world. Although there is raising interest in environment related topics and waste management issues in Turkey, there are not enough studies about waste issues in construction activities. The lack of data is a prominent obstacle for the researchers in this research area.

The use of C&D waste concepts varies among researchers in terms of their scope and content. While some of these studies use “C&D waste” term as a material, some of them use the term for different sub-processes of building production processes such as construction, modification, and demolition, processes. Within the scope of the thesis, the concept of construction waste was used to express the waste generated during the construction process.

The most distinctive feature of construction waste compared to construction industry induced waste types is its preventability. However, the issue of construction waste has attracted the attention of a small number of researchers, generally due to its relatively small amount. While a small amount of waste is generated at a certain time during the construction process, the total amount of waste generated over time may increase depending on long construction periods and repetitive sub-processes in the construction process. This situation is an important factor affecting the visibility of construction waste in the short term.

There are various actors involving in the construction process such as the designers, contractors, subcontractors, suppliers, etc. And also the construction process includes different variables such as project type, project size, site location, construction technology, and technique, etc. which makes the process complex. Depending on all these variables, the different features such as type and quantity of wastes produced during the construction process vary. The issue of how to include all these variables

in the waste management applications (evaluation and decision-making process etc.) is an important problem.

There are some currently developed tools to manage construction waste. However, the existing tools do not contain detailed information about the characteristics of construction waste generated on sites. There is no opportunity to include the variables of construction process as project type, size, location, construction technique, etc. in the evaluation process for waste management. Besides, waste estimation tools are generally produced based on local data, and the use of these tools in different countries and conditions does not supply reliable results. Therefore, it is more than an issue to set and implement effective waste management strategies in environmental burden by developing a waste management model for construction process which takes into account different variables of construction processes and local data for Turkey.

Addressing these issues, within the scope of the thesis, the Construction Process Waste Management Model (CP-WMM) has been developed to reduce the environmental impact of the construction process in Turkey. CP-WMM:

- Prevents/reduces waste,
- Supplies and increases waste recovery,
- Provides making environmental choices among the recovery options in a systematic way.
- Includes construction process variables and local data and literature in the environmental evaluation and decision-making process in a systematic way.

CP-WMM is intended to be used by different professionals such as architects, civil engineers, etc. working on different sites. It is accepted that the model will play an active role in reducing the environmental impact of the construction process, especially the consumption of natural resources and waste generation (pollution).

To set effective waste management strategies from an environmental perspective, it is necessary to define the different features of waste such as the type and content of waste and generating factors, etc. In this context, an exploratory research was conducted to reveal the construction waste management practices (collection, sorting, recycling, reuse, etc.) on sites in Turkey. The study was conducted through face-to-face interviews and site visits. The results of the study are also used in CP-WMM.

The thesis study consists of 7 chapters. The content of the study is as follows;

In Chapter 1; the problem of the study is defined, information on the background of the study is presented and the aim and scope of the study are explained.

In Chapter 2; waste and waste management terms are explained, and a general overview of the waste types is presented. Construction and demolition waste is detailed, and the information about the construction process and waste management in the construction process are given.

In Chapter 3; the case study results carried out by face-to-face interviews and site visits are presented.

In Chapter 4; general information about evaluation and decision-making processes is presented, the Analytical Hierarchy Process method which is used within the scope of the proposed model is explained.

In Chapter 5; the "Construction Process Waste Management Model" which is developed within the scope of the thesis is presented and explained in detail.

In Chapter 6; the application results of CP-WMM on a construction site are given.

In Chapter 7; the strengths and weaknesses of CP-WMM are discussed. The results and suggestions are presented.

According to the case study results:

- The most important causes of the waste on the construction sites are the revisions performed in the projects while the construction activities are in progress and the cutting of the materials for sizing. In the residential projects, the revisions are generally made due to the customer's wishes such as a change in the floor and wall finishing materials and kitchen cupboard, etc. In the offices and commercial spaces, they can be mostly due to the spatial changes causing dismantling and crushing walls. Besides, some architectural project problems can cause revisions as well. The other waste causes which are relatively least effective are project-related errors, work coordination problems (finishing the floor covering before infrastructure work is completed), usage of construction materials for different purposes by workers and storage organization disorders. There are also various waste causing factors on-site which can be grouped as Causing Factors (CF) and Decreasing Factors (DF).
 - Causing Factors (CF): CF1. User wishes, CF2. Low material resistance, CF3. Applied surface area.
 - Decreasing Factors (DF): DF1. Project-specific orders (Project sized), DF2. Designing with standard products, DF3. Building in-situ models, DF4. The scale of the contractor.
- There is usually no waste management plan on sites, it is usually applied in an unsystematic way.
- Economic gain is the most important trigger for recycling and reuse of waste on-sites. Respondents stated that inadequacy in connections (network) with the recycling firms and contractors is an important obstacle for the recovery facilities on-sites.
- The affecting factors of collection-sorting, storage, and disposal practices on-sites are quantity of waste, site facilities, storage opportunities, and the scale of the contractor. There are also some affecting factors that may decrease or increase recovery facilities on sites. These can be also grouped as Increasing and Decreasing Factors.
 - Increasing Factors (IF): IF1. The economic value of waste, IF2. The vision and strategy of the contractor firm, IF3. Coordination between the sub-processes of construction, IF4. Technical teams' and workers' awareness and creativity about recovery.
 - Decreasing Factors (DF): DF1. Inadequate connections (network) with the recycling firms and contractors, DF2. Lack of information about recovering potentiality of wastes.

CP-WMM proposes an approach of analyzing the data obtained from the project to be implemented in the model environment and applying the waste management strategies, which is determined according to the analysis results, on the construction sites. CP-WMM provides prevention/reduction, recovery (reuse and recycling), and environmental selection of the recovery options in a systematic approach. It also ensures considering the variables of the construction process in the evaluation process, and implementing on-site the waste management strategies determined by users based on local data. Thus, it reduces the environmental impact of the construction process.



1. GİRİŞ

Yeryüzündeki nüfus artışına paralel olarak, yapı üretimi gün geçtikçe artmakta ve bununla birlikte küresel ısınma, doğal kaynak tüketimi, arazi kullanımı ve atık oluşumu gibi çeşitli çevresel etkilerde de artış gözlenmektedir. Söz konusu etkilerdeki bu artış, insanoğlunu zorunlu olarak çözüm geliştirme ve önlem alma düşüncesi ile karşı karşıya bırakmaktadır.

Gelişen teknoloji ile birlikte, ekonomik ve sosyal değişimlere bağlı olarak günden güne doğaya yabancılaşan insan, doğal döngü içerisinde var olmayan birçok atık üretmektedir. Kentsel alanlarda üretilen atığın önemli bir bölümü yapı endüstrisi kaynaklı olup, dünyadaki birçok şehirde düzenli depolama alanlarına iletilen toplam atığın yaklaşık % 10-30'unu yapı endüstrisi kaynaklı katı atıklar oluşturmaktadır (Li, 2013; European Commission, 2018). Yapı endüstrisi kaynaklı atıklar ya da yapım ve yıkım atığı (YYA), Avrupa'da en fazla üretilen atık türlerinden birini temsil etmekte olup, Birlik içerisinde, kişi başına yılda bir ton olmak üzere toplamda her yıl 500 milyon ton YYA üretilmektedir (Url-1). Kabirifar ve diğ. (2020)'ne göre YYA oluşumu nüfus büyüklüğü ve ekonomik aktivitelerle doğrudan ilişkilidir. Eurostat 2012 ve 2016 yılları verilerine göre, ekonomik aktivitelere bağlı atık oluşum oranları içerisinde, yapı endüstrisi kaynaklı atık oluşum oranı 2012 yılında %33 iken, bu oran 2016'da %36.4'e yükselmiştir (Eurostat,2012; Eurostat, 2016). Bu nedenle YYA için sürdürülebilir yönetim stratejilerinin geliştirilerek, atık miktarının azaltılması ve döngüsel bir ekonomi yaratılması çevresel açıdan önem göstermektedir. Ancak YYA'nın sürdürülebilir bir şekilde yönetimi birçok gelişmekte olan ülkeler için hala büyük bir sorundur.

Gelişmekte olan bir ülke olarak Türkiye'nin ekonomisinde, yapı endüstrisi taşıyıcı ve itici bir güç oluşturmaktadır (INTES, 2019). Yapı endüstrisi, küresel ve bölgesel ekonomik gelişmelerden etkilenmekle birlikte, son on beş yıl içerisinde yapım faaliyetlerinde önemli oranda artışlar gözlenmiştir. Bu artışta, yapı endüstrisinin ülke ekonomisinde lokomotif bir sektör olarak kullanılması ile birlikte çeşitli sosyal

(nüfus artışı, kentleşme, göç vb.), devlet politikaları ve ekonomik değişikliklerin önemli rol oynadığı bilinmektedir (Url-2).

İstanbul ili özelinde son zamanlarda tamamlanan Yavuz Sultan Selim Köprüsü, Kuzey Marmara Otoyolu ve İstanbul Havalimanı gibi büyük ölçekli ulaştırma projeleri gibi kamu yatırımları ile çeşitli özel sektör yatırımlarının yapı endüstrisine önemli etkileri olduğu bilinmekte, Karadeniz'i Marmara Denizi'ne bağlayan kanal projesi (Kanal İstanbul) gibi yeni planlanan projelerin ise yapım faaliyetlerini önemli ölçüde etkileyeceği düşünülmektedir.

Türkiye İstatistik Kurumunun verilerine göre 2002 yılında 36187021 m² yapı ruhsatı verilmiş ve bu miktar 2016 yılında 202321341 m²'ye yükselmiştir (TÜİK, 2016).Türkiye’de üretilen YYA miktarına ilişkin yayınlamış bir veri bulunmamaktadır. Ancak, Türkiye genelinde verilen yapı ruhsatlarındaki artışa paralel olarak, ülkede üretilen YYA miktarında da önemli oranda artış olduğu düşünülmektedir. Ülkemizde oluşan YYA miktarının 2023 yılı itibariyle 300 milyon tona ulaşacağı tahmin edilmektedir (ÇŞB, 2017).

Yapım faaliyetlerindeki, dolayısıyla üretilen YYA miktarındaki artışta, sosyal ve ekonomik etmenlerin yanı sıra depremsellik etkisi de önemli rol oynamaktadır. Türkiye deprem açısından aktif bir bölgede bulunmakta olup, ülke topraklarının %66’sı 1. ve 2. derece deprem bölgesinde yer almakta ve ülke nüfusunun %71’i bu bölgelerde yaşamaktadır. Ayrıca mevcut yapı stokunun %48’inin 30 yaş ve üzeri olduğu bilinmektedir (TOBB, 2011). Ayrıca mevcut yapı stokunun yaklaşık %40’ının sismik performanslarının yeterli olmadığı ve yaşam ömürlerini tamamladıkları tahmin edilmektedir. Çevre ve Şehircilik Bakanlığı (ÇŞB) verilerine göre Türkiye’de 19 milyon yapı yer almakta olup; 2000 yılından sonra inşa edilen 5 milyon yapı dışında kalan 14 milyon yapı stokunun sismik performansları açısından incelenmesi gerekmektedir (ÇŞB, 2017).

17 Ağustos 1999 tarihinde, Marmara Bölgesinde 7.4 büyüklüğünde bir deprem meydana gelmiş ve bu deprem İstanbul ve çevre bölgelerdeki yapı stokunun önemli bir kısmına zarar vermiştir. Depremden sonra, mevcut bina inşaat yönetmeliğinin depremlere karşı yeterli koşulları sağlamadığı ve depremsellik açısından risk oluşturduğu anlaşılmıştır. Bu riski ortadan kaldırmak amacıyla kentsel dönüşüm projelerinin hazırlanması konusu gündeme gelmiş ve çıkarılan çeşitli yasa ve

yönetmeliklerle (Örneğin, Afet Riski Altındaki Alanların Dönüştürülmesi Hakkında Kanun) deprem açısından risk oluşturduğu tespit edilen yapıların yıkılarak yerlerine yenilerinin yapılması şeklinde “kentsel dönüşüm” adı altında uygulamalar yürütülmeye başlanmıştır. ÇŞB verilerine 1999 yılı öncesi göre yapıların sismik performanslarının yetersiz olması nedeniyle en az yarısının (6-7 milyon yapı) yenilenmesi gerekmektedir (Url-3).

Türkiye’de yapım süreci atık oluşum miktarına dair yayınlanmış veri bulunmakla birlikte, yapım faaliyetlerindeki mevcut durum göz önünde alındığında, tüm bu kentsel dönüşüm aktiviteleri ile yenileme çalışmalarının, yapım süreci atık oluşum miktarını arttırması beklenmektedir. Yapım faaliyetlerindeki artış; yapım sürecinde kaynak tüketiminin azaltılması, dolayısıyla atık miktarının azaltılarak geri kazanımın sağlanması/arttırılması, konularında çevresel açıdan çözüm üretme zorunluluğunu doğurmaktadır. Bu bağlamda, Türkiye’de yapım süreci oluşan atıklar için sürdürülebilir atık yönetim stratejilerinin geliştirilmesi ve uygulanması konusu, çevresel açıdan günden güne önemini artıran bir konudur.

1.1 Problemin Tanımlanması

Yapım süreci, doğal kaynak tüketimi, gürültü, kirlilik vb. birçok çevresel etkiye neden olmaktadır. En önemli etkilerinden biri sürecin fiziksel çıktılarından biri olan atık oluşumudur. Yıkım vb. atık türleri ile kıyaslandığında, yapım atığının en belirgin özelliği önlenebilir nitelikte olmasıdır. Buna rağmen yapım atığı konusu genellikle miktarının görece az olması nedeniyle az sayıda çalışmacının dikkatini çekmiştir. Yapım sürecinde, belirli bir zamanda az miktarda atık oluşurken, yapım sürelerinin uzun olması ve yapım sürecinin tekrar eden alt süreçlerden oluşması gibi gerekçeler ile zaman içerisinde oluşan toplam atık miktarı artabilmektedir. Bu durum, kısa vadede yapım atığının görünürlüğünü etkileyen önemli bir etmendir.

Yapım süreci doğası gereği, tasarımcı, yüklenici, alt yüklenici, tedarikçi vb. birden fazla aktörün dahil olduğu; arazi ve iklim koşulları, uygulanan projeye özgü farklılıklar, kullanılan yapım tekniği ve araçlar gibi birçok değişkeni bünyesinde barındıran karmaşık bir süreçtir. Tüm bu değişkenlere bağlı olarak yapım sürecinde üretilen atıklar; tür, miktar bitirilmişlik düzeyi vb. (malzeme, bileşen vb.) özelliklere göre çeşitlenmektedir. Tüm bu değişkenlerin yapım süreci atık yönetiminde değerlendirme ve karar verme sürecine nasıl dahil edileceği konusu önemli bir

problem olarak karşımıza çıkmaktadır. Yapım süreci kaynaklı atıkların yönetilmesine ilişkin mevcutta geliştirilen bazı araçlar bulunmaktadır. Ancak, mevcut araçlar atık oluşum nedenleri ile oluşan atık özelliklerine ilişkin bilgi içermemekte, atıkları miktar olarak bir bütün halinde değerlendirmektedir. Ayrıca, atık tahmin araçları, genellikle yerel verilere dayalı olarak üretilmiştir. Bu araçların farklı ülke ve koşullarda kullanımı güvenilir sonuçlar vermemektedir. Bu bağlamda tez çalışmasının temel problemi;

- Yapım sırasında ortaya çıkan atıkların (i) önlenmesi/azaltılması; (ii) geri kazanımının (yeniden kullanım ve geri dönüşüm) sağlanması/arttırılması, (iii) geri kazanım seçenekleri arasından çevresel açıdan seçim yapılması ve (iv) değerlendirme ve karar verme sürecine yapım süreci değişkenlerinin yerel verilerin ve literatür verilerinin dahil edilerek, konunun sistematik bir yaklaşımla ele alınmasının sağlanmasıdır.

Ülkemizde yapım atığı konusuna ilişkin yeterli veri bulunmadığı için; tez çalışmasının temel problemi kapsamında yer alan alt problemler;

- Türkiye’de yapım sürecinde üretilen atık türü, miktarları ve oluşum nedenlerine ilişkin veri eksikliği,
- Türkiye’de şantiyelerde yapım süreci atık yönetim uygulamalarına (toplama, ayırma, geri dönüşüm, yeniden kullanım vb.) ilişkin veri eksikliği,

olarak belirlenmiştir.

1.2 Çalışmanın Arka Planı

Literatürde yapı endüstrisi kaynaklı atıklar için farklı kavramlar kullanılmaktadır. Bu kavramlardan bazıları; “İnşaat ve Yıkıntı Atıkları”, Yapısal Atık”, “Yapım ve Yıkım Atığı” ve “Tadilat Atığı” olarak sıralanabilir. Bu kavramların kullanımları, kapsamaları ve içerikleri araştırmacılar arasında farklılık göstermektedir.

Tez çalışmasının ikinci bölümlerinde kavramlara ilişkin açıklamalar yer almakta olup; “Yapım ve Yıkım Atığı (YYA)” kavramı yapım ve yıkım süreçlerinde oluşan atığı malzeme düzeyinde ifade etmektedir. Tez çalışmasının ana konusu olan “Yapım Atığı (YA)” sadece yapım sürecinde oluşan atığı kapsamaktadır. Bununla birlikte literatürde yapım sürecinde oluşan atıkları tanımlamak amacıyla, sıklıkla YYA

kelimesinin kullanıldığı görülmektedir. Bu nedenle, hem literatür araştırmasının zengin olması hem de konuyla ilgili çalışmaların bütününe kapsayabilmesi amacıyla, YYA konusunda yapılmış çalışmalar aktarılmıştır. Ancak, binaların yaşam döngüsü süreçlerinden biri olan yıkım sürecine ilişkin çalışmalar dahil edilmemiştir.

YYA konusunda, çeşitli ülkeler ve araştırmacılar tarafından yapılmış, konuyu farklı açılardan ele alan birçok çalışma bulunmaktadır. Tez kapsamında bu çalışmalar, kabaca erken dönem ve son dönem çalışmalar olarak iki ana gruba ayrılabilir. 2010-2020 yılları arasında 10 yıllık bir süreçte yapılmış çalışmalar son dönem çalışmalar olarak nitelendirilirken, 2010 yılı öncesinde gerçekleştirilmiş çalışmalar erken dönem çalışmalar olarak adlandırılmıştır. Erken dönem çalışmalarını ele alacak olursak, örneğin Mcdonald ve Smithers (1998), atık azaltılması ve yönetimiyle ilgili bir alan çalışması (case study) yapmıştır. Çalışmada; yapım sürecinde oluşan atıkların geri kazanımını arttırarak, atık döküm sahalarına iletilen atık miktarını azaltma ile ilgili yönetim politikaları uygulanan bir şantiye ile benzer özellikte bir yönetim politikası uygulanmayan bir diğer şantiye karşılaştırılmıştır. Çalışmanın sonuçlarına göre; atık azaltma, yeniden kullanım ve geri dönüşüm stratejilerini kapsayan atık yönetim planının uygulandığı şantiyede, atık döküm sahasına iletilen atık miktarında %43 oranında azalma sağlanmış ve atık taşıma giderlerinden de %50 oranında kar elde edilmiştir.

Faniran ve Caban (1998), yapım atığı oluşum nedenlerini belirleyerek yapım atığının azaltılmasına yönelik bir çalışma yürütmüşlerdir. Çalışma kapsamında Avustralya’da faaliyet gösteren 24 inşaat firması ile bir anket çalışması yapılmıştır. Çalışmanın sonuçlarına göre en etkili yapım atığı oluşum nedenleri; tasarım değişiklikleri, artan malzemeler, ambalaj atıkları, geri kazanılamaz sarf malzemeleri, tasarım ve detaylandırma hataları ve kötü hava koşullarıdır. Poon ve diğ. (2001), şantiyede yapım atığı ayırma (sorting) ile ilgili bir çalışma yürütmüşlerdir. Çalışma iki aşamalı olarak gerçekleştirilmiştir. İlk aşamada; şantiyenin alan olanağı, maliyet, iş gücü, şantiyede yürütülen faaliyetlerdeki aksamalar, geri dönüşüm pazar durumu, çevresel yarar, yönetsel işlemler, atıkların ayrıştırılabilirliği gibi etmenlerin atık ayırmadaki etkinliğinin göreceli olarak ağırlıklandırılmasına yönelik bir pilot çalışma yürütülmüştür. Çalışmada, sözü geçen etmenlerin 20 farklı uzman tarafından 5’e kadar puanlanması istenmiştir. Katılımcılar; şantiyenin alan olanağı ile yönetsel işlemler ve işgücünü, atık ayırmadaki en önemli etmenler olarak tanımlamış olup,

çevresel yarar, atıkların ayrıştırılabilirliği ve geri dönüşüm pazar durumunu en az etkili etmenler olarak belirlemişlerdir. İkinci aşamada ise, üç farklı şantiye için belirlenen senaryoya göre atık ayırma yöntemlerinin anket yöntemi ile fizibilite (uygulanılabilirlik) açısından değerlendirilmesi istenmiştir. Sonuç olarak atıkların kaynağında ayrılmasının, bir yerde toplanarak atık yığını içerisinde ayrıştırılmasına kıyasla daha az çaba gerektirdiği ve daha kaliteli bir ayırma olanağı sunduğu sonucu ortaya çıkmıştır. Poon ve diğ. (2004a), Hong Kong'da konut inşaatlarının yapımı sırasında ortaya çıkan atık miktarlarını ve atık oluşum nedenlerini analiz etmiş ve atık işleme yöntemlerini incelemişlerdir. Çalışma, 5 farklı konut şantiyesinin düzenli aralıklarla yerinde incelenmesi şeklinde gerçekleştirilmiştir. Çalışmanın sonuçlarına göre; en önemli atık türü kalıp olarak kullanılan ahşap panolar ve harç ile yapılan işlerden (wet trade) kaynaklı atıklardır. Ayrıca; prekast (ön yapım) ürünlerin kullanımının atık miktarını azalttığı ve etkin bir atık yönetimi için atık yönetim planının hazırlanarak atık ayırmanın yaygınlaştırılması gerektiği vurgulanmıştır.

Poon ve diğ. (2004b), çeşitli yıkım atıklarının geri kazanım oranlarını iki farklı örnek üzerinden (case study) araştırmıştır. Çalışmanın sonuçlarına göre yıkım yüklenicileri, kontratta yer almasına rağmen, yıkım sırasında şantiyede atık ayırma yapmamaktadır. Araştırmacılara göre; geri kazanımın artırılması için yıkım çalışması sırasında seçici yıkım yöntemi tercih edilmelidir. Poon ve diğ. (2004c)'nin, Hong Kong'da yapım atığı oluşum nedenleri ve oranları ile atık azaltma yöntemlerini belirlemeye yönelik bir çalışmaları daha bulunmaktadır.

Kartam ve diğ. (2004), Kuveyt'te döküm sahalarına iletilen YYA miktarının azaltılması ve geri dönüşüm uygulamalarıyla ilgili bir çalışma yapmışlardır. Shen ve diğ. (2004) yapım sürecinde atık yönetimi ile ilgili Hong Kong'da yer alan altı farklı şantiyeye ait bir alan çalışması gerçekleştirmişlerdir. Tam ve Tam (2006) yapım atığının geri dönüşüm uygulamaları üzerine bir çalışma yapmışlardır. Begüm ve diğ. (2006) Malezya'da yer alan şantiyeler ile ilgili bir alan çalışması gerçekleştirmişlerdir. Begüm ve diğ. (2007a) Malezya'daki yüklenicilerin atık yönetimi uygulamaları maliyetlerini karşılama konusunda isteklilik durumlarını belirlemeye yönelik bir çalışma yürütmüşlerdir. Begüm ve diğ. (2007b) atık azaltma etmenlerinin etkinliğine yönelik yüklenicilerle bir görüşme çalışması yapmışlardır.

Tam (2008a) Hong Kong'da şantiyelerde uygulanan atık yönetim planının etkinliğine yönelik anket çalışması ve yapılandırılmış görüşme tekniğiyle bir çalışma gerçekleştirmiştir. Çalışma sonuçlarına göre, uygulanan planın toplam maliyeti arttırması katılımcılar tarafından olumsuz bir etken olarak ortaya konulurken, plan geri dönüşüm ve yeniden kullanım önerileri açısından olumlu bulunmuştur. Osmani ve diğ. (2008) yapım atığının azaltılmasına yönelik mimarların yaklaşımlarını belirlemeye yönelik anket yöntemiyle bir çalışma gerçekleştirmişlerdir. Çalışmada; atık oluşumunun tasarım sürecinde bir öncelik olmadığı, atık oluşumunun temel olarak saha çalışmaları sırasında ortaya çıktığı ifade edilmiştir. Tam (2008b) beton atığın geri dönüşümünde ekonomik etmelere yönelik bir çalışma gerçekleştirmiştir.

Yuan ve Shen (2011) YYA konusunda literatürde yer alan 2000-2009 yılları arasındaki çalışmaları incelemiş ve bu çalışmaları YYA oluşumu, YYA azaltma, YYA yeniden kullanımı, YYA geri dönüşümü, YYA yönetimi, YYA yönetiminde insan faktörü şeklinde altı kategoriye göre sınıflandırmışlardır. İncelenen çalışmalar genellikle YYA konusunda atık miktarının belirlenmesi, atık türünün belirlenmesi, atık oluşum nedenlerinin belirlenmesi, atıkların geri kazanımı ve atıkların bertarafı gibi konuları kapsamaktadır. Söz konusu dönemde yapılmış birçok çalışmanın YYA'ya yönelik terminolojinin oluşması konusunda temel oluşturduğu ve sonrasında yapılan birçok çalışmaya referans olduğu söylenebilir. 2010 yılından günümüze kadar son dönem çalışmalarına örnek verecek olursak, Wang ve diğ. (2010) Çin'de yapım atıklarının şantiyede ayrılmasına yönelik (sorting) etmenleri bulmayı amaçlayan bir çalışma yürütmüşlerdir. Lu ve Yuan (2010), atık yönetiminde başarılı olunmasında önemli olan etmenleri belirlemeye yönelik bir çalışma gerçekleştirmişlerdir. Katz and Baum (2011) yapım atığı miktarını belirleme yönelik bir metot geliştirmiştir. Llatas (2011) YYA miktarını belirlemeye yönelik bir model geliştirmiştir. De Melo ve diğ. (2011) Lizbon'da YYA yönetimine ilişkin bir çalışma yürütmüşlerdir. Yuan (2013a) Çin'deki atık yönetim uygulamalarının güçlü, zayıf özellikleri ile fırsat ve tehditleri (SWOT analizi) belirlemeye yönelik bir çalışma yürütmüştür. Lu ve Yuan (2012) Hong Kong'da şantiye dışındaki atık ayırma uygulamalarını araştırmışlardır. Lachimpadi ve diğ. (2012) konvansiyonel kalıp, prekast ve üç farklı yapım tekniği ile inşa edilen üç farklı yüksek yapının yapım sürecini, atık azaltma açısından ele alan bir çalışma gerçekleştirmişlerdir. Yuan ve diğ. (2013) atık ayırma işlemlerini altı farklı şantiye örneği üzerinden ele almışlardır.

Li ve diğ.(2013) şantiyede atık oluşum miktarının belirlenmesine yönelik bir model geliştirmişlerdir. Li ve Yang (2014) ofis yapılarının yapımında atık yönetimini ele alan bir çalışma yürütmüşlerdir. Gangolells ve diğ. (2014) şantiyelerde atık yönetim uygulamalarının etkinliğini araştırmışlardır. Pericot ve diğ. (2014) şantiyelerde üretilen ambalaj atıklarına ilişkin bir çalışmayı, Wang ve diğ. (2014) yapım atığı azaltılması konusunda tasarım sürecinde etkin olan faktörlerin belirlenmesine ilişkin bir çalışmayı, Saez ve diğ. (2014) konut yapılarında YYA oluşumuna ilişkin bir çalışmayı, Dahlbo ve diğ.(2015) YYA yönetiminin performansı üzerine bir çalışmayı yürütmüşlerdir. Bakshan ve diğ. (2015) yapım sürecinin farklı aşamalarında oluşabilecek atık miktarını belirlemeye yönelik bir metodoloji geliştirmişler, Lu ve diğerleri (2015) atık yönetim uygulamalarını karşılaştıran bir çalışma yürütmüşler, Li ve diğ. (2016) yapım atığı miktarını tahmin etmeye yönelik bir model önermişlerdir. Ajayi ve diğ. (2016) şantiyelerde atık yönetimi uygulamalarına ilişkin bir çalışma yürütmüş olup, Ding ve diğ. (2017) yapım ve tasarım sürecinde atık azaltılmasına yönelik bir model önermişlerdir. Hossain ve diğ.(2017) Hongkong'da YYA yönetimi uygulamalarının çevresel performanslarını karşılaştırmaya yönelik bir çalışma yürütmüşler, Jin ve diğ. (2017) yapım ve yıkım atığının geri dönüşüm ve yeniden kullanımına yönelik ampirik bir çalışma gerçekleştirmişlerdir.

Li ve diğ. (2017) atık azaltma ile ilgili etkili olan faktörleri belirlemeye yönelik bir çalışmayı yürütmüşler, Yuan (2017) Çin'de YYA yönetimi ile ilgili bir araştırma yapmışlardır. Ding ve diğ. (2017) yapım ve tasarım aşamasında atık azaltmaya yönelik bir model önermişlerdir. Martos ve diğ. (2018) Avrupa'da YYA yönetimine ilişkin bir çalışma yürütmüşler, Ajayi ve Oyedele (2018) tasarım sürecinde atık azaltmaya ilişkin, Gan ve diğ. (2018) Çin'de şantiye dışında atık yönetimine ilişkin, Chen ve diğ. (2019) ile Madi ve Srouf (2019) YYA yönetimine ilişkin çalışmalar yürütmüşlerdir. Lu (2019) YYA yasadışı dökümüne ilişkin bir çalışma gerçekleştirmiştir. Ye ve diğ. (2012), Saez ve diğ. (2013), Ajayi ve diğ. (2015), Marreo ve diğ. (2017), Esa ve diğ. (2017), Mahpour (2018), Huang ve diğ.(2018) YYA yönetimine ilişkin çalışmalar yürüten diğer araştırmacılarıdır.

Jin ve diğ. (2019), YYA konusunda 2009 ile 2018 yılları arasında yapılmış literatürde yer alan çalışmaları incelemiş olup, bu çalışmaları; geri kazanılmış içerik ile ilgili çalışmalar, atık miktarı tahmini çalışmaları, gelişmekte olan ülkelerde atıkların yeniden kullanımı ve geri dönüşümüne ilişkin çalışmaları ile yeniden

kullanım ve geri dönüşüm amaçlı tasarım çalışmaları olarak gruplandırmışlardır. Aynı çalışmada YYA ile ilgili güncel araştırma konuları ise; atık yönetiminde standartlaşmış performans ölçütlerinin geliştirilmesi, atık yönetiminde insan faktörü, YYA yönetiminde döngüsel ekonomi yaratılması, YYA yönetiminde yapı bilgi modelleme (Building Information Modeling-BIM),büyük veri (big data) gibi bilgi sistemleri vb. konular olarak belirlenmiştir. Li ve diğ. (2020)'ne göre, YYA yönetiminde bilgi sistemlerinin kullanımı henüz güncelliğini kazanmış bir konudur ve YYA yönetiminde bilgi teknolojilerinin kullanımı geleneksel yöntemlere göre daha fazla verim sağlamaktadır. YYA yönetiminde yeni yaklaşım ve teknolojilerin geliştirilmesi ve bu teknolojilerin birbirleri ile entegrasyonunun sağlanması sonucu,bilgi teknolojileri ve sistemlerinin YYA yönetimine uygulanması konusunda daha fazla çalışmaya gereksinim duyulmakta olup, bu konudaki çalışmaların hızlı bir şekilde yaygınlaşması beklenmektedir (Jin ve diğ., 2019; Li ve diğ., 2020).

Literatürde yer alan farklı ülke ve araştırmacılara ait çalışmaları genel olarak; (i) yapım, yıkım ve yenileme süreçlerinde oluşan atıkları malzeme düzeyinde değerlendiren çalışmalar ve (ii) yapım ve yıkım atığı oluşumu ve yönetimi açısından süreç olarak değerlendiren çalışmalar olarak iki temel kategoride sınıflandırmak mümkündür. Atık oluşumu ve yönetimini yapım ve/veya yıkım süreçleri bazında değerlendiren çalışmaların, malzeme düzeyinde değerlendiren çalışmalara göre daha az olduğu görülmüştür. Literatürde yer alan çalışmalarda veri elde etmeye yönelik, anket ve görüşme çalışmalarının yaygın olarak kullanıldığı, bununla birlikte şantiye ziyaretleri şeklinde veya her ikisinin de kullanıldığı hibrit çalışmaların da yer aldığı görülmüştür. Ancak yapım süreçlerinin uzun olması ve yapım sürecinde yer alan tüm alt süreç ve imalatlarda yerinde gözlem yapmanın, zaman kısıtlılığı gibi gerekçelerle her zaman mümkün olmaması gibi sebeplerle, anket ve görüşme çalışmalarının gözlem çalışmalarına tercih edildiği görülmüştür.

YYA konusu ülkemizde henüz güncelliğini kazanan bir konu olarak nitelendirilebilir. Türkiye'de YYA ile ilgili veri eksikliği araştırmacılar için en önemli kısıtlardan biridir. Türkiye'de YYA konusunda uluslararası indeksli dergilerde yayımlanmış yayınlar (science direct, web of science ve scopus veritabanlarında taranan dergiler) ile doktora tezi çalışmaları incelenmiştir. Türkiye'de yapılan bu çalışmalara örnek vermek gerekirse, Esin ve Coşkun (2007) konut yapılarında yapılan tadilatlar sırasında ortaya çıkan atıkların azaltılması ve

önlenmesine yönelik bir çalışma yürütmüş olup, çalışmada yapılan tadilatların nitelikleri ve gerekçelerini belirlemek üzere anket çalışması gerçekleştirilmiştir. Çalışmada; tadilatların önemli bir bölümünün yapı elemanlarındaki bozulmalar nedeniyle gerçekleştirildiği ve bu nedenle dayanıklı malzeme seçiminin atık önleme ve azaltmada önemli olduğu; estetik gerekçelerle tadilat yapılmasının da Türkiye’de oldukça yaygın olduğu ve konutların kullanıcıların gereksinim/beklentilerini karşılayacak şekilde tasarlanması ile tadilatların önüne geçilebileceği; mekanların kullanıcı gereksinimlerine uyarlanabilir nitelikte (esnek) tasarlanması ile atık oluşumunun azaltılabileceği vb. sonuçlar ortaya konulmuştur. Polat ve diğ. (2017) yapım ve yıkım süreci atıklarını birlikte ele almış ve oluşum nedenlerini belirlemeye yönelik bir anket çalışması yürütmüşlerdir. Çalışma sonuçlarına göre; tasarım değişiklikleri, detaylandırma ve tasarım hataları, yapı malzemelerinin ekonomik olmayan şekillerde boyutlandırılması (kesim) önemli atık oluşum nedenlerindendir. Salgın (2015) “Yapı yaşam süreçlerinde yapısal atıkların önlenmesine/azaltılmasına yönelik tasarım yaklaşımları ve bir model önerisi” doktora tezini hazırlamış olup, tez kapsamında yapıların tasarım sürecinde kullanılabilecek bir model önermiştir. Bilimsel çalışmalar son dönemde yaygınlaşma eğilimi göstermektedir.

1.3 Çalışmanın Amacı ve Kapsamı

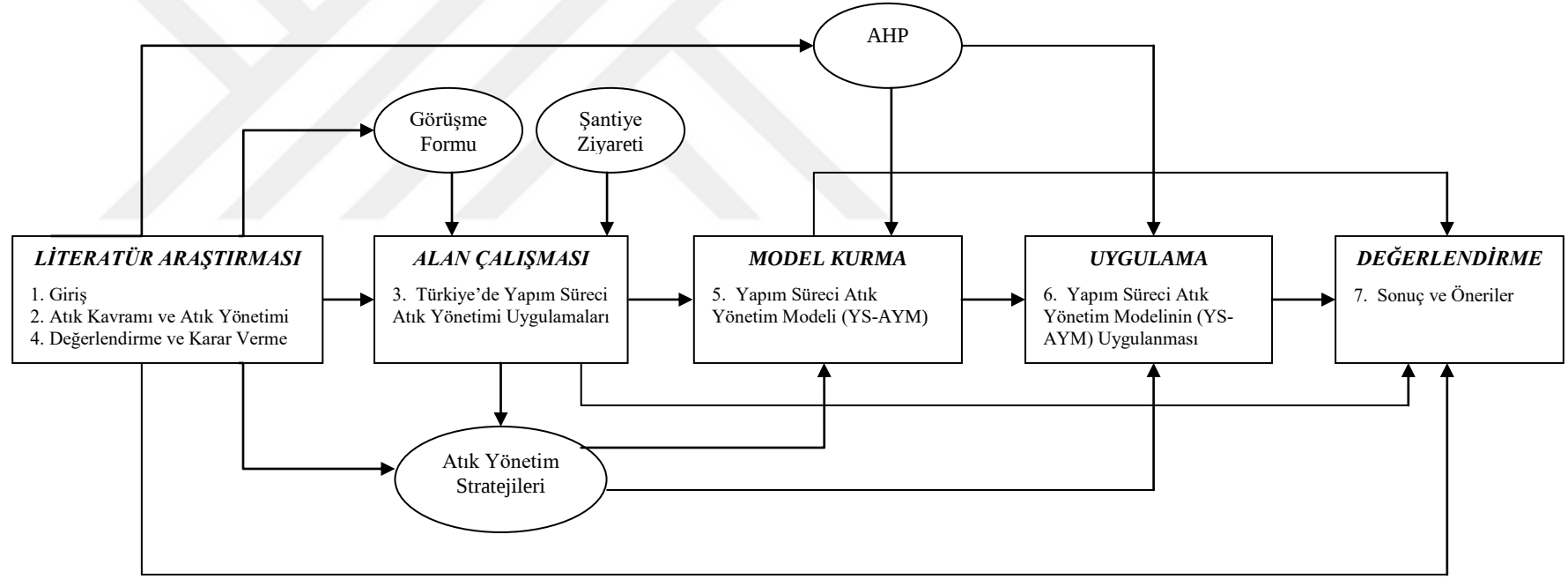
Problemin tanımlanması bölümünde ifade edilen temel probleme yönelik olarak tez çalışmasının ana amacı; yapıların yapım süreci çevresel etkisini azaltmaya yönelik bir atık yönetim modeli geliştirmektir. Çalışma; yapı üretim sürecinin yapım aşamasını kapsamaktadır. Geliştirilecek modelin şantiyelerde, proje müdürü, şantiye şefi, kısım şefleri vb. pozisyonlarda görev alan mimar, inşaat müh. vb. meslek insanları tarafından kullanılması amaçlanmaktadır. Atık yönetimi modeli önerisinin yapım sürecinin başta doğal kaynak tüketimi ile atık oluşumu (kirlilik) olmak üzere yapım süreci çevresel etkisinin azaltılmasında etkin rol oynayacağı düşünülmektedir. Yapım süreci atıklarının etkin bir şekilde yönetimini sağlaması amaçlanan atık yönetim modeli önerisinin; Literatür araştırması ile Türkiye’de yapım atığına ilişkin veriler ışığında geliştirilmesi amaçlanmaktadır. Ancak; Türkiye’ye ait yapım atığı verisi eksikliği önemli bir engel olarak karşımıza çıkmaktadır. Bu bağlamda tez çalışmasının temel ve alt problemlerine uygun olarak belirlenen alt amaçlar aşağıda yer almaktadır:

- Türkiye’de yapım sürecinde üretilen atık türü, miktarları ve oluşum nedenlerine ilişkin veri elde edilmesi,
- Türkiye’de şantiyelerde yapım süreci atık yönetim uygulamalarına (toplama, ayırma, önleme/azaltma geri dönüşüm, yeniden kullanım vb.) ilişkin veri elde edilmesi,
- Yapım sırasında ortaya çıkan atıkların önlenmesi/azaltılmasının sağlanması,
- Yapım sürecinde çeşitli tür ve niteliklerde oluşabilen atıkların çeşitli ölçütlere göre, geri kazanım seçenekleri arasından çevresel açıdan seçim yapılarak geri kazanımının sağlanması/arttırılması,
- Atık oluşumu ve yönetimine ilişkin yerel veriler, projeye ve şantiyeye özgü değişkenler, literatür verileri ve yerel verilerin yapım süreci atık yönetiminde değerlendirme ve karar sürecine dahil edilmesinin sağlanması,
- Yapım süreci atık yönetim uygulamalarının şantiyedeki akış içerisinde sistematik bir yaklaşımla ele alınmasının sağlanması,

şeklindedir.

1.4 Çalışmanın Yöntemi

Tez çalışmasının 1. Bölümü olan Giriş bölümünde, Çalışmanın Problemi tanımlanmış, Çalışmanın Arka Planına ilişkin bilgiler sunularak, Çalışmanın Amacı ve Kapsamı açıklanmıştır. Tez çalışmasının 2. Bölümünde ise Atık Kavramı ve Atık Yönetimi ana başlığı altında; Atık ve Çeşitleri, Atık Yönetimi ve Yapım Süreci alt başlıkları altında konuya ilişkin kavramlar aktarılmıştır. Tez çalışmasının 3. Bölümünde Türkiye’de Yapım Süreci Atık Yönetimi Uygulamalarına ilişkin veriler ile verilere dayalı olarak elde edilen sonuçlar sunulmuştur. Tezin 4. Bölümünde, Değerlendirme ve Karar Verme ile ilgili genel bilgiler aktarılmış, tez çalışması kapsamında önerilen model kapsamında yararlanılması planlanan çok ölçütlü karar verme yöntemlerinden Analitik Hiyerarşi Prosesi yöntemi açıklanmıştır. Tezin 5. Bölümünde, tez çalışması kapsamında geliştirilen “Yapım Süreci Atık Yönetim Modeli” sunulmuştur. Tezin 6. Bölümünde Modelin uygulaması gerçekleştirilmiştir. 7. Bölümde ise sonuç ve önerilere yer verilmiştir. Tez çalışmasının aşamaları ve bu aşamalarda kullanılan yöntemler Şekil 1.1.’de yer almaktadır.



Şekil 1.1 : Tezin yöntemi.

Çalışmada kullanılan yöntemlere bakıldığında;

- Tez çalışmasının 1. Bölümünde yer alan Çalışmanın Arka Planına ilişkin bilgilerin, 2. Bölümünü oluşturan; Atık Kavramı ve Atık Yönetimi ana başlığı altında yer alan Atık ve Çeşitleri, Atık Yönetimi ve Yapım Süreci alt başlıklarına ilişkin bilgilerin ve 4. Bölümü oluşturan Değerlendirme ve Karar Verme yöntemlerine ilişkin bilgilerin *literatür araştırması* yoluyla elde edildikleri,
- Tez çalışmasının 3. Bölümünü oluşturan Türkiye’de Yapım Süreci Atık Yönetimi Uygulamalarına ilişkin verilerin; nitel araştırmalarda yaygın olarak yararlanılan bir teknik olan *yüz yüze görüşme tekniği* ve gerekli izin alınabilen *şantiyelerde yerinde incelemeler* yapılarak gerçekleştirildiği,
- Tez çalışmasının 5. bölümünü oluşturan Yapım Süreci Atık Yönetim Modeli’nin; *literatür araştırması ve yüz yüze görüşme verileri* ışığında; *öngörü sistemine dayalı bir değerlendirme olan AHP yönteminden yararlanılarak* geliştirildiği,
- Tez çalışmasının 6. bölümünü oluşturan Yapım Süreci Atık Yönetim Modeli (YS-AYM) uygulamasının, model geliştirilmesi sonrasında yapım süreci atık yönetimi uygulamalarının araştırılması sırasında görüşülen uzmanlardan biri ile yine *yüz yüze görüşme tekniği ile* gerçekleştirildiği,
- Tez çalışmasının 7. bölümünü oluşturan Sonuç ve Öneriler bölümünün ise tüm çalışma kapsamında elde edilen *verilerin analiz ve değerlendirilmesi ile* özetlendiği görülmektedir.



2. ATIK KAVRAMI VE ATIK YÖNETİMİ

Atık yönetimi konusunu anlayabilmek için öncelikle “atık” kavramını ele almak gerekmektedir. Atık, “Sahibinin/kullanıcının attığı, atmayı planladığı veya atılması gereken herhangi bir madde ya da nesnedir” (European Parliament and Council, 2008). Atık, Türk Dil Kurumu tarafından “Üretimden tüketime kadar olan tüm aşamalarda ortaya çıkan ve kullanıcının artık işine yaramayan maddelerin tamamı” olarak tanımlanmıştır (Url-4). Atık, herhangi bir tüketim veya üretim aktivitesi sonucu ortaya çıkmakta olup; önlenmesi, azaltılması veya yönetilmesi gereken bir nesnedir. İnsan eliyle gerçekleştirilen aktivitelerin tamamında atık üretilmekte olup, üretilen atık miktarı ve çeşitleri; kültürel farklılıklar, gelir seviyesi, tüketim alışkanlıkları, yaşanılan coğrafya, yaşanılan coğrafyadaki doğal kaynak çeşitliliği vb. birçok faktöre bağlı olarak değişiklik gösterir (Christensen, 2011; Pires ve diğ., 2011; UNEP, 2005). Atıklar; kaynağına, doğasına, fiziksel, mekanik, biyolojik ve kimyasal özelliklerine göre sınıflandırılmaktadır. Fiziksel özellikleri arasında atık yoğunluğu, nem içeriği ve kalori değerleri yer alırken; kimyasal özellikleri, kimyasal bileşimi, karbon / nitrojen oranı, PH ve ağır metal içeriği ve diğer zararlı veya zararsız olma özellikleri olarak sıralanmaktadır. Biyolojik özellikleri ise; atığın içinde yer alan mikroorganizma kültürleri ve bu kültürlerin yaşamı devam ettirebilmek için atıktan ne şekilde yararlandıklarına bağlıdır (Chang ve Pires, 2015). Atıklar kaynaklarına (kökenlerine) göre (Chang ve Pires, 2015):

- Evsel Atıklar (Evsel atık, kurumsal, ticari ve servis atıkları),
- Endüstriyel Atıklar (Çeşitli üretim aktiviteleri, yapım ve yıkım aktiviteleri, kimya, otomotiv, enerji, maden ve tarım atıkları),
- Medikal Atıklar,
- Diğer Atıklar (Evsel, endüstriyel veya medikal atıklar dışında kalan atıklar)

şeklinde sınıflandırılmaktadır.

Atıklar doğalarına ya da yapılarına göre ise:

- Zararlı Atıklar (İnsan sağlığına ya da çevreye bir veya birden fazla zararı olan atıklar),
- Etkisiz (inert) Atıklar (Herhangi bir fiziksel, biyolojik ve kimyasal dönüşüme uğramayan atıklar) (Chang ve Pires, 2015),
- Zararsız Atıklar (Öncelikle fiziksel olmak üzere, kimyasal veya biyolojik dönüşümler sebebiyle herhangi bir zararı olmayan atıklar)

olarak sınıflandırılmaktadır (Pires ve diğ., 2011).

Atığın zararlı atık olarak nitelendirilmesi için, yüksek yanıcılık, patlayıcılık, oksidasyon, zehirlilik, kanserojen vb. bazı özelliklere sahip olması gerekmektedir. Bu özellikler, Avrupa Birliği Avrupa Parlamentosu ve Konseyi tarafından 2008 yılında yayınlanan Atık Çerçeve Direktifi (WFD) 2008/98 / EC Ek III'te tanımlanmıştır. Atıkların sınıflandırılması ile ilgili uluslararası kabul gören Avrupa Birliği Komisyonu kararına göre 2000 yılında yayınlanan Avrupa Atık Listesi, atıkları 20 ana başlık altında sınıflandırmış olup, her bir başlığın altında altı haneli rakamlarla çeşitli atıklar kodlanmıştır. Atıkların sınıflandırılması ve katı atık türleri konusu tez çalışmasının ana konusu olmadığı için, çalışma kapsamında endüstriyel bir katı atık türü olan yapım ve yıkım atığından söz edilmesi yeterli bulunmuştur.

2.1 Yapım ve Yıkım Atığı (YYA)

YYA hakkında farklı araştırmacılar ve kuruluşlar tarafından yapılmış ve birbirlerine benzeyen birçok tanım bulunmaktadır. YYA, UNEP tarafından; “yeni binaların yapımı, eski yapıların veya yolların yıkımı ve mevcut binalarda bakım işlemleri sırasında olmak üzere kentsel alanlarda düzenli olarak üretilen atık” şeklinde tanımlanmıştır (UNEP, 2005). EPA tarafından; “binaların, yolların ve köprülerin inşası, yenilenmesi ve yıkılması sırasında ortaya çıkan artıklardır” şeklinde tanımlanmış olup (Url-5), EPA'ya göre Yapım ve Yıkım Atığı; hacimli ve ağır malzemeler içeren beton, ahşap (binalardan), asfalt (yollardan ve çatı kaplamalarından), alçı (kuru duvarların ana bileşeni), metaller, tuğla, cam, plastikler, hurda yapı elemanları (kapılar, pencereler ve sıhhi tesisat armatürleri), ağaç kütükleri, toprak ve kaya parçalarından oluşmaktadır (Url-5). Kofoworola ve Gheewala (2009) tarafından; yapım, yıkım ve yenileme faaliyetleri sırasında ortaya çıkan atık olarak tanımlanmıştır (Lu ve Yuan, 2011). Pichtel ise YYA'yı; konut,

konut dışı yapılar ile yol ve köprülerin yapımı, yenilenmesi ve yıkımı sırasında açığa çıkan ağaç kütükleri, kayalar, toprak gibi malzemeler olarak tanımlanmış olup, arazi temizleme faaliyetleri sırasında açığa çıkan atığı da bu sınıfa dahil etmiştir (Pichtel, 2005). YYA; ÇŞB tarafından hazırlanan ve 18.03.2004 tarih ve 25406 sayılı Resmi Gazetede yayınlanarak yürürlüğe giren “Hafriyat Toprağı, İnşaat ve Yıkıntı Atıklarının Kontrolü Yönetmeliği” kapsamında inşaat atığı, hafriyat atığı ve yıkıntı atığı olarak üç ayrı grup altında tanımlanmıştır. Hafriyat Toprağı: “İnşaat öncesinde arazinin hazırlanması aşamasında yapılan kazı ve benzeri faaliyetler sonucunda oluşan toprak”; İnşaat Atıkları: “Konut, bina, köprü, yol ve benzeri alt ve üst yapıların yapımı esnasında ortaya çıkan atıklar”; Yıkıntı Atıkları ise: “Konut, bina, köprü, yol ve benzeri alt ve üst yapıların tamirâtı, tadilatı, yenilenmesi, yıkımı veya doğal bir afet sonucunda ortaya çıkan atıklar” olarak tanımlanmıştır (Hafriyat Toprağı, İnşaat ve Yıkıntı Atıklarının Kontrolü Yönetmeliği., 2004).

Literatürde yapım ve yıkım süreçlerinde oluşan atıkların ayrı ayrı ele alındığı tanımlar da yer almaktadır. Örneği, yapım atığı USEPA tarafından; yapım, tadilat, yenileme veya onarım faaliyetleri sırasında ortaya çıkan yapı malzemeleri ve zemin iyileştirme malzemeleri ve diğer katı atıklar olarak tanımlanırken; yıkım atığı “yıkım ve seçici yıkım sırasında ortaya çıkan yapı malzemeleri ve zemin iyileştirme malzemeleri olarak tanımlanmıştır” (USEPA, 2007). Yapım atığı; beton, işlenmemiş ahşap, kaplama elemanları, metal çatı kaplamaları, alçı paneller, boyalar, karton kutular ve ambalajlar, izolasyon malzemeleri vb. birçok atık malzemeyi içerebilmektedir (USEPA, 2007; Poon et al, 2001). Spivey’in çalışması (1974b) yapım atığını sınıflandıran en erken çalışmalardandır. Yapım sürecinde yaygın olarak üretilen atıklar Spivey’in sınıflandırmasına göre (Gavilan and Bernold, 1994);

- Kırma/yıkma sonucu oluşan atıklar; beton, tuğla vb.,
- Ambalaj malzemeleri; kağıt, karton, plastik vb.,
- Ahşap (ağaçlar dahil),
- Atık beton ve asfalt,
- Çöp ve sıhhi atık,
- Hurda ve metal ürünler,
- Kauçuk, plastik ve cam,

- Pestisitler ve kutuları,

şeklinde dir.

YYA için bir diğ er sınıflandırma, Franklin Associates Şirketi (ABD) tarafından yapılmıştır. Bu sınıflandırmada YYA, birincil zararsız içerik, organik esaslı içerik ve kompozit içerik olarak gruplandırılmış olup, malzemelere ait bilgiler Çizelge 2.1.'de yer almaktadır.

Çizelge 2.1 : Yapım ve yıkım atığı içeriği (Franklin Associates, 1998).

YAPIM VE YIKIM ATIĞI İÇERİĞİ		
Birincil Zararsız İçerik	Organik Esaslı İçerik	Kompozit İçerik
Asfalt	Tavan karoları	Halı kaplama
Tuğla	Oluklu nakliye konteynerleri	Halı altlığı
Cüruf tuğlası	Selüloz esaslı yalıtım malzemesi	Alçı Levha
Donatılı Beton	Isı İzolasyon Malzemeleri	(çoğunlukla kağıt destekli)
Donatısız Beton	Paletler / makaralar	Elektrik armatürleri
Sunta	Presli Karton / Yonga Levha	(metal, ısıt tüpleri / ampuller, balastlar)
Seramik	Çatı malzemeleri	Elektrik anahtarları/düğmeleri
Cam	Kereste	Kauçuk hortum / boru
Toprak	Kontrplak,	Lastikler
Plastik levha, film		Boyalı Ahşap
Plastik boru		İşlenmiş Ahşap
Porselen, banyo armatürleri dahil		Ahşap kompozitler
Metal-demir		
Demir dışı metaller		
Elektrik kabloları		
Yalıtım malzemeleri		
Plastik kovalar / konteynerler		

Yapım, yenileme ve yıkım faaliyetleri sırasında bileşimlerine göre; tuğla, asfalt, ahşap, metaller, çimento vb. gibi birçok atık üretilmektedir (Pichtel 2005). Yapım sürecinde, yıkım sürecine kıyasla daha temiz (kontaminasyonsuz) atıklar üretilmektedir (Pichtel 2005). Bu atıklardan bazıları etkisiz özellikteyken bazıları zararlı özellikte olabilmektedir. Beton, tuğla, metaller, asfalt vb. yapım atığı genellikle etkisiz özellikte atıklardır (UNEP, 2005). Ancak asbest içeren ürünler, kurşun içeren boyalar vb. atıklar zararlı atık olarak nitelendirilmektedir (Pichtel 2005). Avrupa Komisyonu (2016) zararlı atıkları (YYA); kirlenmiş toprak ve dip tarama çamurları, yanıcı, toksik veya tahriş edici özellikte olan yapıştırıcılar, dolgu macunları ve mastik içerebilecek malzeme ve maddeler, katran (toksik, kanserojen), solunabilir lif formunda asbest bazlı malzemeler (toksik, kanserojen), mantar ilaçları,

böcek ilaçları vb. ile kirlenmiş toksik, ekotoksik, yanıcı özelliklerde olabilen ahşap malzemeler, oksik, ekotoksik, yanıcı özelliklerde olabilen halojenli alev geciktirici kaplamalar, PCB içeren malzemeler araçlar, CFC içeren sistemler, cıva içeren aydınlatma ürünleri, CFC içeren izolasyon malzemeleri, çözücü, boya ve yapıştırıcı gibi tehlikeli maddelerin kutuları ve ambalajları olarak belirlemiştir (European Commission, 2016).Avrupa Atık Listesi YYA'nın ilgili içerik ve özellikleri ile zararlı olup olmamasına göre kapsamlı bir sınıflandırma sağlamaktadır. Avrupa Atık Listesi'nde, YYA kodu 17 olup, örneğin 17 numaralı atık sınıfı altında 17 01 kodlu "Beton, tuğla, fayans ve seramik sınıfı" yer almaktadır. 17 01 altında ise betona 17 01 01 kodu verilmiştir (Commission Decision, 2000).

Türkiye'de ÇŞB tarafından hazırlanan, 2 Nisan 2015 Tarih ve 29314 sayılı Resmi Gazetede yayınlanarak yürürlüğe giren, "Atık Yönetimi Yönetmeliği"nde YYA Atığı, Avrupa Atık Listesi'nde yer alan kodlara göre düzenlenmiş olup, sözü geçen yönetmelikte yer alan içerik ve kod bilgileri EK A'da sunulmuştur. Zararlı atıklar, özellikleri ve kodları ise; Avrupa Komisyonu tarafından 2008 yılında yayınlanan Atık Çevre Yönergesi'nde ayrıntılı bir şekilde tanımlanmış olup, Atık Yönetimi Yönetmeliği'nde yer almaktadır. Atık Yönetimi Yönetmeliği'ne göre atıkların zararlı olarak değerlendirilebilmesi için; patlayıcı, oksitleyici, yüksek oranda alevlenir, alevlenir, tahriş edici, toksik, kanserojen vb. etkilerden herhangi birine veya birkaçına sahip olması gerekmektedir (Atık Yönetimi Yönetmeliği, 2015).

2.2 Atık Yönetimi

Atık ile baş etmenin en iyi yolu atık üretmemektir. Çevresel açıdan birincil hedef atık üretiminin önüne geçilmesi olmasına rağmen, mevcut teknoloji ile atık üretimini tamamen engellemek her zaman mümkün olamamaktadır. Bu nedenle atıkların sebep olacağı çevresel etkinin azaltılabilmesi için üretilen atığın en uygun şekilde yönetilmesi gerekmektedir (Pichtel, 2005). Atıklar uzaklaştırılması veya yok edilmesi gereken bir nesne olmaktan çok, yararlanılması gereken değerli bir kaynaktır. Doğru yaklaşımlar veya stratejilerle, atıktan ekonomik, sosyal ve çevresel açıdan birçok fayda sağlamak mümkündür. Örneğin atıkların geri kazanımı ekonomik açıdan yeni iş sahalarının açılmasına olanak sağlarken, sosyal açıdan sağlık problemlerini ve yoksulluğu önlemek gibi birçok fayda sağlamaktadır. Çevresel açıdan ise; hava ve su kalitesinin iyileştirilmesi, doğal kaynakların

korunması ve sera gazı salınımlarının azaltılması gibi birçok yararı bulunmaktadır (Url-6).

Atık yönetimi; uygun depolama, toplama, taşıma ve bertaraf teknikleri ve sistemlerinin uygulanmasını kapsayan bütüncül bir yaklaşımdır (Pichtel, 2005). Atık Yönetim Yönetmeliği'nde; “Atık yönetimi; atığın oluşumunun önlenmesi, kaynağında azaltılması, yeniden kullanılması, özelliğine ve türüne göre ayrılması, biriktirilmesi, toplanması, geçici depolanması, taşınması, ara depolanması, geri dönüşümü, enerji geri kazanımı dâhil geri kazanılması, bertarafı, bertaraf işlemleri sonrası izlenmesi, kontrolü ve denetimi faaliyetleri” olarak tanımlanmıştır (European Commission, 2008; Atık Yönetimi Yönetmeliği, 2015). Christensen (2011), atık yönetimini;

- Atık oluşumu
- Atık toplama ve taşıma
- Atık işleme
- Geri dönüşüm, kazanım ve bertaraf

olmak üzere dört ana aşamaya ayırmaktadır.

Atık yönetiminde doğru planlama, tasarım ve işletim için atık yığınlarının özelliklerinin bilinmesi çok önemli olup, belirli bir teknoloji matrisinin seçimi ve işletimi; atık maddelerin özellikleri ile üretilen atığın miktarına bağlıdır (Chang ve Pires, 2015). Bu bağlamda çevresel açıdan etkin bir atık yönetiminin ortaya konulabilmesi için öncelikli atığın net olarak tanımlanması gerekmektedir (Tchobanoglous ve diğ. 1993). Örneğin evsel atıklar kağıt, plastik ve cam içeriği açısından zenginken, endüstriyel atıklar, endüstriyel sürece göre içerik açısından farklılık göstermekte olup, farklı atıklar için farklı yönetim stratejilerinin geliştirilmesi gerekmektedir (Chang ve Pires, 2015).

Tchobanoglous ve diğerlerine göre; öncelikle atığın köken, içerik ve özelliklerinin bilinmesi gerekmektedir. Aşağıda Tchobanoglous ve diğerlerine göre etkin atık yönetimin uygulanabilmesi için cevaplanması gereken bazı sorular yer almaktadır (Tchobanoglous ve diğ., 1993):

- Hangi tür ve miktarda atık üretiliyor?
- Atıklar hangi oranda üretiliyor?

- Hangi tür ve miktarda atıklar yeniden kullanım ve geri dönüşüm için ayrılıyor?
- Hangi özellikte atıklar oluşuyor?
- Üretilen atığın özellikleri nasıl değişiyor (saat başı, haftalık vb)
- Üretilen atığın özellikleri atık işleme sırasında nasıl değişiyor?
- Ekonomik değeri olan atıklar nelerdir?
- Zararlı atıklar (uzaklaştırılması gereken) nelerdir?
- Hangi kontaminantlar çıkarılmalıdır?
- Yukarıdaki sorulara cevap bulmak için hangi testler yapılmalıdır?
- Ölçülen atık miktarında ölçülen miktarlarda ne çeşit değişkenler beklenmeli ve hangi güven seviyesine sahip olmalıdır?

Herhangi bir katı atık grubu için, tüm bu sorulara yanıt bulduktan sonra çevresel açıdan etkin bir atık yönetim modeli geliştirmek mümkün olacaktır (Tchobanoglous ve diğ., 1993).

Atık yönetimi uygulamaları, arazi ve malzeme olanakları, maliyetler, politika ve ulusal tercihler gibi çeşitli sebeplerle, ülkeden ülkeye farklılıklar göstermektedir (Chang ve Pires, 2015; Christensen, H., 2011). Literatürde atık yönetimiyle ilgili çeşitli ilke ve stratejiler yer almaktadır. Bu ilke ve stratejiler, aşağıda kısaca aktarılmış olup, bu stratejilerden yaygın olarak kabul gören ve YYA yönetiminde de kullanılan “Atık Yönetim Hiyerarşisi” ayrı bir alt başlık altında ele alınmıştır.

Kirletici Öder İlkesi: Bu ilke 1972 yılında OECD tarafından kirliliğin önüne geçilmesi, maliyetinin önlenmesi ve kontrol edilmesi, kaynakların etkin kullanımının sağlanması, uluslararası ticaret ve yatırımlardaki bozulmanın önüne geçilmesi amacıyla ortaya atılmıştır. Uygulamaya göre kirletici (atık yönetiminde atık veya emisyon oluşturan varlık), kirliliğin önlenmesi veya kontrol edilmesine ilişkin maliyetleri desteklemelidir. Kirletici öder ilkesinde, vatandaşlar, şirketler, sanayiciler dahil tüm atık üreticileri ürettikleri atık ile ilgili masrafları karşılamakla yükümlü olup, atık yönetimi sırasında ortaya çıkan emisyonlar da söz konusu ilke kapsamında ele alınmaktadır (Nahman ve Godfrey, 2010; Chang ve Pires, 2015).

Genişletilmiş Üretici Sorumluluğu: Genişletilmiş üretici sorumluluğu OECD tarafından, ürünün yaşam döngüsü içerisinde üreticinin fiziksel ve/veya finansal sorumluluğunu, ürünün elden çıkarılması ve atık haline dönüşmesi sürecine kadar uzatan bir politika olarak tanımlanmaktadır. Genişletilmiş üretici sorumluluğu, ürünlerin yaşam ömrü sonu çevresel etkilerinin sorumluluğunu kullanıcıdan üreticiye kaydıran ve aynı zamanda ürünlerin tasarımı etkileyen ve eko tasarımı teşvik eden bir yaklaşımdır (Chang ve Pires,2015).

Önleyici İlke, İnsan Sağlığının ve Çevrenin Korunması: Önleyici ilkenin kaynağı 1970 yıllarındaki çevresel hareketlere dayanmaktadır. Genellikle çevre ve sağlık politikaları olarak uygulanmakla birlikte çok geniş bir yelpazede kullanılıyor olması bakımından, önleyici ilkenin belirgin bir tanımını yapmak zordur. Önleyici ilke, 1998 yılında gerçekteşen Wingspread Konferansı'nda “Bir faaliyetin, çevreyi veya insan sağlığını tehdit etmesi durumunda, bazı neden ve sonuç ilişkileri bilimsel olarak tam anlamıyla ortaya konulamamış olsa bile önleyici tedbirler alınmalıdır.” şeklinde açıklanmıştır. Önleyici ilke 1992 yılında Rio Deklarasyonu'nda ise “Önemli veya geri dönüşü olmayan bir hasar tehdidi altında, çevresel bozulmayı önlemek için maliyet etkin önlemlerin geciktirilmesinin nedeni, tüm bilimsel kesinliğin eksikliğine dayanmamalıdır.” şeklinde tanımlanmıştır. Sürdürülebilir Atık Yönetim Stratejileri kapsamında önleyici ilke, atık yönetimi işlemleri ve bu işlemlerin insan ve çevre üzerindeki geçici etkileri konusunda yetersiz bilgi olduğunda kullanılması gereken politika olarak kabul edilmektedir (Sandin, 1999; Feintuck, 2005; Kuhkau ve diğ., 2011; Shen, 1998; Chang ve Pires,2015).

Öz Yeterlik ve Yakınlık İlkesi: Öz Yeterlik ve Yakınlık İlkesi, sınırlandırılmış bir coğrafi bölgenin, ihracat atığını (tehlikeli ve/veya tehlikeli olmayan) en aza indirgeyecek veya ortadan kaldıracak şekilde bütünleşik bir katı atık işleme, geri kazanım, yok etme vb. olmak üzere doğru yaşam ömrü sonu müdahalelerinin yapılmasına yönelik bir ağ oluşturma stratejisidir. Bu ilke Avrupa Birliği'nde kullanılmakta olup, birlik içerisinde yer alan ölkelerin katı atıklarına genel bir çözüm getirmeyi amaçlamaktadır (Chang ve Pires,2015).

Sıfır Atık İlkesi: Sıfır atık ilkesi, sanayi sektöründe temiz üretim olarak da bilinmekte olup, daha az atık üretme ve üretilen atığın, atık depolama sahalarına atılmasının ortadan kaldırılması konseptine dayanan bir yaklaşımdır. Sıfır atık ilkesinde, yaşam ömrü sonundaki ürünü atık olarak nitelendirmek yerine,

potansiyelinden tam olarak yararlanabilmek için yeniden kullanılabilir bir kaynak olarak değerlendirilir. Geri dönüşüm, kompostlama ve atıktan diğer yararlanma türlerini de içeren bir yaklaşım olup; geri kazanımı en üst düzeye çıkararak tüketimi azaltır ve ürünlerin doğaya ya da pazara geri dönmesi için yeniden üretilmesi, onarılması vb. konuların garanti altına alınmasını sağlar (Glavic ve Lukman, 2007; Chang ve Pires,2015; Christensen, 2011).

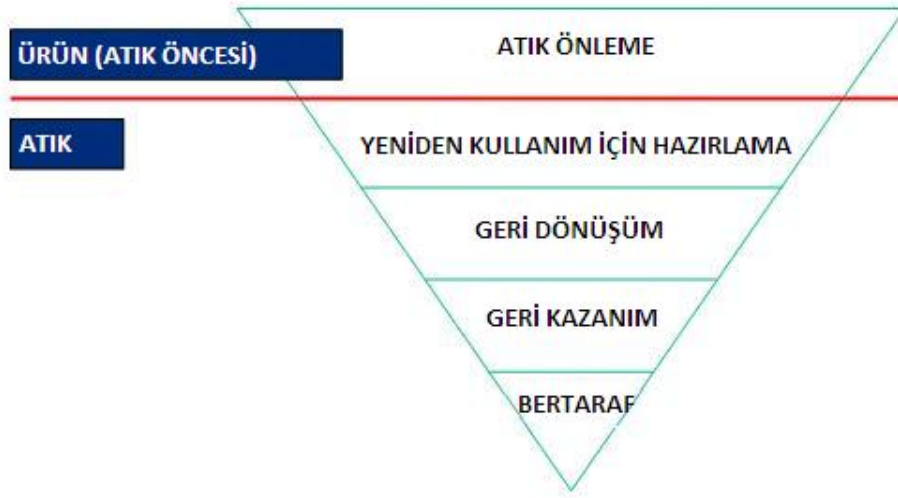
Bütünleşik Ürün Politikası: Bütünleşik Ürün Politikası kavramı, hammaddenin çıkarılmasından, üretim, nakliyat, kullanım ve atık oluşumuna kadar olan ürünlerin yaşam döngüsü içerisindeki çevresel etkilerini azaltmayı amaçlayan bir yaklaşımdır (Commission of the European Communities, 2001). Bir ürünün yaşam döngüsü çoğu zaman uzun ve karmaşık olup, bu döngüde tasarımcılar, üreticiler, perakendeciler, tüketiciler gibi pek çok aktör yer almaktadır. Bütünleşik Ürün Politikası, bir ürünün yaşam döngüsünün tüm aşamalarına bakarak, en etkili olduğu yerde harekete geçer ve çevresel etkiyi en aza indirmeyi hedefler. (Chang ve Pires,2015; Url-7).

Döngüsel Ekonomi: Avrupa Komisyonu tarafından 2015 yılında ekonomide sürdürülebilir büyümeyi sağlamak amacıyla döngüsel ekonomi oluşturulması stratejisi ortaya koyulmuştur. Döngüsel ekonomi stratejisi, ürün ve malzemelerin değerinin mümkün olduğunca uzun süre korunması prensibine dayanmaktadır. Bu amaçla atık oluşumu ve kaynak kullanımı minimize edilerek, bir ürün yaşam ömrünün sonuna geldiğinde, daha fazla değer yaratmak için yeniden kullanılır. Bu yenilikçiliğe, büyümeye ve istihdam yaratmaya katkıda bulunarak önemli ekonomik faydalar sağlar. Döngüsel ekonominin faydaları Avrupa Komisyonu tarafından; kaynakların korunması, endüstriyel üretim maliyetinde tasarruf,yeni iş olanaklarının yaratılması,yenilikçi ve kaynak etkin, temiz ürün ve servis hizmeti sağlayan bir işbirliğinin geliştirilmesi,yerel iş olanaklarının arttırılması ve sosyal entegrasyonun sağlanması olarak özetlenmiştir (Url-7).

2.2.1 Atık yönetimi hiyerarşisi (AYH)

Yaygın olarak kabul görmüş bir yaklaşım olan Atık Yönetimi Hiyerarşisi (AYH), batı dünyası ve Asya'nın bir kısmı tarafından 1980 yılından bu yana benimsemiştir (Christensen 2011; Chang ve Pires,2015). Bu yaklaşım literatürde “3R prensibi (reduce, recycle, reuse)” olarak da bilinmektedir. AYH; atık oluşumu, kaynak tüketimi, hava ve su kirliliği gibi çevresel etkileri önleyen ve/veya azaltan, enerji

verimliliği sağlayan tercih sırasına dayalı bir yaklaşımdır. (UNEP, 2005; Url-6, Peng ve diğ., 1997). AYH'ye göre atığın önlenmesi/azaltılması her zaman hiyerarşinin en üst basamağında olup, bertaraf problemlerini indirgeyeceğinden çevresel açıdan en etkin basamaktır. Eğer atığın önlenmesi/azaltılması mümkün değilse, AYH'ye göre daha sonra tercih edilmesi gereken uygulama yeniden kullanımdır. Yeniden kullanımın mümkün olmadığı durumlarda ise, bir sonraki uygulama olarak geri dönüşüm tercih edilmelidir. Geri dönüşüm; atığın ayrılması, depolanması, taşınması ve işlenmesi süreçlerinden oluşmakta olup, bu süreçler enerji tüketimi kaynaklı ek çevresel etkilere neden olabilmektedir. Bu nedenle geri dönüşüm atık yönetiminde yeniden kullanımdan sonra tercih edilmesi gereken bir geri kazanım yöntemidir (Peng ve diğ., 1997; Gorgolewski ve diğ., 2006; Chong ve Hermreck, 2010). AYH'de yer alan basamaklar farklı kuruluşlarca, küçük çaplı farklılıklar içerir şekilde tanımlanmıştır. Örneğin, AYH, UNEP tarafından; “kaynak tüketimini sınırlandırmayı ve çevreyi korumayı amaçlayan atık yönetim stratejileri geliştirmeye yardımcı olan değerli bir kavramsal ve politik önceliklendirme aracıdır” şeklinde tanımlanmış olup; UNEP'e göre hiyerarşi öncelikli tercih sırasına göre; Atık Önleme; Yeniden Kullanım; Geri dönüşüm; Atıktan Enerji Kazanımı ve Bertaraf şeklindedir (UNEP, 2010). USEPA'ya göre AYH, tercih sırasına göre; Malzemelerin Yeniden Kullanımı; Malzemelerin Geri dönüşümü; Kompostlama; Enerji Kazanımlı Yakma; Enerji Kazanımsız Yakma ve Atığın Düzenli Depolama Sahasına gönderilmesi şeklindedir (Pichtel, 2005). Avrupa Komisyonu tarafından 2016 yılında kabul edilen “Avrupa Birliği Yapım ve Yıkım Atığı Yönetimi Protokolü”ne göre, atık yönetimi aşamaları öncelikli tercih sırasında göre; Atık Önleme; Yeniden Kullanım İçin Hazırlama, Geri Dönüşüm, Malzeme Geri Kazanım ve Bertaraf şeklindedir (Şekil 2.1) (European Commission, 2016). AYH'nin uygulanmasının, malzeme satın alma ve atık bertaraf maliyetlerini düşürmek, geri dönüşüm için bir endüstri oluşturarak istihdam yaratmak, yenilenemeyen doğal kaynak tüketimi, enerji tüketimi, kirlilik vb. çevresel etkileri azaltmak vb. sosyal, ekonomik ve çevresel açıdan birçok yararları bulunmaktadır. (Peng ve diğ., 1997; Url-5; Yuan, 2013b). Bu bağlamda atık yönetimi konusu; yasal zorunluluklar, kamu sağlığı, ekonomi gibi birçok ölçüt ve koşullara özgü farklılıklar içermektedir. AYH ya da 3R prensibi günümüzde yaygın olarak kullanılan bir yaklaşım olmasına rağmen, atık yönetiminde çevresel açıdan en evrensel nitelikte sonuçlar sağlayacak, en iyi çözüm bulunmamaktadır (Pires ve diğ., 2011).



Şekil 2.1 : Atık yönetim hiyerarşisi (European Commission, 2016).

Atık Önleme/Azaltma; herhangi bir nesne, malzeme veya ürünün atık haline dönüşmeden önce alınan önlemlerdir. Bu önlemler; atık miktarının azaltılması, ürünün yaşam ömrünün uzatılması ve ürünlerin yeniden kullanımı; oluşan atığın çevre ve insan sağlığına etkisinin azaltılması; malzeme ve ürünlerdeki zararlı madde içeriğinin azaltılması şeklindedir (European Parliament and Council, 2008). Atık önlenmesi, üretimde kullanılan hammadde, enerji ve suyun verimli kullanılarak kaynağında önlenmesi/azaltılması şeklinde olup, atık oluşturan süreçlerin azaltılması ve üretimde kullanılan malzemelerin daha az çevresel etkiye sahip malzemelerden seçilmesi ile doğrudan ilişkilidir. Atık önleme/ azaltma, teknolojik bir bakış açısıyla temiz üretim (cleaner production) yeşil üretim (green manufacture),çevre için tasarım (design for environment) vb. ile atığın en çok hangi aşamada üretildiği ile ilgili teknik konuların araştırılması ve uygun çözümler geliştirilmesi ile mümkün olmaktadır (Chang ve Pires, 2015; Environmental Agency, 2001). Atık önleme/azaltmanın çevresel etkileri azaltmasının yanı sıra; kaynak verimliliği sağlayarak üretim maliyetlerini düşürmesi, çevre dostu ürünler ile müşteri ilişkilerinin güçlendirilerek bir pazar oluşturmaları ve üretimde risklerin azaltılması gibi ekonomik yararları bulunmaktadır (Environmental Agency, 2001).

Geri dönüşüm ve yeniden kullanım için hazırlama; atık haline gelecek olan ürünlerin veya bileşenlerinin, başka bir ön işleme tabi tutulmadan geri dönüştürülecek veya yeniden kullanılacak şekilde, ayrıştırılması, kontrol edilmesi, temizlenmesi veya onarılması işlemleri olarak tanımlanmıştır (Url-8). Avrupa Birliği

tarafından, Belediye Atığı (municipal waste) yeniden kullanım ve geri dönüşüm için hazırlama oranlarının, toplam oluşan atık miktarına oranının (ağırlık olarak) 2025 yılına kadar %55'e; 2030 yılına kadar %60'a; 2035 yılına kadar ise %65'e çıkarılması hedeflenmiştir (European Commission, 2018).

Yeniden Kullanım; ürünlerin veya bileşenlerin yaşam ömrü sonunda aynı amaca yönelik olarak tekrar kullanılması işlemidir (European Parliament and Council, 2008). Yeniden kullanım uygulamaları atığın herhangi bir ön işlem görmeden, temizleme, onarım veya kontrol işlemleri uygulanarak kullanılması şeklinde uygulanmaktadır (Atık Yönetimi Yönetmeliği, 2015). Yeniden kullanım olanaklarının artması bu konuda bir Pazar oluşması ile doğrudan ilişkilidir. Örneğin, Brüksel ve çevresinde geri kazanılmış (reclaimed) yapı malzemesi satıcılarının malzemelerinin ve özelliklerinin yer aldığı bir proje olan OPALİS pazar oluşumuna önemli bir örnektir. OPALİS'e ait internet sitesinden geri kazanılmış malzeme üreticileri mimarlar ve yükleniciler iletişim kurabilmektedir (Url-9). Aynı zamanda yeniden kullanım için geri kazanılan ürünlerin standartlara uygun ve yüksek kalitede olması yeniden kullanımı teşvik edici diğer bir unsurdur.

Geri Dönüşüm; atık bir malzeme veya bileşenin, yeni bir ürünün üretim sürecine malzeme girdisi olarak dahil olmasıyla geri kazanımının sağlanması şeklinde tanımlanabilir (Gorgolewski ve diğ., 2006). Geri dönüşüm Avrupa Parlamentosu (2008) tarafından atıkları yeniden işleyerek ilk üretildiği amaca yönelik ürünlere veya farklı ürünlere, malzemelere veya nesnelere dönüştürmeye yönelik herhangi bir geri kazanım işlemi şeklinde tanımlanmıştır. Geri dönüşüm organik maddenin yeniden işlenmesini de içermekte olup, enerji kazanımı veya yakıt olarak kullanma ya da dolgu yapmak üzere atıkların işlenmesi gibi işlemler geri dönüşüme dahil değildir (European Parliament and Council, 2008). Geri dönüşüm aktiviteleri için gelen atıkların depolanması, atık işleme araçları için uygun alan ve işlenmiş malzemelerin geçici depolanması için yeterli alana ihtiyaç duyulmaktadır. Peng ve diğerlerine (1997) göre, YYA geri dönüşümü için 0.8 hektar alana gereksinim duyulmaktadır ve bu alanın 0,4 hektarı ekipmanlar, 0,4 hektarı ise atıkların işlenmesi için gereksinim duyulan alandır. Atık geri dönüşümü açısından etkili olan faktörler; doğru ve uygun yer seçimi; uygun araçların edinilmesi; geri dönüşüm konusunda tecrübe; eğitilmiş işçiler ve uzmanlar; ikinci el market bilgisi; finans ve iş

kapasite bilgisi; çevre ve güvenlik yasalarına ilişkin bilgi olarak sıralanabilir (Peng ve diğ., 1997).

Türkiye’de geri dönüşüm ile ilgili gerekli ağ henüz gelişmediği için çok fazla ekonomik kayıp görünmektedir. Yeniden kullanım ile ilgili uygulamalar var olmakla birlikte düzenli bir şekilde gerçekleşmemektedir (Esin ve Coşgun, 2007).

Geridolgu (Yeniden Kullanım); YYA’nın geri dolgu malzemesi olarak kullanılması atığın daha üst kalitede bir uygulama için kullanımının mümkün olmadığı durumlarda uygulanmalıdır. Son çare olarak düşünülmesi gereken bu uygulama, atığın daha üst kalitede ürün elde edilmek üzere yeniden kullanımı veya geri dönüşümü önünde bir engeldir (European Commission, 2016).

Enerji Kazanımı; Atık yönetimi hiyerarşisi ve sürdürülebilir atık yönetimi kavramlarının ortaya çıkışı farklı atık işleme ve imha seçeneklerinin geliştirilmesine yol açmıştır. Depolama ve yakma seçeneklerine olan geleneksel bağımlılıktan ziyade, günümüzde çevresel etkileri az olan, geri dönüşüm veya düşük kirliliğe sahip enerji geri kazanımına yönelik çözümler özel ilgi görmektedir (Williams, 2005).

Atık yönetim hiyerarşisine göre; kirlenmiş, yeniden kullanımı veya geri dönüşümü mümkün olmayan ahşap atıklar, plastikler, organik izolasyon malzemeleri, bitümlü su yalıtım membranları gibi malzemeler Atıktan Türetilmiş Yakıt (Refuse-Derived Fuel -RDF) olarak kullanılabilir (European Commission, 2016).

Atık İşleme; Atık Yönetimi Yönetmeliği’nde (Ek-2/A ve Ek-2/B) belirtilen ön işlemler ve ara depolama dâhil olmak üzere geri kazanım ya da bertaraf işlemleri olarak tanımlanmaktadır (Atık Yönetimi Yönetmeliği, 2015; Commission Decision, 2008).

Katı atık işleme sistemleri atığın özelliklerine göre belirlenmektedir. Atık işleme; Ayırma; Biyolojik Arıtım; Yakma ve Düzenli Depolama şeklinde sınıflandırılabilir. Uygulamada arıtma seçenekleri genellikle çeşitli kombinasyonlarla bir arada gerçekleştirilmektedir (Steiner ve diğ., 2009). Katı atıklar fiziksel, kimyasal ve biyolojik özelliklerine göre çeşitli dönüşümlere uğramaktadırlar. Ayırma işlemleri fiziksel dönüşümleri, yakma kimyasal dönüşümleri ve biyolojik arıtım ise biyolojik dönüşümleri kapsamaktadır.

Katı atıklarda fiziksel dönüşüm; i) Bileşen ayırma, ii) Hacmin azaltılması ve iii) Boyutunun küçültülmesi olmak üzere üç şekilde gerçekleşmektedir. Bileşen ayırma

aşamasında, zararlı atıklar ile geri kazanılabilir özellikteki atıklar ayrıştırılır. Böylece heterojen bir atıktan görece homojen atık yığınları elde edilmiş olur. Kimyasal dönüşüm; i) Yakma (Combustion), ii) Piroliz (Pyrolysis) ve iii) Gazlaştırma (Gasification) olmak üzere üç şekilde oluşmaktadır. Yakma; katı atıkların kimyasal oksidasyon ile gaz, sıvı ve katı ürünlere dönüştürülmesi ve bu süreçte ortama ısı yayılması şeklinde tanımlanmaktadır. Piroliz; harici bir ısı kaynağı kullanılarak oksijensiz bir ortamda gerçekleştirilen ısıl bir işlemdir. Gazlaştırmada ise; yakıt tam olarak oksidasyon için gereksinim duyulandan daha az hava ile yakılmaktadır. Piroliz ve gazlaştırma gibi ısıl dönüşümler, enerji üretimi yanı sıra, gaz ya da petrol ürünleri üretmek amaçlı kullanılabilir. Bu nedenle atık yönetiminde geleneksel olarak kullanılan atık yakma veya atıkların arıtılmasına oranla daha faydalı bulunmaktadır. Biyolojik Dönüşüm; i) Aerobik Kompostlama (Aerobic Composting), ii) Anaerobik Çürüme (Anaerobic Digestion) ve iii) Anaerobik Kompostlama şeklindedir. Kompostlama organik atıklarda uygulanmakta olup; daha çok evsel atıklar, tarım atıkları vb. için kullanılan bir yöntemdir (Tchobanoglous ve diğ., 1993; Williams, 2005).

Kompostlama, biyolojik olarak parçalanabilir özellikteki (organik-biyobozunur) atıkların oksijenli veya oksijensiz ortamda ayrıştırılması işlemidir (Atık Yönetimi Yönetmeliği, 2015). YYA'nın kompostlanması, hem düzenli depolama sahalarına iletilerek bertaraf edilecek atık miktarını azaltmakta hem de metan gazı ve sera gazı salınımlarını önlemektedir. Kompostlar zengin organik içerikleri nedeniyle tarım alanlarından toprak kondisyonlayıcı olarak kullanılabilir. YYA içerisinde yer alan ahşap atıklar, alçı paneller ve kartonlar, bazı plastik ve boyalar da biyobozunur özellikte atıklardır. Tüm bu işlemlerinin uygulanması; yönetilecek atığın çeşitli özelliklerine ve ülkelere göre farklılık göstermektedir. Uygulanacak işleme yöntemlerinin seçimi, başta ekonomik ve teknik olmak üzere pek çok ölçüte bağlı olarak değişiklik gösterebilir. Aynı zamanda arıtma sistemleri çeşitli çevre protokolleri ile ulusal ve uluslararası mevzuatlar çerçevesinde uygulanabilmektedir (Yeheyis ve diğ., 2013).

Yakma; yanıcı özellikteki atıkların kontrollü koşullarda (yüksek sıcaklıkta oksijenle zenginleştirilmiş yanma odaları, ek yakıt kullanımı vb.) yakılmasını ifade etmektedir. Yakma işlemi; i) atık hacmini azaltarak döküm sahalarında yaşanacak kapasiteyi önlemek; enerji kazanımı sağlamak (doğrudan ısı enerjisi kazanımı veya elektrik

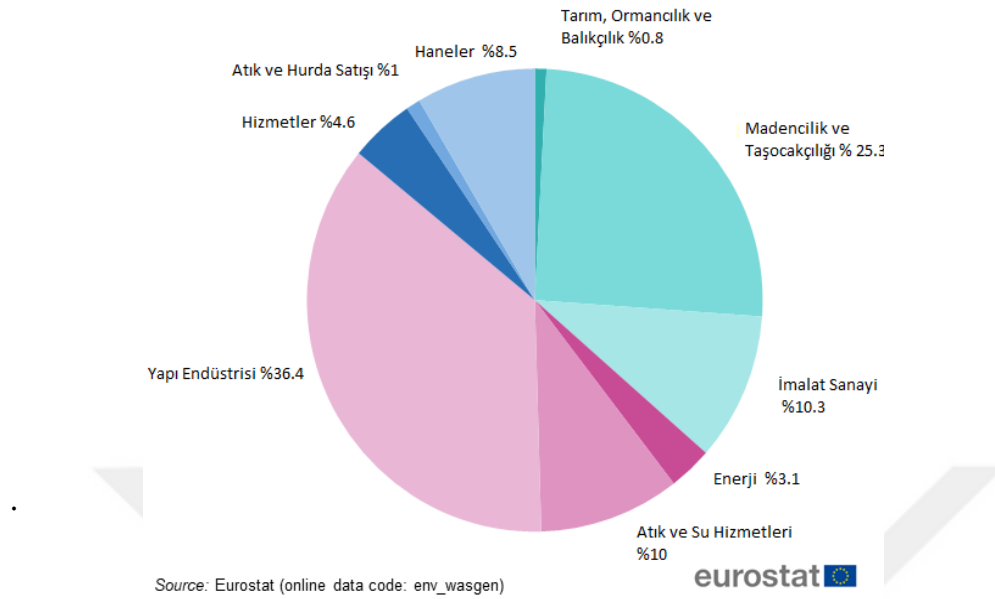
üretimi amaçlı enerji kazanımı vb.) ve yararlı mikrobik ve diğer patojenleri yok etmek amaçlarıyla gerçekleştirilmektedir (Pichtel,2005). Yakma işlemi sırasında çevreye karbon monoksit, hidrojen florür, sülfür dioksit, uçucu organik karbon (volatile organic carbon), dioksin, furan ve ağır metal salınımları ve çeşitli partiküller oluşmaktadır. Tüm bu etkiler insan sağlığını ve çevreyi olumsuz etkileyen etmenlerdir. Bu sebeple, yakma işlemi çevresel açıdan tercih edilen bir işlem değildir. Toksik, enfekte atık, yüksek oranda yanıcı parlayıcı atık vb. zararlı atıkların bertarafı sırasında kullanılabilir (Chun ve Lo, 2003; Yheyis ve diğ.2013; Peng ve diğ., 1997).

Bertaraf; enerji geri kazanımı dahil geri kazanım olarak kabul edilmeyen ve AYY'de tanımlı (ek-2/A) toprağın üzerinde veya altında düzenli depolama, yüzey doldurma, arazi ıslahı vb. uygulamaları kapsayan yöntemlerdir (Atık Yönetimi Yönetmeliği, 2015; European Commission, 2008). Atığın düzenli depolama alanlarına gönderilmesi ve gömülmesi, arazi tüketimi, sızıntı suyu, gaz salımları (anaerobik bozunmaya bağlı metan gazı ve karbon dioksit) ve yeraltı suyu kirliliği gibi çevresel etkilere neden olmaktadır (Peng, 1997; Yuan ve diğ. 2013). Bu nedenle AYH'nin son basamağında yer almaktadır.

2.2.2 Yapım ve yıkım atığı yönetimi

Yapı endüstrisi, kaynak tüketimi ve atık üretiminde önemli bir etkiye sahip olup, bu etkinin gün geçtikçe artacağı öngörülmektedir. 2018 yılında Japonya'nın Yokohama şehrinde gerçekleşen Dünya Döngüsel Ekonomi Forumu'nda (World Circular Economy Forum), OECD Genel Sekreter Yardımcısı Masamichi Kono tarafından sunulan ön izleme raporunda, 2018 yılı itibariyle 90 milyar ton olan dünya hammadde tüketiminin, 2060 yılında önemli oranda artarak yaklaşık 2 katına (167 milyar ton) çıkacağı, kaynak tüketimindeki en büyük artışların özellikle hızlı büyüyen gelişmekte olan ekonomilerde inşaat malzemeleri ve metaller de dahil olmak üzere minerallerde olacağı belirtilmiştir (OECD, 2018). Ayrıca YYA Avrupa Birliği içerisinde en çok üretilen atık türü olup, Birlik içerisinde üretilen toplam atık miktarının 1/3'ünü oluşturmaktadır (European Commission, 2016). Avrupa Birliği üyesi ve aday ülkelerde farklı ekonomik faaliyetlerin ve hane halklarının toplam atık üretimindeki payını gösteren Eurostat 2016 yılı verilerine göre; yapı endüstrisi kaynaklı atık oluşum oranı, toplam atık oluşumuna oranı % 36,4'tür. Bu oranı, %

25,3 ile madencilik ve taşocakçılığı, % 10.3'lük oranla imalat sanayi takip etmektedir (Şekil 2.2).



Şekil 2.2 : Avrupa Birliği üyesi ve aday ülkelerde farklı ekonomik faaliyetlerin ve hane halklarının toplam atık üretimindeki payı (Eurostat, 2016).

Tüm bu veriler, YYA'nın doğru bir şekilde yönetiminin sürdürülebilirlik açısından ve yaşam kalitesinin artırılması açısından önemini doğrulamaktadır. YYA yönetimi konusu, teknik, mühendislik konularından, yönetsel ve politik konulara kadar karmaşık ve geniş bir perspektifi kapsamakta olup, sosyal çevresel ve ekonomik yönleri olan disiplinler arası bir konudur. Uygulayıcılardan, yasa koyuculara ve araştırmacılar dahil birçok paydaşın katılımıyla ele alınması gereklidir (Jin ve diğerleri, 2019). Bu bağlamda, yapı endüstrisinde, proje ölçeğinde ya da bölgesel ölçekte etkin bir atık yönetimi uygulayabilmek için öncelikle YYA miktarı ile üretilen atığın malzeme ve bileşen özelliklerinin belirlenmesi, atığın kaynağının doğru tanımlanması, atık üreticisi ve sahibinin bilinmesi gerekmektedir (Bergsdal ve diğ., 2007; Li ve Zhang, 2013; Yost ve Halstead, 1996; Chang ve Pires, 2015). Geleneksel olarak AYH, literatürde yer alan araştırmalarda YYA yönetimi için en etkili atık yönetim stratejisi olarak benimsenmiştir (Kabirifar ve diğ.; 2020).

YYA içerik olarak geri kazanım (yeniden kullanım ve geri dönüşüm) potansiyeli yüksek olan bir atık türüdür. Bu bağlamda, Avrupa Komisyonu tarafından 2008 yılında yayınlanan Atık Çevre Direktifi'ne göre; Birlik içerisinde yer alan ülkelerde

zararlı nitelik göstermeyen YYA¹ yeniden kullanım ve geri dönüşüm oranlarının 2020 yılı itibariyle toplam üretilen YYA miktarına oranının (ağırlıkça) %70 olması hedefi konulmuştur. Ancak, YYA geri kazanım potansiyeline rağmen, geri kazanım oranlarının Avrupa Birliği ülkeleri arasında %10 ile %90 arasında değiştiği görülmüştür. 2020 yılı itibariyle ortalama geri dönüşüm oranı Birlik içerisinde %50 oranında kalmıştır. YYA geri dönüşümünün ve yeniden kullanımının önündeki en büyük engellerden biri; geri dönüştürülmüş veya yeniden kullanılmış malzemelerin kalitesine duyulan güvensizliktir. Bu tür malzemelerin, işçilerde neden olabileceği olası problemler konusunda belirsizlik bulunmaktadır. Bu güven eksikliği, Birlik içerisinde geri dönüştürülmüş malzemelere olan güveni azaltmaktadır (European Commission, 2016; URL-7). Bu sebeple insan sağlığının korunması ve yapı endüstrisi kaynaklı atıkların önlenmesi ve dolayısıyla çevresel etkilerin azaltılması için doğru atık yönetim stratejilerinin geliştirilmesi ve uygulanması oldukça önemlidir (Pichtel, 2005). Örneğin insan sağlığına zararlı olan tehlikeli atıkların bertaraf maliyetlerinin arttırılması, bu tür malzemelerin kullanımının, dolayısıyla, tehlikeli atıkların azaltılmasında önemli etkiye sahiptir. Bu önlem diğer atıkların azaltılması konusunda da teşvik edici olmaktadır (Peng ve diğ., 1997). Yapı endüstrisi kaynaklı atıkların önlenmesi, mevcut teknolojide her zaman mümkün olmamaktadır. Bu sebeple AYH'ne de uygun olarak, üretilen YYA'ndan maksimum fayda sağlamak üzere yararlanmak esas olmalıdır. Bu başlık altında genel bir fikir oluşturması açısından YYA'nda yaygın olarak bulunan; beton, cam, ahşap, çelik gibi bazı malzemelerin geri kazanım olanakları kısaca aktarılmıştır.

Beton atığının (moloz) yeniden kullanımı: Beton atığı herhangi bir işleme tabi tutulmadan; otopark zemini, yol yapımı, ses bariyerleri, dolgu malzemesi vb. amaçlarla kullanılabilir (Hendriks ve Pietersen, 2000).

Beton atığının (moloz) geri dönüşümü: Beton içerisinde yer alabilen bazı kirleticiler geri dönüşümde kaliteyi düşürmektedir. Örneğin geri dönüşüme gönderilen beton molozların hacim olarak %10'dan fazla ahşap içermemesi gerekmektedir. Eğer beton molozun içerisinde ahşap varsa, öncelikle mekanik ayırma, piroliz ya da su banyosu gibi eleme (screening) yöntemleri kullanılarak

¹Avrupa Atık listesinde 17 05 04 koduyla yer alan” tehlikeli maddeler içermeyen toprak ve taşlar”Avrupa komisyonu tarafından 2008 yılında belirlenen YYA yeniden kullanım ve geri dönüşüm hedefleri dışında tutulmuştur.

ayrılmalıdır. Eğer ayırma işlemi su banyosu ile yapılacaksa moloz içerisinde % 30'dan fazla ahşap olmamalıdır. Ayrıca beton molozu içerisinde alçı, anhidrit, gözenekli yalıtım tuğlası ya da gaz beton bulunmamalıdır. Bu malzemeler yumuşak olduğu için beton molozunun dayanımını düşürür. Ayrıca alçı ve anhidrit suyu emerek genişler ve bu durum beton molozunun kalitesini düşüren diğer bir etmendir. Kaliteyi düşüren diğer kirleticiler ise; kum (kil aglomerasyonu), alüminyum (köpük), katran içeren ürünler, cam, klorür, plastikler (polistren) ve alkali reaksiyonlara sebep olan minerallerdir. Bu kirleticiler, kirlenme, genişleme veya lekelenmeye (demir ve vanadyum bileşikleri) sebep olabilirler (Hendriks ve Pietersen, 2000).

Kirleticilerin beton moloz içerisinden ayrıştırılmasından sonra, beton moloz aşağıdaki şekillerde kullanılabilir (Hendriks ve Pietersen, 2000):

- Asfalt betonunda agrega olarak (içerisinde ahşap yer almamalı ve %1.5'ten fazla alçı olmamalı)
- Yol temeli/tabanı
- İkincil (geri kazanımlı) beton agregası içeren betonlarda kullanılabilir.

Geri dönüştürülmüş beton agregaları yıkadıktan sonra beton içerisine ekleyerek doğal agrega (çakıl) yerine kullanmak mümkündür. Bu ikincil malzeme kullanımının (geri dönüşümün) en üst noktasıdır. Tüm çakılın ikincil agrega ile yer değiştirdiği durumda beton mukavemeti genellikle doğal agrega ile yapılan beton mukavemetinin %80-%100'ü kadardır. İkincil agrega içeren betonun olumsuz yönü; yoğunluğunun daha az, porozitesinin daha fazla olmasıdır. Bu sebeple betonun hazırlanmasında daha fazla suya gereksinim duyulmaktadır. Bir diğer olumsuz yanı, ikincil agrega ile hazırlanan betonun deformasyon özelliklerinin doğal agrega ile hazırlanan betonun deformasyon özelliklerine kıyasla daha az elverişli olmasıdır (Hendriks ve Pietersen, 2000).

Kagir Molozu (Kalsiyum Silikat tuğlalar, seramik, taş): Bütüncül olarak bakıldığı zaman, kagir molozun potansiyel kullanım olanakları ve sorunları beton moloz ile aynıdır. Ancak aşağıda listelenen farklılıklar bulunmaktadır:

- Kagir molozu porozitesinin yüksek olması ve yetersiz ezilme direnci sebebiyle asfalt agregası olarak kullanılamamaktadır.

- Kagit molozu yetersiz ezilme direnci sebebiyle, beton moloza kıyasla yol temelleri/tabani için daha az uygundur.
- Kagit molozu beton sınıfı B22.5 olan betonlara kadar beton agregası olarak kullanılabilir. Doğal agreg (çakıl) kullanılan betona göre dayanımı %65-%90 arasında değişmektedir (Hendriks ve Pietersen, 2000).

Asfalt: Asfalt molozu yol yapımında sıcak veya soğuk olarak kullanılabilir (Hendriks ve Pietersen, 2000).

Metal: Metal öncelikli olarak ayrıştırılarak sınıflandırılmalıdır. Çeliğin genellikle doğrudan yeniden kullanımı tercih edilmelidir. Eğer mümkün değilse eritilerek geri dönüşüm yapılabilir (Hendriks ve Pietersen, 2000).

Cam: Binaların yıkımı sırasında camın bütüncül olarak korunabilmesi zordur. Camlar doğramalardan kesilerek çıkarılabilir. Kirlenmemiş (kontamine olmamış) cam elde edilmesi durumunda, toplanan camların yeni bir camın üretiminde kullanılması mümkündür (Hendriks ve Pietersen, 2000).

Yalıtım malzemeleri: En çok kullanılan yalıtım malzemeleri; mineral yün, cam yünü, polistren, ve poliüretan şeklindedir. Özellikle agreg olarak kullanılacak molozlara karıştırılmaları durumunda, dayanımı düşürecekleri için, bu malzemelerin ayrıca toplanması gerekmektedir. Yalıtım malzemeleri bozulmamaları durumunda yıkım alanından alındığı gibi doğrudan kullanılabilirler gibi, ufalama, eleme, ayırma gibi işlemler sonrasında farklı amaçlara da hizmet edebilirler. Hendriks ve Pietersen'in (2000) çeşitli yalıtım malzemelerinin yıkım sonrası ne şekilde değerlendirilebileceği hakkındaki düşünceleri aşağıda özetlenmiştir;

- Mineral Yün (Taş yünü, cam yünü vb.): Mineral yün eğer bozulmamışsa bulunduğu yerden alınarak yeniden kullanılabilir. Ayrıca ufaltma işlemi uygulandıktan sonra toprak kondisyonlayıcı olarak tarım uygulamalarında kullanılabilir. Bir diğer kullanım şekli ise, ufalama ve eleme işlemlerinden sonra granül haline getirilerek yeni bir mineral yünün üretiminde kullanılabilir. Mineral yünlerin topraksız tarım uygulamalarında da kullanıldığı bilinmektedir.

- Cam Yünü: Ufalama işleminden sonra toprak kondisyonlayıcı olarak veya agrega olarak kullanım olanağı bulunmamaktadır. Ufalanmış cam yünü yeniden cam yünü üretiminde kullanılabilir.
- Poliüretan (PUR) Köpük: Zarar görmemiş poliüretan köpük levhaların yeniden kullanım olanağı bulunmaktadır. Toprağa gömülecekse izosiyanatlardan arındırılması gerekmektedir.
- Ekspande polistren köpük (EPS): Yıkım aşamasında zarar görmeyen EPS levhaların yeniden kullanımı mümkündür. Levhalar su geçirmez özellikte değilse toprak kondisyonlayıcı olarak tarım uygulamalarına kullanılabilir. EPS termoplastik bir malzeme olup, yeni bir malzemenin üretiminde kullanılmak üzere yumuşatılabilir. EPS boncukları yeniden EPS levha üretiminde kullanılabilir.

PVC (Polivinil Klorür): PVC bileşikleri fiziksel ve kimyasal olarak kolayca geri dönüştürülebilir. Mekanik ayırma, öğütme, yıkama ve safsızlıkların giderilmesi için işlemten sonra çeşitli teknikler ile granül veya toz haline getirilerek üretimde yeniden kullanılır. Avrupa'da, PVC pencere çerçevelerinin kaynakta ayrıldığı ve ayrı ayrı toplandığı üye devletler ve bölgeler vardır. Bazı durumlarda pencere çerçeveleri toplama alanlarında ücretsiz olarak da sunulmaktadır (European Commission, 2016).

Ahşap: Kapılar, pencereler, kirişler vb. hasar görmemiş yapı bileşenlerinin yeniden kullanımı mümkündür. Hasar görmüş ahşap ise, karton veya kâğıt üretiminde kullanılabilir. Ahşap, yonga levha olarak geri dönüştürülebilir. Ayrıca yakılarak ahşaptan ısı kazanımı sağlamak da mümkündür (Hendriks ve Pietersen, 2000). Talaş, yonga vb. ahşap atıkları farklı kalınlıklarda ve yapılarda tabakalar halinde, çeşitli bağlayıcılar veya kimyasallarla birleştirilerek ahşap esaslı paneller (MDF, Yonga Levha, Sunta vb.) üretmek mümkündür (Url-10).

Alçı panel: Alçı paneller, yapım sırasında yaygın olarak üretilen atık malzemeler olup, panel üzerindeki kartonlar geri dönüştürülerek yeniden kâğıt üretiminde kullanılmaktadır. Alçı paneller ise yeniden alçı panel üretimine dahil olabilmektedir (Franklin Associates, 1998). Alçı malzemenin; çimento üretiminde katkı olarak, çamur kurutma ve kompostlama için dolgu malzemesi olarak, su içerisindeki kil parçacıklarını çöktürmesi amacıyla su arıtma işlemlerinde, gübrelerde bulunan amonyak ve kokuyu azaltmak amacıyla hayvan atıkları ile karıştırarak, nem

emici/tutucu özellikte olduğu için hayvan barınaklarında talaş yerine kullanılarak, yağ emici özellikte olması nedeniyle atölye zeminlerine temizlik amaçlı serpilerek, vb. birçok farklı kullanımlar ile geri kazanılması mümkündür (Pichtel, 2005).

2.2.3 Türkiye'de atık yönetimi ve yasal mevzuat

Ülkemizde, nüfus artışı ve teknolojik gelişmelere paralel olarak atık oluşumu gün geçtikçe artmakta ve bu artış atıkların sürdürülebilir ve bütünleşik bir şekilde yönetim gereksinimini doğurmaktadır. Atık yönetimi ülkemizde, 2872 sayılı Çevre Kanunu ile Avrupa Birliği'ne uyum çerçevesinde, uluslararası düzenlemelere uygun olarak hazırlanan ilgili mevzuata göre gerçekleştirilmektedir. Atık yönetimi ile ilgili konular, 19/11/2008 tarihli ve 2008/98/AT sayılı, atık hakkında Avrupa Parlamentosu ve Konsey Direktifi ile 3/5/2000 tarihli ve 2000/532/AT sayılı atık listesi oluşturulması hakkında Komisyon Kararı dikkate alınarak hazırlanan, 2 Nisan 2015 tarih ve 29314 sayılı Resmi Gazetede yayınlanarak yürürlüğe giren Atık Yönetimi Atık Yönetmeliği'ne göre yürütülmektedir. Ülkemizde atık yönetimi, Çevre ve Şehircilik Bakanlığı, Büyükşehir Belediyeleri ve diğer belediyelerin idare ve denetiminde sürdürülmektedir. Çevre ile ilgili yasal düzenlemeler ve stratejiler geliştirmek, ÇŞB'nın görevleri arasında bulunmakta olup, belediye atıkları yönetiminden, 2872 sayılı Çevre Kanununa göre belediyeler sorumludur (ÇŞB, 2017). Çevre konusunda yapılan yasal düzenlemeler Türkiye'nin AB adaylığı sürecinin başlamasıyla hız kazanmıştır (Samsunlu, 2015). Bu bağlamda, atık yönetimi uygulamaları ile ilgili günümüze kadar Çizelge 2.2'de görülen birçok yasal düzenleme yapılarak iyileştirme önerileri sunulmuş ve Avrupa Birliği çevre yasalarına uyum sağlama kapsamında günümüze kadar; Yüksek Maliyetli Çevre Yatırımlarının Planlaması (EHCIP); Ulusal Çevre Entegre Uyum Stratejisi (UÇES); Katı Atık Ana Planı; Atık Yönetimi Eylem Planı; Ulusal Geri Dönüşüm Strateji Belgesi ve Eylem Planı ile Ulusal Atık Yönetimi ve Eylem Planı şeklinde çeşitli eylem planları hazırlanmıştır. Ancak 1995-2007 yılları arasında Çevre ve Orman Bakanlığı ile Belediyelerce yürütülen ve çeşitli uluslararası kuruluşlar tarafından finanse edilen birçok proje; mevcut durumun tespit edilmesi, fizibilite çalışmaları ve atık yönetimi ile ilgili öneriler geliştirilmesinin ötesine geçememiş ve;

- Atık yönetiminde yetkili kurum ve kuruluşların teknik ve kurumsal kapasitelerinin oldukça yetersiz olması,

- Kurumsal yapıları arasında yeterli koordinasyonun sağlanamaması ve böylece atık yönetimi konusunun etkin ve istikrarlı bir şekilde yönetilememesi gibi gerekçelerle uygulama olanağı bulamamıştır (TC. Sayıştay Başkanlığı, 2007).

Çizelge 2.2 : Türkiye’de atık yönetimine yönelik yasal düzenlemeler (ÇŞB, 2017).

ATIK YÖNETİMİ YASAL DÜZENLEMELER	YAYIN YILI
Çevre Kanunu (2872 nolu kanun)	(1983)
Büyükşehir Belediyesi Kanunu (5216 nolu kanun)	(2004)
Belediye Kanunu (5393 nolu kanun)	(2005)
Atık Yönetimi Yönetmeliği	(2015)
Maden Atıkları Yönetmeliği	(2015)
Atık Getirme Merkezi Tebliği	(2014)
Atık Elektrikli ve Elektronik Eşyaların Kontrolü Yönetmeliği	(2012)
Ambalaj Atıklarının Kontrolü Yönetmeliği	(2005-2007-2011)
Atıkların Düzenli Depolanmasına Dair Yönetmelik	(2010)
Atıkların Yakılmasına İlişkin Yönetmelik	(2010)
Ömrünü Tamamlamış Araçların Kontrolü Hakkında Yönetmelik	(2009)
Atık Yağların Kontrolü Yönetmeliği	(2008)
Poliklorlu Bifenil ve Poliklorlu Terfenillerin Kontrolü Hakkındaki Yönetmelik	(2007)
Ömrünü Tamamlamış Lastiklerin Kontrolü Yönetmeliği	(2006)
Tıbbi Atıkların Kontrolü Yönetmeliği	(2017)
Hafriyat Toprağı, İnşaat ve Yıkıntı Atıklarının Kontrolü Yönetmeliği	(2004)
Bitkisel Atık Yağların Kontrolü Yönetmeliği	(2015)
Atık PİL ve Akümülatörlerin Kontrolü Yönetmeliği	(2004)
Atık Getirme Merkezi Tebliği	(2014)
Kompost Tebliği	(2015)
Mekanik Ayırma, Biyokurutma, Biyometanizasyon Tesisleri ile	(2015)
Fermente Ürün Yönetimi Tebliği	
Atıktan Türetilmiş Yakıt, Ek Yakıt ve Alternatif Hammadde Tebliği	(2014)
Bazı Tehlikesiz Atıkların Geri Kazanımı Tebliği	(2011)
Atık Ara Depolama Tesisleri Tebliği	(2011)
Atıkların Karayolunda Taşınmasına İlişkin Tebliği	(2015)
Tanker Temizleme Tesisleri Tebliği	(2009)
Ömrünü Tamamlamış Araçların Depolaması, Arındırılması, Sökümü ve İşlenmesine İlişkin Teknik Usuller Tebliği	(2011)

Atık yönetiminde dünyada ve ülkemizde, geri kazanımı arttırarak düzenli depolamayla atık miktarını azaltan ve dolayısıyla atıkların çevresel etkisinin azaltılabilmesi için üretici ve tüketicilerin davranışlarını yönetmeyi amaçlayan çeşitli

ekonomik araçlar uygulanmaktadır. Bu uygulamalara örnek olarak; kullanıcı harçları, salım harçları, ürün harçları ve depozito geri ödeme sistemleri vb. verilebilir. Bu uygulamalardan en yaygın olarak bilinen, konutlarda tüketilen su miktarının metreküp başına belirli bir ücret ödenmesi şeklinde uygulanan çevre temizlik vergisidir (ÇŞB, 2017).

Çevre temizlik vergisi, ticari ve endüstriyel tesisler için, işletmenin cins ve ebadına göre sabit bir harç olarak belediyelerce her yıl temin edilmektedir. Çevre temizlik vergisinden elde edilen gelir, atık yönetiminde gerekli olan maliyetin %20-30'unu karşılamaktadır. Çevre temizlik vergisinin %10'u ÇŞB'ye aktarılmakta olup, kalan miktar belediye tarafından kullanılmaktadır. Ülkemizde tıbbi atık üreticileri ile tehlikeli ve özel atık üretenler, kirleten öder prensibine uygun olarak, ürettikleri atıkların bertarafından sorumludur. Ayrıca ülkemizde çöp gazından enerji üretimi, biyometanizasyon ve yakma/gazlaştırma teknolojilerine teşvikler uygulanmaktadır (ÇŞB, 2017).

Atıklar ülkemizde, ÇŞB tarafından 2018 yılında geliştirilen “entegre çevre bilgi sistemi” ile çevrim içi kayıt altına alınmaktadır. Sistemde bulunan çevrim içi çevre uygulamaları (Url-11):

- Atık Beyan Sistemi (TABS),
- Mobil Atık Takip Sistemi (MoTAT),
- Kütle Denge Sistemi (KDS),
- Ambalaj Bilgi Sistemi,
- Atık Su Bilgi Sistemi,
- Büyük Endüstriyel Kaza (BEKRA) Bildirim Sistemi,
- Büyük Yakma Tesisleri Bilgi Sistemi,
- Çevre İzin ve Lisans Uygulaması (e-izin),
- Elektrikli ve Elektronik Eşya (EEE) ve Atık Elektrikli ve Elektronik Eşyalar (AEEE) Bilgi Sistemi,
- Gemi Atık Takip Sistemi (GATS),
- Güvenlik Bilgi Formu Bildirim Sistemi,
- Kimyasal Madde Envanter Bildirim Sistemi,

- Kirlenmiş Sahalar Bilgi Sistemi,
- Ömrünü Tamamlamış Araçlar (ÖTA),
- Yeterlik Uygulaması (Çevre Görevlisi, Danışman Firma, Çevre Yönetim Birim Başvuru ve İşlemleri vb.)

şeklinde. Ulusal Atık Yönetimi ve Eylem Planı (UAYP)'de (2016-2023) Türkiye'de atık yönetimine ilişkin mevcut uygulamaların analizi ile 2023 yılına kadar yapılması planlanan iyileştirme çalışmaları yer almaktadır. UAYP kapsamında Türkiye'deki 7 coğrafi bölge 15 alt bölgeye ayrılmış ve her bir alt bölge için 2023 hedefleri ayrı ayrı belirlenmiştir. Örneğin, Marmara Bölgesi'nde 2023 yılı itibariyle oluşması tahmin edilen atık miktarı 1.082.902 ton/yıl olup, bu miktar oransal olarak Türkiye'deki atık miktarının %47'sidir. UAYP'ye (2016-2023) göre bölgede yer alacak ön işlem, yakma ve düzenli depolama tesisleri bu miktar göz önüne alınarak kapasiteleriyle birlikte planlanmıştır (ÇŞB, 2017).

YYA yönetimi ile ilgili yasal çalışmalar 08/02/2002 tarihinde "Hafriyat Toprağı ve İnşaat Molozlarının Kontrolü Yönergesi"ne göre yürütölmeye başlanmıştır. "Hafriyat Toprağı, İnşaat ve Yıkıntı Atıklarının Kontrolü Yönetmeliğı" 18/03/2004 tarihinde 25406 sayılı Resmi Gazete'de yayınlanarak yürürlöğe girmiş ve YYA yönetimi ilgili yönetmelik kapsamında gerçekleştirilmiştir. Daha sonra sözü geçen yönetmelik, 26/03/2010 tarih ve 27533 sayılı Resmi Gazete'de yayınlanan "Atıkların Düzenli Depolanmasına Dair Yönetmelik" ile değıştirilmiştir (Url-12). Bu yönetmelikte tehlikeli madde bulaşarak kirlenmiş yapım ve yıkım atıklarının inşaat sahasında ayrıştırılması gerektiğı belirtilmektedir (Url-11).

2872 sayılı Çevre Kanunu'nda 2006 yılında yapılan bir değışiklikle (26.04.2006 tarih ve 5491 sayılı Kanun değışikliğı), Bakanlıkta bulunan idari yaptırım kararı verme ve denetim yetkisinin, bünyesinde çevre ve denetim birimleri kuran belediye başkanlıklarına devredilebileceğı hükmü getirilmiştir. Bu kapsamda 2008 yılında İstanbul ilinde yapım ve yıkım atığı yönetimi ile ilgili denetim ve idari yaptırım yetkisi Çevre ve Orman Bakanlığından İstanbul Büyükşehir Belediyesine devredilmiştir (Url-12). Ölkemizde oluşın hafriyat atığı ve YYA miktarının 2023 yılı itibariyle 300 milyon tona ulaşacağı tahmin edilmektedir. Veri girişlerinin oldukça sınırlı sayıda yapılmış olduğı belirtilen UAYP 2014 anket verilerine göre, 2014 yılında geri kazanılan ya da bertaraf edilen inşaat yıkıntı atığı ile hafriyat atığı

miktarı yaklaşık 100 milyon tonun üzerindedir. Raporda ülke çapında yeni dolgu ve rehabilitasyon alanları ile geri kazanım tesisleri oluşturulması gerektiği belirtilmiştir (ÇŞB, 2017).

Raporda YYA yönetimi için alınacak önlemler de yer almakta olup, öneri iyileştirme çalışmaları aşağıdaki gibi özetlenebilir:

- YYA toplama sistemi oluşturularak, atıkları taşıyan araçlarda araç takip sistemi uygulaması yapılması,
- Seçici yıkımın zorunlu hale getirilmesi, seçici yıkımdan elde edilen yapı ürünlerinin yeniden kullanımının sağlanması ve bunu teşvik edebilecek malzeme tanımları ve standartlar oluşturulması,
- Hafriyat sırasında ortaya çıkan bitkisel toprakların geri kazanımı ile ilgili bir model oluşturularak, bitkisel toprağın park, bahçe vb. düzenlemelerde kullanımının sağlanması, dolgu alanları veya depolama sahalarına gönderilmesinin önlenmesi,
- Geri kazanım tesislerinin yaygınlaştırılması (ÇŞB, 2017).

2.3 Yapım Süreci

Yapım süreci yapı üretim sürecinin bir bileşeni olup, yapı üretim süreci birçok değişken ve öğeleriyle bir sistemi oluşturmaktadır. Yapım süreci, bu başlık altında bütünsel olarak ele alınarak sistem yaklaşımıyla açıklanmıştır. Bu bağlamda yapım süreci; “Yapı Üretimi Sistemi” ve “Yapım Sistemi” olmak üzere iki temel kavram çerçevesinde ele alınmıştır. “Yapı Üretimi Sistemi” ve “Yapım Sistemi” kavramlarını anlamak için, öncelikle yapı, yapım ve sistem kavramlarını ele almak gerekir.

“Yapı” kelimesi Türk Dil Kurumu (TDK) tarafından; “barınmak veya başka amaçlarla kullanılmak için yapılmış her türlü mimarlık eseri, bina”; “yapılmakta olan konut, yol, köprü vb. inşaat, konstrüksiyon” olarak, “yapım” kelimesi ise “yapma işi, inşa, imal, konstrüksiyon” olarak tanımlanmıştır (Url-4). Türkçü’ye göre; “yapı bir ürün, yapım ise bu ürünü ortaya çıkaran eylemler ve bu eylemlerin birbirleri ile ilişkisidir” (Türkçü, 2004). Ching’e (2008) göre yapılar, yapı üretim sürecinin bir çıktısı olup, birbirleri ile ilişkili ve koordine edilmiş ve entegre birçok sistem ve alt

sistemin parçasını oluşturmaktadır.“Sistem” kelimesi ise TDK tarafından: “düzen”; “bir sonuç elde etmeye yarayan yöntemler düzeni”; “yol, yöntem”; “bir aracı oluşturan düzen, düzenek, tertibat” olarak tanımlanmıştır (Url-4). Sistemler yaklaşımı çerçevesinde sistem kavramının tanımında tam bir birlik olduğu söylenemez. Genel sistemler teorisini ortaya koyan L.V. Bertalanffy sistemi “birbirlerini etkileyen elemanların oluşturduğu bir kompleks” olarak tanımlamaktadır.Churchman tarafından sistem “bir dizi hedefe ulaşmak için düzenlenmiş öğeler takımı” olarak tanımlanırken, Ackoff tarafından “birbirlerine bağımlı öğeleri içeren kavramsal veya fiziksel bir varlık” şeklinde tanımlanmıştır (Berköz, 1975; Ackoff, 1968; Bertalanffy, 1968; Churchman ve diğ., 1957). Berköz’e göre bir bütünü sistem olarak nitelendirebilmek için öncelikle, o bütünü oluşturan öğeler arasındaki ilişki düzenine, karşılıklı etkileşimlerine ve bunların oluşturduğu bütünsel davranışlara bakmak gerekir. Aksoy’a göre; “sistem bütünsel bir organizasyondur. Sistemin öğeleri; öznel nitelikleri nedeni ile değil, sistem içindeki dağılma ve düzenlemeleri aracılığı ile sistemin bileşenleri olurlar” (Özkan, 1976; Aksoy, 1974). Sistemler yaklaşımı holizm (bütüncüllük) ve fonksiyonalizm ile doğrudan bağlantılıdır. Bir sistemin tanımı düşünülürken aşağıdaki öğeler göz önünde bulundurulmalıdır (Berköz, 1975, Özkan 1976):

- Sistem Hedefleri: sistemin bir bütün olarak performans ölçütleri,
- Sistem Kaynakları: sistem tarafından kullanılan, değiştirilen, nesne, olgu ve bilgiler,
- Sistem Bileşenleri: bu bileşenlerin amaçları, eylemleri ve performans ölçütleri,
- Sistem Çevresi: zorunluluklar,
- Sistem Yönetimi şeklindedir.

Yapı Üretimi Sistemi; üretim eylemi, işgücü, hammadde, sermaye gibi kaynakların istenilen bir mal veya hizmeti elde etmek amacıyla bir araya getirilmesi ve işletilmesidir (Sey ve diğ., 1987). Yapı üretimi, Sey ve diğ.(1987)’ye göre birden fazla aktörün ve nesnenin sürecin farklı aşamalarında dahil olduğu, fiziksel çevreyi düzenlemek için yürütülen örgütlü bir çabadır. Üretimde kullanılan kaynaklara *girdi*; kaynakların mal ve hizmete dönüştürülmesi işlemi *süreç*; elde edilen mal ve hizmet *ürün (çıktı)* olarak nitelendirilmektedir (Sey ve diğ., 1987). Yapı üretim sistemi

kaynakları; sistemin kullandığı ve dönüştürerek tükettiği tüm nesne, olgu ve bilgilerdir. Yapı üretim sistemi; sistem kaynakları ve sistem bileşenleri Özkan (1976) tarafından sistemler yaklaşımı çerçevesinde aşağıda yer alan alt başlıklar altında sınıflandırılmıştır:

- Sistem Kaynakları:
 - Fiziksel Olarak Üretilen Kaynaklar (Malzeme, Araç, Enerji)
 - Finansman Kaynakları
 - İşgücü
 - Bilgi Toplama, Düzenleme ve İletişim Yöntemleri
 - Doğal ve Yapay Çevrenin Sağladığı Kaynaklar (Arsa, Güneş Enerjisi, Su vb, Doğal Maddeler)
- Sistem Bileşenleri:
 - Kullanıcı Eylemleri
 - Karar, Planlama, Programlama
 - Tasarım
 - Yapım
 - Kullanım

Özkan (1976) tarafından sistem çevresi; yapı üretim sisteminin girdilerini sağlayan, sistemin sınırlarını tanımlayan üst sistemler ile karşılıklı etkileşim içerisinde olduğu paralel sistemler olarak tanımlanmıştır.

Sey ve Diğ. (1987) yapı üretim sistemini; Sistem Bileşenleri ve Sistem Çevresi olarak iki temel başlık altında ele almış olup;

- Sistem Bileşenleri;
 - Kaynaklar (Girdiler): Fiziksel kaynaklar (malzeme, araç, araçların işletilmesi için gereksinim duyulan enerji ve yapının üzerinde yer alacağı arsa)
 - Çıktılar (Ürün): Yapılar, yapı bileşenleri ve yapıların oluşturduğu yapma çevre

- Süreç: Girişim-planlama-programlama; Tasarım; Gerçekleştirme; Dağıtım; Kullanım
- Sınırlamalar; Hedefler; Zorunluluklar
- Geri besleme ve kontrol: Çıktıların (ürünün) belirlenen ölçütleri karşılayıp karşılamadığı kontrol edilir.
- Sistem Çevresi; Kaynaklar; mevzuat; finansman; sektör örgütlenmesi; politik sistem; doğal çevre; alt yapı vb. öğelerden oluşmaktadır.

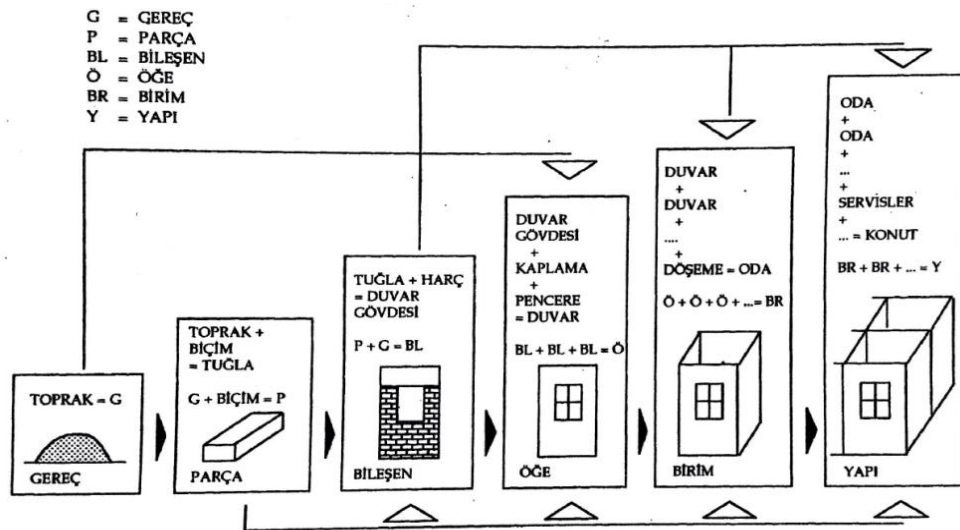
Yapım Sistemi: “Yapım Sistemi”, Yapı Üretimi Sistemi” sisteminin alt sistemlerinden birini oluşturmakta olup, Yapım sistemi Türkçü (2004) tarafından “tüm yapı elemanlarının ve bu elemanların bir araya gelme olasılıklarının toplamı”; “binayı oluşturan elemanların bir araya getirilmesinde izlenen süreç” ve “uygulanan üretim, teknoloji, kural ve yöntemler” olarak ifade edilmiştir (Türkçü, 2004). Yapım sistemi, kullanıcı gereksinimlerini karşılamak üzere tasarlanan, yapma çevreyi dış ve iç çevreden fiziksel olarak ayıran “yapının” gerçekleştirilmesi hedefine yönelik olup, yapının gerçekleştirilebilmesi için sistem çevresinden sağlanan kaynaklardan yararlanmaktadır. Sistem çevresine bağlı olarak yapımda yer alan kaynaklar; “malzeme, işçilik ve araç” olarak üç ana başlık altında toplanmaktadır (Özkan, 1976).

Tez çalışması; yapı üretim sistemi bileşenlerinden “yapım süreci” ile yapım sürecinin fiziksel kaynaklarını oluşturan “işçilik”, “araç” ve “malzeme” kaynakları ile yapım sürecinin planlama-programlama bileşenlerini oluşturan, “proje yönetimi” ve “yapım yönetimi” konularını kapsamaktadır. Bu bağlamda sözü geçen konular aşağıda açıklanmıştır.

Yapım Süreci; doğası gereği birçok alt süreçten oluşan, bu alt süreçlere çok sayıda paydaşın dahil olduğu ve uygulanan proje, kullanılan yapım teknolojisi, kullanılan malzeme vb. birçok değişken içeren fiziksel bir üretim süreci olarak tanımlanabilir.

Yapım sürecinin fiziksel olarak var edildiği alanlara şantiye denilmektedir. Chudley ve Greeno (2006) şantiyeyi bir yapının inşa edilmesi amacıyla geçici olarak kurulan bir fabrika olarak tanımlamaktadır. Bu fabrikada üretim yükleniciler aracılığıyla yapılmakta olup, malzemeler, uygun üretim ve depolama alanları vb. gereksinim duymaktadır (Chudley ve Greeno, 2006).

Malzeme; Eriç (2016) tarafından “bir yapının² bünyesine giren ve o yapının üretim ve kullanım süreci içerisinde biçimlenişini sağlayan, kullanıcıların konforunu düzenleyen her tür işlenmemiş yarı veya tam işlenmiş maddeler” olarak tanımlanmıştır. Malzemeler; kullanım yerlerine göre (taşıyıcı, koruyucu ve dekoratif) ve iç yapılarına göre (inorganik ve organik) olmak üzere iki temel şekilde sınıflandırılabilir. Doğal taş, pişmiş toprak ve cam inorganik malzemelere; ahşap, bitüm ve plastik ise organik malzemelere örnek olarak verilebilir (Eriç, 2016). Balanlı (1997) yapı malzemesini diğer bir isim ile yapı gereci olarak adlandırmış olup, “doğal ve yapay süreçler sonunda oluşan, tanımlanacak bir geometrik biçimi olmayan kütsel temel ürünler” (örneğin taş, ahşap, beton, harç vb.) olarak tanımlamıştır. Balanlı’ya göre; yapı üretim süreci, tasarlanmış biçimi nesne haline dönüştürecek gerecin üretilmesi ile başlamaktadır. Gerecin ana amacı biçimi oluşturmak olup, doğada her amaca uygun gereç bulunmamakta ve gereçler genellikle doğadaki biçimleri ile yapı üretim sürecine dahil olamamaktadır. Çeşitli işlemlerden geçirilen doğal kaynaklar farklı bitirilmişlik düzeylerinde ve farklı biçimlerde yapı ürünlerine dönüştürülmektedir. Bu ürünler üretim, bitirilmişlik ve işlevlerine göre; gereç (malzeme), parça, bileşen, öge, eleman, birim ve ünite düzeylerinde olup, yapının fiziksel/maddesel boyutunu oluşturmaktadır (Şekil 2.3) (Balanlı, 1997).



Şekil 2.3 : Yapı ürünleri bitirilmişlik düzeyleri (Balanlı, 1997).

² Eriç (2016) malzeme tanımında yer alan “tasarım” kelimesi, tasarımın fiziksel olarak üretimi sonucu ortaya çıkan ürün olan “yapı” kelimesi olarak uyarlanmıştır.

Balanlı (1997)'ya göre; “yapı parçası, gereçlerin biçimlendirilmesi sonucu oluşan ve bir araya gelince bir bütünü oluşturan tuğla, kiremit vb. nesneler” “yapı bileşeni, gereç ve parçaların birleştirilmesiyle veya biçimlendirilmesi ile oluşturulan belirli bir işlevi olan ürünler (pencere, lavabo vb.)”, “yapı ögesi, gereç, parça ve bileşenin bir araya gelmesi ile oluşturulan duvar, döşeme merdiven vb. ürünler”, “yapı birimleri ise, öğelerin bir araya getirilmesi ile oluşan yapı, oda, derslik vb. yapı bölümleri” olarak tanımlanabilir.

Malzeme, Türkçü (2004) tarafından bir yapının oluşturulmasında kullanılan doğal veya yapay ürünler olarak tanımlanmış olup, malzemeler biçimsel yönden biçimlendirilmiş veya biçimlendirilmemiş olarak sınıflandırılmıştır. Biçimlendirilmemiş malzemeler, çakıl, çimento, kum, agrega gibi kesin geometrik biçimi olmayan doğal veya mamul ürünlerdir. Biçimlendirilmiş malzemeler ise üretim sırasında şekil kazanmış olan malzemeler olarak tanımlanmış olup, bu malzemeler yapı bileşeni olarak adlandırılmıştır (Türkçü, 2004). Türkçü, yapı bileşenini (şekil kazanmış yapı malzemesi) “profil bileşen, birim bileşen ve bileşik bileşen” olarak üç sınıfa ayırmaktadır. Profil bileşenler, en kesitleri tanımlı olup, üçüncü boyutta değişmektedir. Bu gruba örnek olarak borular, kutu profiller vb. verilebilir. Birim bileşenler; üç boyutu da tanımlı ve yan yana gelerek bir yapı elemanını oluşturan veya kaplayan bileşenlerdir. Bu gruba örnek olarak tuğla, beton briket, kiremit vb. verilebilir. Bileşik yapı bileşenleri ise; bünyelerinde biçimlendirilmemiş yapı malzemeleri ile profil ve birimsel yapı bileşenlerinin bir bütün içerisinde bir araya getirilmesiyle üretilmektedir. Bunlara örnek olarak kapı ve pencere doğramaları, dolaplar vb. verilebilir. Yapı elemanları (yapı ögesi) Türkçü tarafından; mekânın tamamını veya büyük bir kısmını tanımlayan (döşeme, çatı, temel vb.), mekânı kısmi olarak sınırlayan (kolon, giriş vb.), bağlayıcı-birleştirici işlevde olabilen (pencere, kapı, merdiven vb.) yapı parçaları olarak tanımlanmıştır (Türkçü, 2004).

Literatürde yapım sürecinin fiziksel kaynaklarından biri olan malzemenin bitirilmişlik düzeyleriyle ilgili tam bir dil birliği bulunmamaktadır. Örneğin kapı ve pencereler Balanlı'ya göre yapı bileşeni olarak ele alınırken, Türkçü (2004) tarafından yapı elemanı (ögesi) olarak ele alınmıştır. Yapım süreci malzeme girdisi, farklı bitirilmişlik düzeylerinde olabilmektedir. Tez çalışması kapsamında; kavram

karışıklığının önüne geçebilmek amacıyla, “malzeme” kavramı tüm bitirilmiş düzeylerini (gereç, parça, bileşen ve eleman) içerecek şekilde ele alınmıştır.

Yapım sürecinde kullanılan malzemeler şantiyede üretilebildiği gibi, şantiye dışında da üretilebilmektedir. Üretim biçimine göre yapı elemanları; yerinde yapım (şantiyede), prefabrike yapım (ön yapım-fabrika ve/veya atölyelerde) ve kısmen yerinde yapım olmak üzere üç farklı şekilde sınıflandırılmaktadır. Şantiyede üretilen malzemelere örnek olarak; beton agregası, beton, çim ve fidanlar, sıva, şap, vb. verilebilir. Prefabrik elemanlara ise beton boru, oluklar vb. verilebilir (Galipoğulları, 2016; Türkçü, 2004; Özkan, 1976). Galipoğulları’na (2016) göre; malzemeler şantiyelerde kullanımına göre; prodüktif malzeme (yapının bünyesine giren, çimento, agrega, demir vb.) ile unprodüktif (yapının bünyesine girmeyen-yardımcı nitelikte, kalıp vb.) malzemeler olarak iki gruba ayrılmaktadır. Gavilan ve Bernold (1994) şantiyelerde kullanılan malzemeler için, tüketilen (consumable) ve tüketilmeyen (nonconsumable) malzeme terimlerini kullanmışlardır. Tüketilen malzemeler terimi, yapı üretimi sonucunda yapı ürününün bir parçası haline gelen malzemeleri (tuğla, beton, donatı çeliği vb.) ifade ederken; tüketilmeyen malzemeler terimi ise yapım sürecine yardımcı olan fakat süreç sonucunda yapının bir parçası olmayan malzemeleri (iskeleler, geçici istinat duvarları ve diğerleri) ifade etmektedir (Gavilan ve Bernold, 1994). Yapı elemanları literatürde ayrıca; oluşturulduğu malzemeye, işlevine, taşıyıcılık özelliğine, üretim biçimine vb. ölçütlere göre farklı şekillerde sınıflandırılmış olup, yapı üretiminde kullanılan sınıflandırma türleri ayrı bir başlık altında özetlenmiştir.

Yapım sürecinin birbirini takip eden veya eş zamanlı gerçekleşen birçok süreçten oluşması ve projelere özgü farklılıklar içermesi sebebiyle yapım süreci aşamalarının ardışık bir sıra içerisinde ele alınması olanağı bulunmamaktadır (Metin, 2017).

Literatürde yapı üretim süreci; sistemin açık ya da kapalı olmasına üretimde yer alan işlemlere, yapıların strüktürel sistemine, üretim büyüklüğüne (tek tek üretim, kümesel üretim vb.), üretim yerine (yerinde yapım; önceden fabrikada, şantiyede, atölyede vb. üretim), endüstrileşme aşamasına (geleneksel, çağdaş yapım vb.), yapımda kullanılan temel malzemelere (betonarme sistemler, ahşap sistemler vb.) göre olmak üzere çeşitli şekillerde sınıflandırılmıştır (Özkan, 1976).

Yapım süreci çok sayıda aktörün rol aldığı, sürecin çeşitli evrelerinde kademeli bir şekilde birbirini takip eden artı değer ya da ürün oluşturmaya yönelik dönüştürme işlemlerini barındırmaktadır (Aral, 1979). Süreç kelimesi Buffo (1971) tarafından üzerinde çalışılan bir şeyin bir durumdan başka bir duruma dönüştürülmesi şeklinde tanımlanmıştır (Özkan 1976). Yapım süreci, imalat ve inşaat ve/veya montaj olmak üzere iki temel değişkeni içermektedir (Özkan, 1976). İmalat işlemi ister yerinde ister ön üretim şeklinde yapılsın üretim üç temel süreç ile yürütülmektedir. Wachsmann (1961), yapı üretim süreçlerini çıkartma, ekleme ve biçimlendirme süreçleri olarak üç sürece ayırmaktadır (Özkan, 1976; Wachsmann, 1961). Çıkarma; doğrudan ayırma ve içinden çıkartma ile malzemenin biçimlendirilmesi süreçleridir. Bu süreçler; kesme, öğüterek çıkarma, vurarak delme, oyarak delme, rendeleme, zımparalama, parlatma gibi süreçleri içermektedir. Ekleme; organik birleşim (genellikle yapıştırma, soğuk ve sıcak pres gibi), kaynakla birleşim, mekanik birleşim (vidalama, bulonlama, perçinleme, kıvrılarak birleştirme gibi) işlemlerini içermektedir. Biçimlendirme; yeniden biçimlendirme, plastik biçimlendirme ve döküm süreçlerini kapsamaktadır. Söz konusu sürece ilişkin işlemler Çizelge 2.3'te yer almaktadır.

Yapı üretimi nesneye uygulanan bir biri ardına sıralanmış, kademeli dönüşüm süreçlerinden oluşmaktadır. Nesnelerin ilk dönüşüm evresi, doğal durumlarından hammadde haline dönüşme süreciyle başlar. İşlenmeye hazır hammaddelere dönüşen nesneler, üretim süreci içerisinde bir dizi dönüşüme uğrayarak, süreçler sonunda yapının birer parçasını oluştururlar. Yapım sürecinde kademeli olarak gerçekleşen dönüşüm süreçlerinde her bir nesnenin dönüşüm süreci sonunda ulaşılmış olduğu varoluş biçiminin, bir önceki varoluş biçiminden ekonomik açıdan daha değerli olduğu söylenebilir (Aral, 1979).

Yapımda dönüşüm süreçleri (Özkan 1976);

- Kimyasal süreçler,
- Biçim değiştiren süreçler,
- Taşıma süreçleri; yatay ve düşey taşıma,
- Birleştirme süreçleri; kaynak, lehim vidalama vb.,
- Genel ve özel amaçlarla makinelerle yürütülen süreçler,
- Hizmet süreçleri; bilgi ve iletişim

olarak sınıflandırılmıştır.

Çizelge 2.3 : Yapı üretim süreci işlemleri (Özkan 1976).

ÇIKARMA	EKLEME	BİÇİMLENDİRME
• Kesme • Öğüterek Çıkarma • Vurarak Delme • Oyarak Delme • Rendeleme • Zımparalama • Parlatma	• Organik Birleşim (yapıştırma, soğuk ve sıcak pres vb.) • Kaynakla Birleşim • Mekanik Birleşim (perçinleme, vidalama, bulonlama, kıvrılarak parçaların birbirine geçirilmesi vb.)	• Yeniden Biçimlendirme • Plastik Biçimlendirme • Döküm

Yapım sürecinde yer alan tüm bu iş ve işlemlerin gerçekleştirilebilmesi için çeşitli işçilik ve araçlara gereksinim duyulmaktadır. Yapım sürecinde gereksinim duyulan işçilik ve araçlar, CBC sınıflandırma sistemine göre malzemelerin korunması için gerekli işçilik ve araçlar, malzemelerin desteklenmesi için gerekli işçilik ve araçlar, malzemelerin kullanılması, elle ve makinelerle taşınması ile ilgili işçilik ve araçlar, malzemelerin biçimlendirilmesine ilişkin işçilik ve araçlar, kazma ve delmeye ilişkin işçilik ve araçlar, malzemenin yerine konması, inşaat ve montaj ile ilgili işçilik ve araçlar, bitirme işlemleri ile ilgili işçilik ve araçlar, temizlik işleri ile ilgili işçilik ve araçlar, iki veya daha fazla işle ilgili işçilik olarak sıralanabilir (Özkan, 1976). Şantiyelerde kullanılan araç (makine ve ekipmanlara) örnek olarak; kamyon, vinç, dozer, kepçe, kompresör, konkasör, konveyör vb. verilebilir (Baytop, 2019). Şantiyede makinelerin kullanımı el emeğini dolayısıyla , şantiyede çalışan işçi sayısını azaltmaktadır.. İşçi sayısının azalarak, makine kullanımının artması şantiyelerde sevk ve idareyi kolaylaştırmakla birlikte, yapım sürecinde hızı ve kaliteyi arttırmaktadır (Baytop, 2019; Bigad, 1975).

Yapı üretimi sürecinde birçok aktör rol almaktadır. Bu aktörler; Müşteri, Yönetici, Yüklenici, Alt yüklenici, Tedarikçi, İmalatçı-Üretici, Tasarımcı, Proje Yöneticisi, Yapım yöneticisi, Kalite kontrolcü, Güvenlik koordinatörü ve Danışmanlardır (TSE-EN ISO 12006-2). Ayrıca, yapım süreci doğası gereği birçok alt süreçlerden oluşmakta olup, tüm bu süreçlerdeki girdi ve çıktılar uygulanan projeye özgü farklılıklar içermektedir.

Tüm bu süreçler ve paydaşlar arasında iletişimin sağlanması yapım sürecinin kalitesi açısından oldukça önem göstermekte olup, tüm bu sürecin yönetilmesinde planlama ve programlama oldukça önemli bir rol oynamaktadır. Bu kapsamda iki temel

kavram karşımıza çıkmaktadır. Bunlar; yapım yönetimi ve proje yönetimidir. Proje yönetimi; tasarımdan, fizibilite, yapının tamamlanması ve işletmesine kadar geçen süre içerisindeki tüm aşamaları açıklayan bir bilgi ve uygulama paketidir (Galipoğulları, 2016). Bu süreçte projenin tanımlanması; projenin planlanması, projenin uygulanması ve projenin tamamlanması aşamalarından oluşmaktadır. Projenin tamamlanması için yapılması gereken işlere ait listeler planlama aşamasında yapılmaktadır ve bu liste “yapılacak işler listesi” olarak adlandırılmaktadır (Çetiner, 2007). Yapım yönetimi ise; projenin inşaatı ile ilgili bölümü kapsamakta olup, projenin ihale edilmesinden yüklenicinin yapıyı işletmeye hazır hale getirmesine kadar olan süre içerisindeki faaliyetlerin tümünü içermektedir (Galipoğulları, 2016; Kanoğlu, t.y.). Kanoğlu (t.y.) yapım yönetimi kavramını, bir yapım projesinin işverenin öngördüğü süre, bütçe ve kalitede üretilmesini sağlamak üzere, başından sonuna kadar sürecin, planlanması, yürütülmesi ve denetlenmesi işlemleri olarak tanımlamaktadır. Bu kapsamda proje planlama kavramına açıklık getirmek gerektiğini belirterek, proje planlamayı; bir projenin kendini oluşturan parçalara ayrılması, bu parçalar arasındaki öncelik, sonralık ve beraberlik ilişkilerinin ortaya konulması ve bu ilişkilerin belirli teknikler kullanılarak görselleştirilmesi işlemi olarak açıklamaktadır. Bu doğrultuda, yapım yönetimi proje planının üzerine eylem sürelerinin işlenmesi, yani proje planında eylemlerin en erken ve en geç başlama süreleri ile bitiş sürelerinin tanımlanması ve kritik yörüngenin belirlenmesi işlemi olarak ifade edilebilir (Kanoğlu, t.y.). Proje planlama ve programlama genellikle karıştırılsa da birbirlerinden farklıdırlar. Proje planlamada ne, nasıl, nerede ve kim tarafından yapılacağına dair bilgiler yer alırken, programlamada işlerin ne zaman yapılacağı bilgisi yer almaktadır (Hinze, 2012).

Proje planlama ve programlama, yapım sürecinde oluşabilecek problemleri öngörebilmek ve bu problemlere çözüm üretebilmek; iş gücü ve ekipmanın etkin kullanımını sağlamak, projenin finansmanına esas oluşturan nakit akışının yönetimine ilişkin ön veri sağlamak; projeyi oluşturan alt eylemlere ilişki iş gücü, araç, malzeme kaynakları ile süre ve maliyet tahminleri yapmak ve projede yer alan eylemlerin yürütülebilmesi için gerekli organizasyon ve iş bölümünü gerçekleştirebilmek amaçlarıyla kullanılmaktadır (Kanoğlu, t.y.).

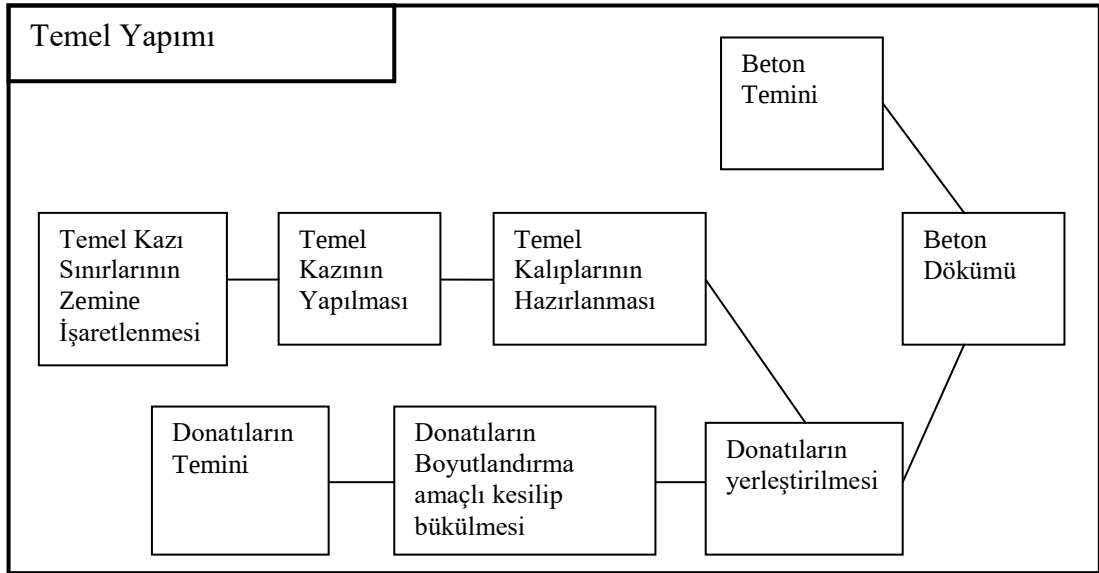
Yapım yönetiminde çeşitli proje planlama ve programlama teknikleri kullanılmaktadır. Bunlar; Çubuk diyagramları, Denge diyagramları, Şebeke

diyagramları (Ok ve Kutu diyagramları), Kritik Yörünge Metodu (Critical Path Method-CPM), Program Değerlendirme ve İnceleme Tekniği (Program. Evaluation and Review Technique-PERT) olarak sıralanabilir.

Çizelge 2.4.'te eylem listesi, Şekil 2.4'te ise eylem listesine bağlı olarak oluşturulan kutu diyagramı örneği yer almaktadır.

Çizelge 2.4 : Örnek eylemler listesi ve ön eylemler (Hinze, 2012).

Eylem Kodu	Eylemin Tanımı	Ön Eylemler
A	Temel Kazı Sınırlarının Zemine İşaretlenmesi	---
B	Temel Kazının Yapılması	A
C	Temel Kalıplarının Hazırlanması	B
D	Beton Dökümü	G, H
E	Çelik Donatıların Satın Alınması	---
F	Çelik Donatıların Kesilip Bükülmesi	E
G	Çelik Donatıların Yerleştirilmesi	C, F
H	Beton Siparişinin Verilmesi	---



Şekil 2.4 : Beton temel yapımının kutu diyagramı şeklinde ifade edilmesi (Hinze,2012).

Eylemler arası ilişki tipleri için proje planlama ve programlama tekniklerinde kullanılan ilişki tipleri aşağıda yer almaktadır;

- Bitiş-Başlangıç İlişkisi (Finish to Start): ilki bitmeden ikinci başlayamaz (C tipi ilişki)
- Başlangıç- Başlangıç ilişkisi (Start to Start): ilki başlamadan ikincisi başlayamaz (S tipi ilişki)
- Bitiş-Bitiş İlişkisi (Finish to Finish): ilki bitmeden ikinci bitemez (F tipi ilişki)

olarak tanımlanmıştır (Kanoğlu, t.y.). Tüm bu yapım işlerinin yürütülmesi için çeşitli sözleşme ve dokümanlar hazırlanmaktadır. İnşaat sözleşme dokümanları aşağıdaki şekilde özetlenebilir (Galipoğulları, 2016):

- Ana sözleşme ve genel şartnameler: İşin tanımı, işin başlangıç ve bitiş tarihleri, görev ve sorumluluk vb. birçok bilgiyi içeren dokümanlardır. Taraflar arasında oluşabilecek herhangi bir uyuşmazlık durumunda bu belgelere başvurulur.
- Teknik Şartnameler: Yapılacak imalatların tarifleri yer almaktadır. İmalatlar sırasında yararlanılacak standartların (TSE, AASHTO, ASTM, DIN, BS, ACI vb.) tanımı, iş kalemlerinin tanımı ve üretim metotları teknik şartnamelerde açıklanmaktadır. Ayrıca imalatlarda kullanılacak malzeme özellikleri, malzemelere ait en düşük ve en yüksek performans değerleri, ölçü ve toleranslar, üretim sırasında kabul edilebilir iklim şartları (sıcaklık, nem vb.), standart detayların çizimleri vb. bilgileri kapsamaktadır.
- Projeler: İnşa edilecek yapıya ait uygulama projesi, statik hesaplar vb. tüm projeleri kapsamaktadır.
- Fiyat Tarifleri: Birim fiyatlı işlerdeki her iş kaleminin birim fiyata dahil olan ve dahil olmayan giderleri, iş kalemlerinin ölçü birimleri vb. bilgileri içermektedir.
- Fiyat Cetvelleri

şeklindedir (Galipoğulları, 2016).

Yapım işlerinde kullanılan tüm bu sözleşme ve dokümanların hazırlanabilmesi için aktörler arasında kullanılacak ortak bir dile gereksinim duyulmaktadır. Gelişen

teknolojiye paralel olarak uluslararası dil birliği ve koordinasyonu sağlanabilmesi açısından yapı üretiminde çeşitli sınıflandırma sistemleri geliştirilmiştir. Sınıflandırma teknik şartnameler vb. dokümanlar ile maliyet hesaplamalarında önemli rol oynamakta olup, yapı sınıflandırma sistemlerinin amacı; yapı üretiminde süreçler ve aktörler arasında iletişiminin sağlanabilmesi için standartlaştırılmış terminoloji ve anlam birliği sağlamaktır (Ekholm ve Häggström, 2011; Lou ve Goulding, 2008).

Yapı üretiminde sınıflandırma çalışmalarının temeli 1920 yılında Amerika Mimarlar Enstitüsü (American Institute of Architects-AIA) tarafından yayınlanmış olan Standard dosyalama sistemi ve Alfabetik İndeks çalışmasıdır. 1963 yılında Yapı Şartnameleri Enstitüsü (Construction Specifications Institute -CSI) tarafından 16 alt başlıklı bir malzeme sınıflandırma sistemi yayınlanmıştır (Kang ve Paulson; 1997).

Berköz (1976) yapı üretimine ait sınıflandırmaları; SfB (Samarbetskommitten for Byggnadsfrågor) Sistemi, CBC (Coordinated Building Communication) Sistemi; BSAB (Byggnadets Samordning) Sistemi, YAE (Yapı Araştırma Enstitüsü) Kodlama Sistemi, A. Plowden'ın Sınıflandırması, CLASP-BIC (Consortium of Local Authorities Special Programme-Building of Industry Codes) Sistemi olarak ele almıştır. Berköz (1976)'ya göre sınıflandırma sistemlerinde hiyerarşik ve fasetalı olmak üzere iki temel yaklaşım bulunmaktadır. Hiyerarşik sınıflandırmalarda; sınıf, alt sınıf, bölüm ve alt bölümlerde bilgilerin hiyerarşik olarak dallanması şeklindedir. Fasetalı sınıflandırmada ise; her bir nesneye ait bilgilerin, her birini tek bir ayırıcı özelliğine göre tanımlayacak terimler üzerinden sınıflar, listeler ve diziler biçiminde ifade edilmesi şeklindedir. Hiyerarşik sınıflandırmaların değiştirilebilirlik, güncellenebilirlik niteliğinin olmaması ve değişen bilgilere göre güncellenebilme konusunda gerekli esnekliği sağlamaması sebebiyle fasetalı sınıflandırmalar tercih edilmiştir (Berköz,1976). Fasetalı sınıflandırma sistemleri bir nesneye birden çok sınıflandırma atanmasına izin vermektedir. Böylece bir nesne fasetalardaki sınıfların kompozisyonu ile ifade edilebilir (TSE EN ISO 12006-2). Yapı endüstrisinde kullanılan ilk fasetalı sınıflandırma SfB sınıflandırma sistemi olup, uyarlanabilir yapısıyla CBC, CI/SfB vb. sistemlerin oluşturulmasında temel alınmıştır. Berköz (1976). SfB Sistemi, ilk olarak İsveç'te uygulanmış, yapı malzemesi ve bileşenleri ile ilgili veriler ve tüm yapı işlemlerine ait girdilerin ve ücret ve fiyatlar ile ilgili belgelerin simgelenmesi için hazırlanmış bir sistemdir (Özkan, 1976). Bu sistemde

yapı ürünlerine ait bilgiler 5 ana tabloda yer almaktadır. Bu tablolar; Tablo 0: Yapı Tipi; Tablo 1: Yapı Elemanları; Tablo 2: Formlar; Tablo 3: Malzemeler; Tablo 4: İşler ve İhtiyaçlar şeklindedir (Tarçın, 2007). Türkiye’de Mimarlar Odası tarafından, Yapı Araştırma Enstitüsü-TÜBITAK tarafından uluslararası SfB sisteminden yararlanılarak hazırlanmış olan Y.A.E. sınıflandırma sistemi (Şekil 2.5) kullanılmaktadır.

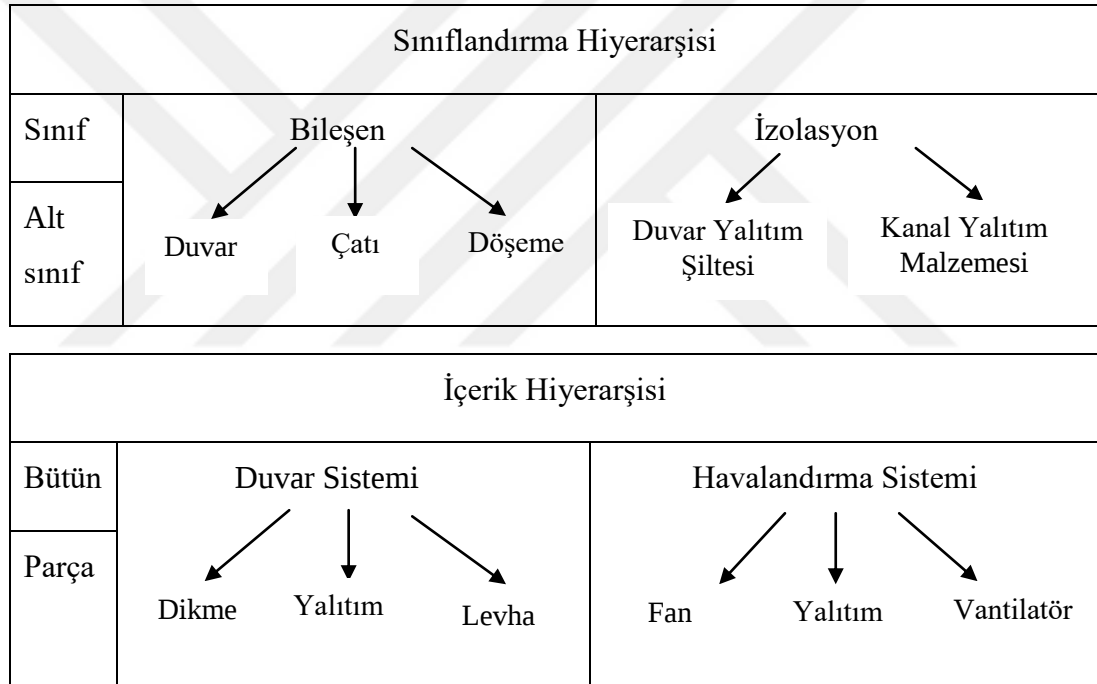
A : Alt yapı-çevre düzenleme
B : Temeller
C : Strüktür, karkas
Ç : Çatı konstrüksiyonu
D : Döşemeler, merdivenler, rampalar
E : Dış ve iç duvarlar
F : Duvar dış kaplamaları
G : İç duvar kaplamaları
H : Döşeme ve merdiven kaplamaları
I : Tavan kaplamaları- Asma tavanları
İ : Yalıtımlar, (su, ısı, ses)
J : Çatı örtüleri
K : Kapılar
L : Pencereler
M : Parmaklık- Korkuluklar
N : Stor, panjur, kepenk, güneş kırıcıları
O : Çatıda açıklıklar, çatı fenerleri
Ö : Bacalar
P : (Boş)
R :Sağlık donatım,pis-temiz su,çöp,atık-gaz
S : Isıtma, havalandırma
T : Soğutma- iklimlendirme
U : Elektrik donatımı
Ü : Mekanik ulaşım (asansör, monşarj, yürüyen merdiven)
V : Döşeme (sabit tefriş, mobilya)
Y : Hareketli tefriş
Z : Prefabrikasyon (ön yapımlı yapı elemanları)

Şekil 2.5 : Y.A.E. (Yapı araştırma enstitüsü-TÜBITAK (Url-13).

Literatürde yer alan diğer sınıflandırma sistemlerine, fasetalı bir sınıflandırma sistemi olan Uniclass ile hiyerarşik sınıflandırma sistemi olan MasterFormat örnek verilebilir(Lou ve Goulding, 2008).

Gelişen teknolojiye paralel olarak yapı üretimi de hızlanmış olup, tüm bu üretim sürecinin hızına cevap verecek bir enformasyon sisteminin oluşturulması bir zorunluluk haline gelmiştir (Kanoğlu, 1994). Yapı marketlerinin küreselleşmesi, bilgisayarla bütünleşik yapı üretim sürecinin yaygınlaşması, özellikle de CAD ve BIM’in piyasaya sürülmesiyle yapı üretiminde, uluslararası projelerde ve yapı

elemanları ticaretinde ulusal sınıflandırma sistemleri arasında çeviri yapılması ya da ortak sistemler geliştirilmesi gibi yeni gereksinimler ortaya çıkmıştır. Bu bağlamda Uluslararası Standartlar Örgütü (International Organization for Standardization-ISO) tarafından yapı üretiminde ayrıntılı sınıflandırma tablolarının geliştirilmesi için bir çerçeve sunan ISO12006-2 standardı yayınlanmıştır (Ekholm ve Häggström, 2011; Lou ve Goulding, 2008). ISO 12006-2, Türk Standartları Enstitüsü tarafından uyarlanarak TSE EN ISO 12006-2 (Bina yapımı - Yapım işlerine ilişkin bilgilerin organizasyonu - Bölüm 2: Sınıflandırma için çerçeve bilgi) standart numarası ile kabul edilmiş olup, bu standarda göre sınıflandırma iki temel düzeyde olabilmektedir. Bu düzeyler, sınıf ve alt sınıflardan oluşan sınıflandırma hiyerarşisi ile bütün ve parçalardan oluşan içerik hiyerarşisi şeklindedir (Şekil 2.6) (Url-14).



Şekil 2.6 : TSE EN ISO 12006-2 Sınıflandırma hiyerarşisi (Url-14).

TSE EN ISO 12006-2 sistemine göre yapı üretiminde sınıflandırma temel olarak: kaynak ile ilgili sınıflar, süreç ile ilgili sınıflar, sonuçlar ile ilgili sınıflar ve özellikler ile ilgili sınıflar olmak üzere dört temel başlık altında toplanmıştır. Standartta yer alan süreç ile ilgili sınıflar; yönetim ve yapım süreci sınıfları olarak ikiye ayrılmaktadır. Yönetim sürecine ait sınıflar: İdari Yönetim; Finansal Yönetim; İnsan Kaynakları Yönetimi; Pazarlama ve Satış Yönetimi; Proje yönetimi; Risk Yönetimi; Maliyet Yönetimi ve Süre Yönetimi olarak sıralanmıştır. Yapım süreci sınıfları ise:

Tedarik planlama; Fizibilite çalışması; Yapım hazırlığı-Mobilizasyon; Şantiyedeki yapım işlemleri olarak sınıflandırılmıştır (Url-14).

Yapı üretiminde uluslararası alanda yaygınlığı günden güne artan bir diğer enformasyon sistemi türü Yapı Bilgi Modellemesi (Building Information Modelling)'dir. Yapı Bilgi Modellemesi (YBM)'nin literatürde birçok tanımı bulunmaktadır. YBM, ABD Ulusal Yapı Bilimleri Enstitüsü (National Institute of Building Sciences- NBIM) tarafından “bir yapının fiziksel ve fonksiyonel özellikleriyle dijital ortamda temsil edilmesi” olarak tanımlanmıştır. YBM yapıların yaşam döngüsü içerisinde paylaşılan bilgiler için güvenli bir kaynak oluşturmaktadır (NIBS, 2017). YBM, Eastman (1999) tarafından; “bilgi alışverişi ve birlikte çalışmayı kolaylaştırmak için bina yapım sürecinin 3 boyutlu ve dijital olarak temsil edilmesi” şeklinde tanımlanmıştır (Ergen Pehlevan, 2018). Yapı tasarımı salt olarak yapının formu, geometrisi ile ilgili olmayıp, kullanıcı gereksinimlerinden çevresel koşullara; estetik kaygılardan maliyete kadar birçok bilgiyi barındırmaktadır. Bu bilgiler yapı üretim sürecinde aktif rol alan mimar, inşaat mühendisi, makine mühendisi vb. aktörler arasında dağınık bir şekilde bulunmakta ve bu bilgilerin ayrışması süreç içerisinde karışıklığa yol açmaktadır (Pektaş, 2008). YBM yapının projelendirilmesinden, yapım ve sürecin sonlandırılmasına kadar tüm aşamalarda aktif olarak kullanılabilen bir bilgi yönetim sistemidir. Bir projenin farklı aşamalarında yer alan ve farklı disiplinlerden aktörleri veya proje paydaşlarını bir araya getirerek çok disiplinli bir çalışma ortamı sunmaktadır (Öktem ve Ertuğral, 2017; Url-15). YBM yapıların tüm yaşam döngüsü boyunca gereksinim duyulan verilerin yeniden girilmesi, veri kaybını önleyen ve süreçle ilgili güncel bilgi ve detayları sunan üç boyutlu bilgi paylaşım sürecidir (Url-16). YBM ile ilgili uluslararası standartların TSE uyumlandırma çalışmaları devam etmektedir.

Yapı üretim sürecine ait yaygın kabul edilen bir diğer sınıflandırma ise; İngiliz Mimarlar Kraliyet Enstitüsü (Royal Institute of British Architects-RIBA) tarafından ilk olarak 1963 yılında geliştirilen RIBA İş Planı'dır (The RIBA Plan of Work). RIBA İş Planı, katılımcıların tasarım ve yapımdaki rollerini basit bir matris formatında gösteren bir kaynaktır. RIBA İş Planı; çeşitli tarihlerde (2007, 2013, 2020) güncellenerek geliştirilmiş olup, plana göre yapı üretim süreci (Url-17):

0 - Stratejik tanım,

- 1 - Hazırlık ve bilgilendirme,
- 2 - Konsept tasarımı,
- 3 - Mekânsal koordinasyon,
- 4 - Teknik tasarım,
- 5 - İmalat ve yapım,
- 6 - Teslim,
- 7 – Kullanım

olmak üzere 8 aşamadan oluşmaktadır. Her aşamada temel görevleri, bilgi alışverişini ve aşama sonuçlarını açıklamaktadır RIBA İş planı 2020 versiyonu sürdürülebilirlik ve YBM'ne yönelik yenilikler içermektedir (RIBA, 2020).

2.3.1 Yapı üretiminde çevresel etki değerlendirme yöntemleri

İnsan eliyle gerçekleştirilen aktiviteler doğal kaynak tüketimi, enerji tüketimi, küresel ısınma ve iklim değişikliği, atık oluşumu ve kirlilik vb. birçok çevresel etkiye neden olmaktadır. Bu etkiler, dünyadaki nüfus artışı ve endüstrileşme, ekonomik gelişmeler vb. birçok etmene bağlı olarak artış göstermektedir. Yapı endüstrisi tüm bu çevresel etkiler içerisinde önemli bir etkiye sahiptir. Örneğin ABD'de yapı endüstrisi, toplam hammadde tüketimin yaklaşık %40'ını, yapıların kullanılması sırasında enerji tüketimi ise toplam enerji tüketiminin yaklaşık olarak %30'unu oluşturmaktadır. Avrupa Birliği içerisinde döküm sahalarına iletilen toplam atık miktarının yaklaşık 1/3'ü yapı endüstrisi kaynaklıdır. Aynı zamanda Avrupa Birliği içerisinde yapılar doğal kaynak tüketiminin %50'sinden, enerji tüketiminin %40'ından, su tüketiminin %16'sından ve atık oluşumunun ise %60'ından sorumludur (Kibert, 2013; Ebert ve diğ., 2011).

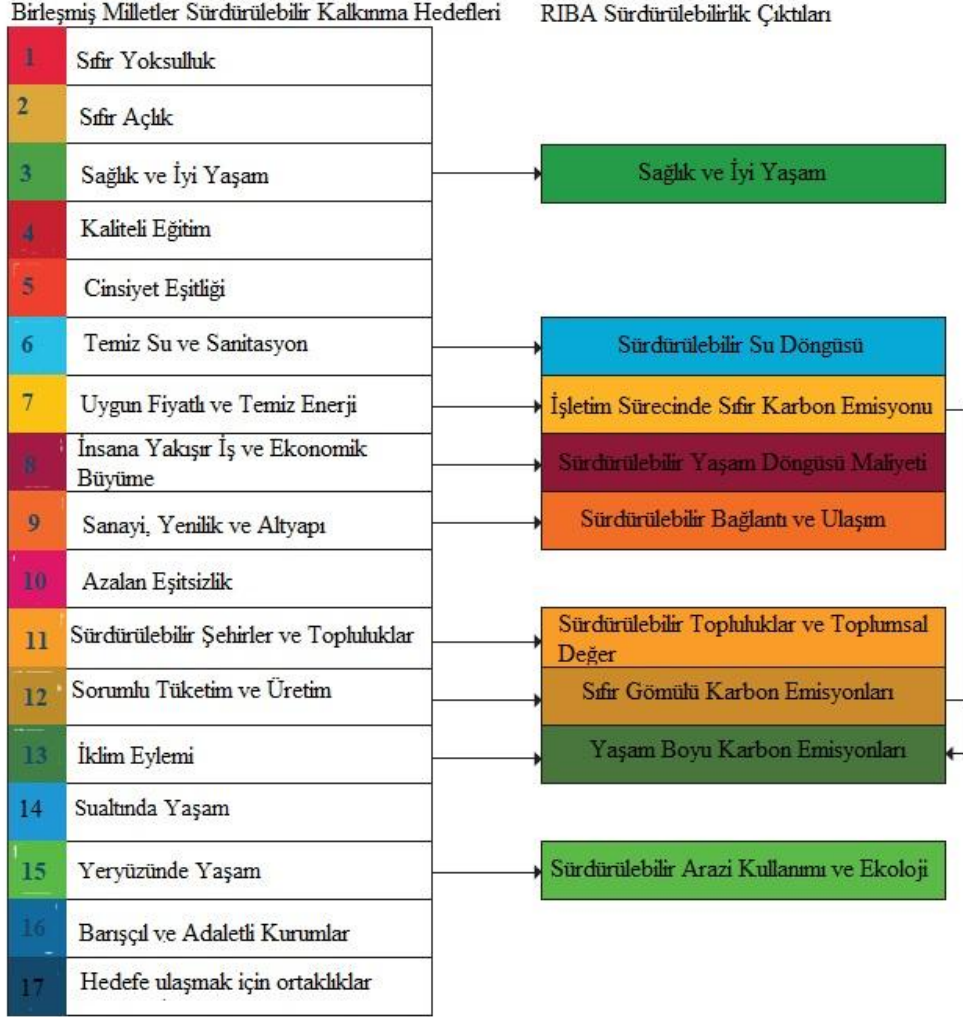
Yapı üretiminde çevresel konuların arkasında yer alan ana itici güç sürdürülebilir kalkınma paradigmasıdır (Kibert, 2013). Sürdürmek Türk Dil Kurumu sözlüğünde “Bir durumun, bir şeyin sürmesini, olmasını sağlamak” olarak tanımlanmıştır (Url-4). Sürdürülebilir Kalkınma ise, 1987 yılında yayınlanan ve “Ortak Geleceğimiz” (Our Common Future) başlıklı, Bruntland Raporu olarak bilinen raporda “Bugünün gereksinmelerini, gelecek nesilleri kendi gereksinmelerini karşılama yetisinden yoksun bırakmadan karşılayarak kalkınma” şeklinde tanımlanmış olup,

sürdürülebilirliğin sosyal, ekonomik ve çevresel olmak üzere üç farklı ayağı bulunmaktadır (Crawford, 2011; Sev, 2009, Aksel, 2014). Bruntland Raporu sonrası, sürdürülebilir kalkınma birçok uluslararası kuruluş tarafından kabul edilmiş ve günümüze kadar pek çok kuruluş çevresel, sosyal ve ekonomik sürdürülebilirliğin sağlanması için çalışmalarına devam etmiştir. Bu kuruluşlardan bazıları; Birleşmiş Milletler çatısı altında yer alan Birleşmiş Milletler Çevre Programı (United Nations Environment Programme-UNEP), yine Birleşmiş Milletler çatısı altında olan Hükümetlerarası İklim Değişikliği Paneli (Intergovernmental Panel on Climate Change-IPCC); Ekonomik Kalkınma ve İşbirliği Örgütü (The Organisation for Economic Co-operation and Development- OECD) çatısı altında Yeşil Büyüme ve Sürdürülebilir Kalkınma Forumu (Green Growth and Sustainable Development Forum); Worldwatch Enstitüsü (Worldwatch Institute) vb. şeklindedir. Birleşmiş Milletler 2015 yılında 2030 yılı için; Sıfır Yoksulluk; Sıfır Açlık; Sağlık ve İyi Yaşam; Kaliteli Eğitim; Cinsiyet Eşitliği; Temiz Su ve Sanitasyon; Uygun Fiyatlı ve Temiz Enerji; İnsana Yakışır İş ve Ekonomik Büyüme; Sanayi, Yenilik ve Altyapı; Azalan Eşitsizlik; Sürdürülebilir Şehirler ve Topluluklar Sorumlu Tüketim ve Üretim; İklim Eylemi; Sualtında Yaşam; Yeryüzünde Yaşam; Barışçıl ve Adaletli Kurumlar; Hedefe ulaşmak için ortaklıklar olmak üzere 17 başlık altında topladıkları sürdürülebilir gelişme hedeflerini belirlemişlerdir (Url-18). RIBA 2019 yılında Birleşmiş Milletlerin sürdürülebilirlik ile ilgili hedeflerini kabul etmiş ve yapıların katkı sağlayabileceği hedefler belirlenerek 2020 yılında yayınlanan İş Planına dahil edilmiştir. RIBA İş Planına eklenen sürdürülebilir kalkınma hedef başlıkları Şekil 2.7’de yer almaktadır (RIBA, 2019).

RIBA tarafından yapım süreci atığının yönetimine yönelik alt hedefler de belirlenmiştir. Örneğin; Sıfır gömülü karbon başlığı altındaki alt hedefler:

- Yapıların yeniden kullanımına öncelik vermek,
- Yapı elemanlarının yaşam boyu karbon analizlerini dikkate almak,
- Malzemelerde etik ve sorumlu, sağduyulu kaynak kullanımını önceliklendirmek,
- Düşük gömülü karbon ve sağlıklı malzemeleri önceliklendirmek,
- Yüksek gömülü enerji düzeyindeki malzemeleri azaltmak,

- Düzenli depolama alanına iletilen atığı sıfırlamak
- Yerel ve doğal malzeme kullanımını teşvik etmek,
- Sağlam ve uzun ömürlü bir detay tasarımı yapmak,
- Karbon salınımını dengelemek şeklinde sıralanmıştır (RIBA, 2019).



Şekil 2.7 : RIBA İş planı sürdürülebilir kalkınma hedefleri (RIBA, 2019).

Sürdürülebilir kalkınma paradigmasının birçok uluslararası kuruluş ve şirketler tarafından kabul edilmesiyle birlikte, 90'lı yıllardan bu yana literatürde yapı endüstrisinde sürdürülebilirlik ile ilgili pek çok kavram kullanılmış olup, bunlardan bazıları; sürdürülebilir mimari, sürdürülebilir yapım yeşil binalar, yüksek performanslı yeşil binalar, ekolojik mimarlık, enerji etkin yapılar vb. şeklindedir (Kibert, 2013). Tüm bu gelişmeler ile birlikte yapı endüstrisinde sürdürülebilirliğin tanımı, yüksek performanslı yapıların özellikleri ve bir yapının bu tanımların

gereklerini nasıl karşıladığı gibi konular gündeme gelmiştir. Bu bağlamda yapıların neden olduğu çevresel etkilerin değerlendirilebilmesi için çeşitli kuruluşlar tarafından geliştirilmiş birçok derecelendirme (sertifika metotları) ve çevresel değerlendirme metotları bulunmaktadır. Bu kuruluşların başında İngiltere'deki Yapı Araştırma Kurumu (Building Research Establishment-BRE) ile Amerikan Yeşil Binalar Konseyi (United States Green Building Council-USGBC) gelmektedir. İngiltere Yapı Araştırma Kurumu tarafından geliştirilen “Building Research Establishment Environmental Assessment Method (BREEAM)”ve USGBC tarafından geliştirilen “Leadership in Energy and Environmental Design (LEED)” yöntemleri yaygın olarak kullanılan yöntemlerdir (Sev, 2009). Çevresel değerlendirme metotları, bileşen düzeyinde, tüm yapı düzeyinde ya da yapı yaşam döngüsünün farklı düzeylerinde ve farklı yapı tipleri için değerlendirme yapmak üzere çeşitlenmişlerdir. Bu metotları tasarımcılar, mimarlar, araştırmacılar, karar vericiler, vb. otoritelerin kullanımı amaçlanmıştır (Haapio ve Viitaniemi, 2008). Son 20 yılda çevresel değerlendirme metotları ve sertifikalandırma sistemlerinin sayısında önemli ölçüde bir artış olmuş, yapıları sürdürülebilirlik açısından değerlendiren dünya genelinde 600'den fazla metot bulunmaktadır. Ülkelere göre yaygın olarak kabul görmüş bazı çevresel değerlendirme metotları Çizelge 2.5'te yer almaktadır. Tüm bu değerlendirme metotlarından BREEAM ve LEED kendilerini yerellikten uluslararası düzeye taşımış olan ve dünya çapında yaygın olarak kullanılan yöntemlerdir. Ancak son zamanlarda DGNB'nin de uluslararası pazarda etkinliğinin yavaş yavaş arttığı bilinmektedir (Ebert ve diğ., 2011).

BREEAM; yapılar için geliştirilen ilk çevresel değerlendirme metodu olup, LEED, HQE, Green Globe, CASBEE vb. pek çok çevresel değerlendirme aracının temelini oluşturmaktadır (Ebert ve diğ., 2011; Url-19). İlk olarak 1990 yılında ofis yapıları için geliştirilmiş, 1991 yılında konut yapılarını da kapsayacak şekilde genişletilmiştir. BREEAM günümüzde, uluslararası alanda yaygın olarak kullanılmakta olup; master planlar, altyapı ve mühendislik projeleri, konut ve ticari fonksiyonlu yeni yapılar, ticari yapılar için kullanım süreci ile konut ve ticari fonksiyonlu yapılar için yenileme-tadilat sürecinde çevresel değerlendirme ve sertifika olanağı sunmaktadır (Url-20).

Çizelge 2.5 : Ülkelere göre çevresel değerlendirme metotları (Ebert ve diğ., 2011).

Ülke Adı	Method Adı
ABD	LEED, Green Globes
Avustralya	NABERS, Green Star
Belçika	BREEAM Belçika
Brezilya	LEED Brasil, AQUA, BREEAM Brasil
Çin	GBAS, Three Star, HK-BEAM (Hong Kong)
Almanya	DGNB, BNB, TÜV Süd SCoRE
Finlandiya	PromisE
Fransa	HQE, Escalé, BREEAM Fransa
İngiltere	BREEAM
Hong Kong	HK-BEAM
Hindistan	LEED Hindistan, TGBRS Hindistan
İtalya	Protocollo Itaca
Japonya	CASBEE
Kanada	LEED Kanada, Green Globes (Green Leaf)
Meksika	LEED Meksika, SICES
Hollanda	BREEAM Hollanda
Yeni Zelanda	Green Star NZ
Avusturya	Total Quality
Polonya	BREEAM Polonya
Portekiz	Lider A, SBTool Portekiz
Rusya	BREEAM Rusya
İsviçre	MINERGIE
Singapur	BCA Singapur, Green Mark
İspanya	VERDE, BREEAM
Güney Afrika	SBAT, Green Star SA
Tayvan	ABRI
Çekya	SBTool CZ
Birleşik Arap Emirlikleri	LEED Emirates, BREEAM Gulfs

BREEAM metodu çevresel açıdan belirlenen ölçütleri karşılaması sonucu yapılara kredi puanı verilmesi şeklinde bir değerlendirme yöntemi ortaya koymaktadır. Metotta, değerlendirmesinin ana çıktısı derecelendirme değildir. Derecelendirme; Geçer, İyi, Çok İyi, Mükemmel ve Olağanüstü seviyelerinde yapılmakta olup, dereceler yıldız amblemiyle ifade edilmektedir. Sertifikalı derecelendirme, bir proje ve paydaşları tarafından standartlara ve kıyaslama ölçütlerine göre ölçülen performansı yansıtmakta olup, ayrıca projeler arasında çevresel açıdan karşılaştırılabilirliği sağlamaktadır (Seeley, 1995; Url-20; Url-21). Değerlendirme ve sertifikalandırma,

tasarım ve yapımdan, işletme ve yenilemeye kadar, yapıların yaşam döngüsü içerisinde bir dizi aşamada gerçekleştirilebilmektedir (Url-20).

BREEAM metodunda değerlendirmeler; Enerji, Sağlık ve Esenlik; Yenilik; Arazi kullanımı; Malzemeler; Yönetim; Kirlilik; Ulaşım; Atık ve Su olmak üzere ve her biri kendi amacı, hedefi ve ölçütleri olan bir dizi alt değerlendirmeler içeren 10 farklı kategorilerinde yapılmaktadır. Her bir kategoriye; alt değerlendirmeler sırasında hedef veya ölçütlerin karşılanması durumuna göre, kredi puanları verilmektedir.. Değerlendirme sırasında her bir kategori için belirlenen kategori ağırlıkları da puanlamaya dahil edilmektedir. BREEAM metodunda, Atık Kategorisine %3 ağırlık verilmiş olup, evsel atıklar ve tadilat atığı olmak üzere iki farklı atık türü tanımlanmış ve her bir atık türü için kredi puanları belirlenmiştir. Atık kategorisinde yer alan alt değerlendirme kategorileri ile kredi puanları ve açıklamaları Çizelge 2.6’da yer almaktadır (Url-20).

Çizelge 2.6 : BREEAM Atık kategorisi alt değerlendirme kategorileri (Url-20).

Konu	Konu Adı	Kredi	Kredi özeti
01	Evsel atık	2	İlk kredi - geri dönüşüm - depolama olanaklarının sağlanması İkinci kredi - kompost olanaklarının
02	Yenileme (Tadilat) Atığı	3	Katı atık yönetim planı (KAYP) uygulaması için verilen krediler olup, projenin değerine (maliyet)

Çizelge 2.5’te yer alan 02 kodlu yenileme atığı yönetimi kredisi için istenen KAYP’a ilişkin belirlenen değerlendirme ölçütleri, uygulanan projenin ölçeğine ve maliyetine göre değişmektedir. Değerlendirmenin yapılabilmesi için gerekli olan açıklamalar uyumluluk notları olarak ayrıca belirlenmiştir. (Url-20). Tadilat Atıkları ile ilgili ölçütlerde toplam 12 adet temel uygunluk notu yer almaktadır.

LEED; GBC tarafından 1998 yılında geliştirilen ve çeşitli yapı tipleri ve yapıların yaşam döngülerinin farklı aşamaları için binanın sürdürülebilirliğini değerlendirme olanağı sunan bir derecelendirme, sertifikalandırma metodudur. Metot (Url-22):

- Yapı tasarımı ve yapım (BD+C, Building Design and Construction)
- İç mekân tasarımı ve yapım (ID+C, Interior Design and Construction)
- Yapıların işletilmesi ve bakımı (O+M, Building Operations and Maintenance)
- Komşuluk geliştirme (ND, Neighborhood Development)
- Konutlar (Homes)
- Şehirler ve topluluklar (Cities and Communities)
- Yeniden sertifikalandırma (Recertification)
- Net sıfır enerjili bina (Net zero energy building -nZEB)

konularında değerlendirme yapma olanağı sunmaktadır.

LEED yapıları; LEED Sertifika (40-49 puan); LEED Gümüş (50-59 puan), LEED Altın (60-79 puan) ve LEED Platin (80+ puan) olmak üzere dört farklı seviyede sertifikalandırmaktadır. LEED metodunda değerlendirmeler konulara göre belirlenen kategoriler altında yapılmaktadır. Örneğin; Yapı tasarımı ve yapım (BD+C, Building Design and Construction) konu başlığı altında, dokuz ayrı kategoride ön koşullar ve ölçütler belirlenmiştir. Bu kategoriler (Url-21);

- Bütünleşik Süreç
- Konum ve Ulaşım
- Sürdürülebilir Araziler
- Su Verimliliği
- Enerji ve Atmosfer
- Malzeme ve Kaynaklar
- İç Mekân Çevresel Kalitesi
- İnovasyon
- Bölgesel Öncelik, şeklindedir.

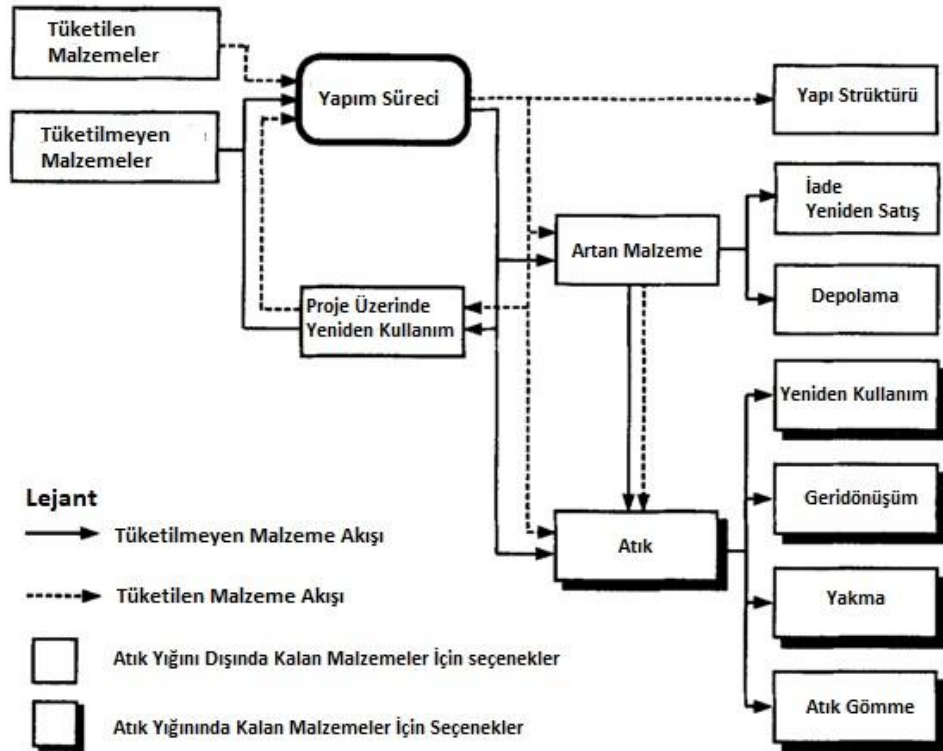
Malzeme ve Kaynaklar kategorisi altında, düzenli depolama alanlarına iletilen ve yakma tesislerinde bertaraf edilen yapım ve yıkım atıklarının yeniden kullanılarak ve geri dönüştürülerek azaltılması amacıyla gereksinimler belirlenmiştir. Bunlar; yapım

ve yıkım atığı yönetim planının geliştirilmesi ve uygulanması; Geri kazanım için en az beş farklı atık malzeme türünün belirlenerek bu malzemelerin toplam içerisindeki oransal değerlerinin ortaya konulması; belirlenmiş atıklar için geri kazanım yöntemlerinin planlanması olarak sıralanabilir. Oluşan atık miktarı ile geri kazanılan atık miktarlarının ayrıca raporlanması gerekmektedir (Temmuz 2019'da güncellenmiş). LEED metodunda geri kazanılan malzemelerin oransal miktarlarına göre kredi puanları tanımlanmıştır (Url-22). Tez çalışması; binaların yaşam döngüsü sürecindeki yapım sürecini kapsamakta olup, tez çalışmasında yapımda sürdürülebilirlik konusu ele alınmış ve değerlendirme araçlarından söz etmek yeterli bulunmuştur. Yapım süreci atık yönetim araçları yapım süreci atık yönetimi başlığı altında ele alınmıştır.

2.3.2 Yapım süreci atık yönetimi

Daha önce aktarıldığı üzere, yapım süreci birçok aktörün dahil olduğu karmaşık bir süreçtir. Ayrıca yapım sürecinde malzemelerin şantiyeye veya şantiye içerisinde taşınması, şantiyede araç ve makine kullanımı, hafriyat vb. iş ve işlemler; gürültü, trafik oluşumu, vibrasyon, toz-kirlilik ve atık oluşumu gibi birçok etkiye sebep olmaktadır (Tam, 2008a; Goodhew, 2016). Yapım atığı yapım sürecinin en görünür etkilerinden biridir. Çeşitli nedenlerde; farklı miktar, tür, boyut ve özelliklerde oluşabilen yapım atığı genellikle; zararlı (kimyasal), etkisiz (inert) ve etkili (non-inert) olmak üzere üç temel özellikte malzemelerden oluşmaktadır. Tuğla, beton, kum vb. atıklar etkisiz özellik gösteren atıklara örnek olarak verilebilir. Diğer taraftan, plastik, cam, kâğıt, ahşap, bitkiler ve diğer organik malzemeler etkili özellik gösteren atıklardır. Bazı şantiyelerde evsel atıklar da üretilebilmektedir. Ancak literatürde evsel atıklar yapım atığına genellikle dâhil edilmemektedir (Yuan ve diğ. 2013). Skoyles ve Skoyles (1987) yapım atığını; strüktür atığı ve bitirme atığı olarak iki gruba ayırmıştır. Beton, çelik veya ahşap gibi yapının taşıyıcı sistemine ait atıklar strüktür atığı olarak nitelendirilirken; artan sıva ve şap, seramik parçaları, alçı, boya vb. malzemeler bitirme atığı olarak sınıflandırılmıştır (Poon ve diğ., 2004c). Yapım süreci atık oluşum miktarı ve atık türleri; uygulanan projenin türü, yapımda kullanılan malzemeler, kullanılan yapım tekniği ve teknolojisi, yerel piyasa koşulları, yükleniciye ait özellikler, uygulama ekibinin (uygulama, denetleme vb. konularda görev alan teknik personel) mesleki yetenekleri, işçilik gibi birçok parametreye göre değişkenlik göstermektedir (Gavilan ve Bernold, 1994; Faniran ve Caban, 1998;

Goodhew, 2016). Tam ve diğ. (2005) göre; özel konut ve özel ticari projelerin yapımı sırasında, diğer proje türlerine göre yapımda standartlaşmış ürünlerin kullanımı azaldığından, daha fazla atık oluşmaktadır. Gavilan ve Bernold (1994)'a göre yapım atığı oluşumu şantiyelerdeki malzeme akışıyla (flow) doğrudan ilişkilidir. Yapı malzemelerinin şantiyede kullanımı genel olarak dört durumla sonuçlanmaktadır. Bunlar; malzemenin yapıda kullanımı, malzemenin artık/fazlalık haline dönüşmesi, malzemenin aynı projede yeniden kullanımı ve malzemenin atık haline dönüşümü şeklindedir. Tüketilen veya tüketilmeyen her malzemenin de yapım süreci tamamlandıktan sonra atık haline dönüşmesi mümkündür. Bossink ve Brouwers (1996)'a göre şantiyelerde satın alınan malzemenin ağırlık olarak %1-10'u atık haline dönüşmektedir. Ancak ortaya çıkan atığın ne kadarının tüketilen ne kadarının tüketilmeyen malzemelerden oluştuğuna ilişkin veri bulunmamaktadır. Şekil 2.8'de malzemelerin şantiye sahasına getirilmesinden, atık oluşumuna kadar geçen süreç yer almaktadır (Gavilan ve Bernold, 1994; Bossink ve Brouwers, 1996).



Şekil 2.8 : Yapı malzemelerinin şantiyedeki genel akış modeli (Gavilan ve Bernold, 1994).

Yapım Atığı Oluşum Nedenleri: Malzeme akış modeli yapım süreci atık oluşumuna ilişkin temel bir bakış sunmuş olsa da, bir malzemenin atık akışına girmesinin nedenini yani atığın kaynağını tanımlamamaktadır (Gavilan ve Bernold,

1994). Şantiyelerde atık yönetiminin AYH'ye uygun olarak yönetilmesi tercih edilen bir yaklaşımdır. AYH'nin ilk basamağı olan şantiyelerde atık oluşumunun azaltılmasına yönelik önlemler alınabilmesi için öncelikle atığın kaynağının/kökeninin tespit edilmesi gerekmektedir (Gavilan ve Bernold, 1994; Tam ve Tam, 2006).

Yapım atığı kaynağı/kökeni Gavilan ve Bernold (1994) tarafından altı başlık altında sınıflandırılmıştır:

1. Tasarım Hataları: Baskı hatası, detaylandırma hataları ve revizyonlar (tasarım değişiklikleri) şeklinde sıralanmaktadır. Tasarım hataları bulunan bir projeye göre gerçekleştirilen şantiye üretimi sonrası, yapının hatalı üretilen bölümlerinin sökülmesi veya yıkılması zorunluluğu ortaya çıkmaktadır. Bu durumda, yapımda kullanılan malzemeler yıkım veya söküm sonrası genellikle atık haline dönüşmektedir. Ayrıca hatalı tasarıma göre malzeme siparişi verilmesi durumunda, malzemelerin satıcıya iadesi gerçekleştirilemez veya malzemeler başka bir yapı üreticisine satılamazsa, kullanılamayan bu malzemeler de atık haline dönüşmektedir. Tasarımda yapılan değişiklikler de atık oluşumuna sebep olmaktadır (Gavilan ve Bernold, 1994).
2. Satın Alma/Tedarik Hataları: Sipariş ve nakliyat hataları bu kategoride yer almaktadır. Söz konusu hatalar üç farklı duruma sebep olmaktadır. Bunlar; malzemenin fazladan nakliyesi malzemenin eksik nakliyesi ve malzemenin yanlış nakliyesi şeklindedir. Satın alma/tedarik hataları, genellikle üretici ve tedarikçi arasındaki iletişim problemlerinden kaynaklanmaktadır (Gavilan ve Bernold, 1994).
3. Yükleme/Boşaltma ve Depolama Hataları: Bu kategori; malzemelerin hatalı depolanması ve uygun olmayan bir şekilde taşınması sonucu oluşmaktadır. Yapı malzemelerinin hatalı taşınması veya depolanması sonucu malzemeler zarar görerek atık haline dönüşebilmektedir. Malzemelerin hatalı taşınması şantiye içerisinde olabileceği gibi; imalat, paketlenme, yükleme veya teslimat sırasında olmak üzere şantiye dışında da olabilmektedir. Yapı malzemeleri (su, nem, ısı vb.) çevresel koşullardan ve biyolojik ajanlardan etkilenebilmektedir. Bu nedenle tedarik edilen malzemelerin şantiye alanında çevresel etkilerden korunarak uygun koşullarda depolanması gerekmektedir.

Şantiyelerde depolama koşullarının uygun olmaması nedeniyle tedarik edilen malzemeler atık haline dönüşebilmektedir (Knöfel, 1978; Gavilan ve Bernold, 1994).

4. İşlem Hataları: İşçilik Hataları, ekipman arızaları, doğal felaketler (kazalar ve kötü hava koşulları) bu kategoride yer almaktadır (Gavilan ve Bernold, 1994).
5. Artık/Fazlalık Malzeme: Mevcut yapım teknikleri göz önüne alındığında, yapım sırasında bazı artık malzemelerin oluşması kaçınılmazdır. Bu atıklar genellikle malzemelerin tasarıma uyacak şekilde kesimi/boyutlandırılması sırasında oluşan parçalar ile yeniden kullanılma olanağı bulunmayan tüketilmeyen malzemelerden oluşmaktadır (Gavilan ve Bernold, 1994).
6. Listelenmeyen diğerleri: Gavilan ve Bernold (1994)'a göre; şantiyede atık oluşumuna neden olan herhangi bir sebep bu kategoriye dâhil edilebilir. Örneğin tedarik edilen malzemenin şantiye içerisinde kaybolması ve malzemelerin yeniden sipariş edildikten sonra bulunması, ilk siparişin atık haline dönüşmesine neden olabilmektedir (Gavilan ve Bernold, 1994).

Ekanayake ve Ofori, (2004) yapım atığı oluşum nedenlerini; tasarımla ilgili nedenler; işlemler ile ilgili nedenler; malzemelerin taşınması ile ilgili nedenler ve tedarik ile ilgili nedenler olmak üzere dört başlık altında gruplandırmıştır:

1. Tasarımla ilgili nedenler:

- Tasarım sırasında ürünlerin boyutsal uygunluğuna dikkat edilmemesi,
- Yapım sürecinde tasarım değişiklikleri (revizyon) yapılması,
- Yapım sırası ve yapım yöntemiyle ilgili tasarımcıların yeterli deneyime sahip olmamaları,
- Yapı ürünlerinin piyasadaki standart üretim ebatları konusunda tasarımcıların yeterli bilgiye sahip olmaması,
- Tasarımcıların ürün seçenekleri ile ilgili bilgi sahibi olmaması,
- Detaylandırma ve projelerdeki karmaşıklık,
- Projelerdeki bilgi eksikliği (çizim kalitesi),
- Sözleşme hataları ve sözleşme belgelerindeki eksiklikler,

- Düşük kalitedeki ürünlerin seçilmesi.

2. İşlemler ile ilgili nedenler:

- İşçilik kaynaklı hatalar,
- İhmal nedeniyle şantiyede oluşan kazalar,
- Sonraki işlemler sırasında yapıdaki uygulamalara hasar verilmesi,
- Yanlış malzemenin yapımda kullanımı sonucu malzemelerin değişim gerekliliği,
- Gereksinim duyulan malzeme miktarına ilişkin planlama hataları,
- Kullanılacak malzemeler ve ebatları ile ilgili yüklenicilere bilgi aktarmada gecikmeler,
- Araç ve ekipman arızaları,
- Olumsuz hava koşulları.

3. Malzemelerin taşınması ile ilgili nedenler:

- Taşınma sırasında malzemelerin zarar görmesi,
- Malzemelerin uygun olmayan koşullarda ve düzende depolanması,
- Hırsızlık,
- Proje ekibinin ve çalışanların tutumları (düşmanlık vb.).

4. Tedarik ile ilgili hatalar:

- Sipariş hataları (eksik veya fazla miktarda malzeme siparişi),
- Malzemenin az miktarda sipariş verilememesi,
- Şartnameye uygun olmayan ürünlerin satın alınması.

Osmani ve diğ. (2008) literatürde yer alan yapım atığı oluşumu konusunu; atık kaynağı ve atık nedeni olarak ele almıştır (Çizelge 2.7.). Çizelge 2.7’de yer alan tüm bu atık oluşum nedenlerinin önemi/ağırlığı projeden projeye, malzemeden malzemeye veya ülkelere ve koşullara göre değişiklik göstermektedir. Örneğin Gavilan ve Bernold, (1994)’a göre beton atığının tasarım hatası sebebiyle oluşması, ahşap kereste atığına göre daha olasıdır (Gavilan ve Bernold, 1994).

Çizelge 2.7 : Yapım atığı oluşum nedenleri ve kaynakları (Osmani ve diğ., 2008).

Atık Kaynağı	Atık Nedeni
Sözleşme	Sözleşmede yer alan hatalar Sözleşmede yer alan eksiklikler
Tasarım	Tasarım değişiklikleri Tasarım ve detaylandırmada karmaşıklık Detaylandırma ve tasarım hataları Belirsizlik ve şartnameye uygunsuzluk İletişim ve koordinasyon sorunları
Tedarik	Sipariş hataları (şartnameye uygun olmayan ürün siparişi) Yüksek ödenekler (az miktarda sipariş vermede yaşanan zorluklar) Tedarikçi kaynaklı hatalar
Nakliyat	Nakliyat sırasında malzemenin hasar görmesi Nakliye araçlarının şantiye içerisindeki ulaşım zorlukları Malzemenin şantiye içerisinde boşaltılması sırasında zarar görmesi
Şantiye Yönetimi Ve Planlama	Atık yönetim planının olmaması Planlama hataları (Üretilen atık miktarına uygun olmayan kararlar) Bilgi aktarımı problemleri Denetim ve kontrol problemleri
Depolama	Uygun olmayan depolama koşulları Malzemelerin uygun olmayan şekilde depolanması Malzemelerin uygulama alanından uzakta depolanması
Malzeme Taşıma-Yükleme-Boşaltma	Malzemelerin uygun koşullarda nakliyatı Malzemenin uygun olmayan şekilde yüklenip boşaltılması Malzemenin şantiye içerisinde uygun olmayan şekilde taşınması
Şantiye Sahası İşlemleri	İhmal nedeniyle oluşan kazalar Kullanılmayan malzeme ve ürünler Ekipman arızası İşçilik kalitesi sorunları Malzemenin yanlış kullanımı sonrası atığa dönüşmesi Zaman baskısı İş etiği problemleri
Artma	Uygulama işlemi kaynaklı atık (örneğin çimento harcının gereken miktardan fazla hazırlanması) Boyutlandırma amaçlı kesim atığı Ekonomik olmayan biçimlerde malzemenin kesilmesi Ambalaj atığı
Diğer	Hava koşulları Vandalizm Hırsızlık

Atık oluşum nedenlerinin şantiyeler arasında değişkenlik gösterebilmesine rağmen; literatürde yer alan çalışmalarda; tasarım değişikliklerinin diğer bir deyişle

revizyonların yapım atığı oluşumunda en etkili nedenlerden biri olduğuna dair fikir birliği bulunmaktadır (Yuan, 2013b; Ekanayake ve Ofori, 2004; Faniran ve Caban, 1998). Revizyonlar genellikle son dakika müşteri istekleri, tasarımın karmaşıklığı, tasarımcı (mimar), yüklenici ve mühendisler arasında oluşan iletişim ve koordinasyon sorunları, projenin uygulanacağı zemin durumu ile ilgili öngörülemeyen problemler, uzayan projelendirme süreçleri vb. gerekçelerle yapılmaktadır (Poon ve diğ., 2004c; Osmani ve diğ., 2006). Bu bağlamda, yapım sürecinde atık oluşumuna neden olan sorunların tespit edilerek ortadan kaldırılması/azaltılması, atık oluşumunun önüne geçilmesi veya azaltılması açısından oldukça önemli etkiye sahiptir.

Yapım süreci atık oluşumunun önlenmesi/azaltılması; ahşap, kum, çakıl, mermer gibi yenilenemeyen doğal kaynakların tüketimi sonucu oluşan atıkların bertaraf edilmesi (atık döküm sahalarına iletilmesi) nedeniyle oluşabilecek toprak kirliliğini önleyen bir yaklaşımdır (Bossink ve Brouwers, 1996). Bu bağlamda atığın AYH'ye uygun olarak yapım sürecinde önlenmesi/azaltılması çevresel açıdan tercih edilmesi gereken bir yaklaşımdır. Şantiyelerde atık önleme/azaltma uygulamaları, planlama ve kontrol olarak iki ana iş sürecinden oluşmaktadır. Planlama işleri; tasarım, yapım sürecinin programlanması, şantiye-saha düzeni, tedarik işlerini içermekte olup, kontrol ise; depolama, malzemelerin taşınması, araçların bakımı, atıkların ölçümü ve kaydedilmesi, güvenlik ve eğitim uygulamaları işlerini içermektedir (Ekanayake ve Ofori, 2004). Tüm bu işlerin yürütülmesi sırasında yapım atığının önlenmesi/azaltılması, çeşitli stratejilerin uygulanması ile mümkün olmaktadır. Örneğin Poon ve diğ. (2004c)'e göre, şantiyelerde satın alınan malzemelere ilişkin teslimat ve ödemelerle ilgili kayıtların düzenli bir şekilde tutulması atık oluşumunun önlenmesi/azaltılmasında önemli etkiye sahiptir. Ayrıca Poon ve diğ. (2004a)'ne göre, şantiyenin temiz ve düzenli tutulması, malzemelerin siparişi ve depolamanın uygun şekilde yapılması; malzemelerin kaybolmasını ve/veya zarar görmesini engelleyerek atık oluşumunu azaltmakta ve daha güvenli bir şantiye ortamı sağlamaktadır. Ayrıca Yapım atığı yönetiminde sözleşmeye bağlı etmenler de önemli rol oynamaktadır (Tam ve Tam, 2006). Faniran ve Caban (1998)'a göre, yapım sürecinde kullanılacak yapı malzemelerinin özelliklerinin teknik şartnamelere uygun şekilde tanımlanması ve şartnamelerin yüklenici tarafından kontrol edilmesi, yapım atığının önlenmesi/azaltılmasını sağlayan önemli bir yaklaşımdır. Osmani (2012)'ye

göre yapım atığının önlenmesi/azaltılması müşteriler (yapı sahibi), tasarımcılar, yükleniciler ve tedarikçiler gibi farklı paydaşların katılımıyla mümkün olabilmektedir. Poon ve diğ. (2004c)'ne göre yapım sürecinde tedarik edilen malzemelerin teslimat, yükleme ve boşaltma sırasında hasar görerek atık haline dönüşümünün önlenmesi için; tedarikçi, üretici, tasarımcı ve yüklenicilerin malzemelerin paketlenmesi, yüklenmesi, şantiyeye getirilmesi, boşaltılması aşamalarında şantiye olanaklarını da dikkate alarak işbirliği içinde çalışmaları gereklidir. Ayrıca Yuan (2013b)'a göre işçi, mühendis vb. uygulayıcıların şantiyedeki davranış ve tutumları atık oluşumunda doğrudan etkilidir. Bu nedenle uygulayıcıların atık oluşumu ve yönetimine ilişkin farkındalıklarının geliştirilmesi, işçilik ve uygulama hatalarının dolayısıyla atık oluşumunun önlenmesinde önemli bir etkidir (Yuan, 2013b). Poon ve diğ. (2004a)'ne göre yüklenicinin, taşeronların ve şantiye çalışanlarının atık yönetimi ile ilgili uygulamalara yönelik gerekli eğitimleri alması atık azaltma açısından etkili bir uygulamadır.

Jaillon ve diğ. (2009)'a göre; şap, sıva ve seramik döşeme kaplama uygulaması gibi ıslak yapım (wet trades) bitirme uygulamaları, genellikle şantiyede üretilen atığın yaklaşık %20'sini oluşturmaktadır. Yapım sürecinde atık önleme/azaltma yöntemlerinden biri de, ıslak yapım yerine prefabrike elemanların kullanımıdır (Jaillon ve diğ., 2009; Poon ve diğ., 2004b). Ayrıca, tasarım sürecinde standart ölçüde malzemelerin kullanımı, yapım sürecinde malzemelerin şantiyede boyutlandırma amaçlı kesimi sırasında oluşacak atığın önlenmesinde önemli bir etkidir. Poon ve diğ. (2004c)'ne göre yapım atığını önleyen bir diğer etmen ise, esnek ya da uyarlanabilir mekân çözümlerinin uygulanmasıdır. Esnek veya uyarlanabilir mekanların yaratılması, kullanıcıların değişen talep veya gereksinimleri nedeniyle, yapım sırasında ortaya çıkabilecek revizyonları ve revizyon kaynaklı atıkları önleyen bir yaklaşımdır.

AYH'ye uygun olarak, yapım süreci atık önleme/azaltma işleminden sonra atığın geri kazanımının (yeniden kullanımı ve geri dönüşümünün) sağlanması, çevresel açıdan tercih edilmesi gereken yaklaşımdır. Yapım atığının geri kazanımının sağlanması için öncelikle atıkların ayrılması gerekmektedir. Atık ayırma atıkların içeriklerine ve karakteristik özelliklerine göre gruplandırılması şeklinde tanımlanmaktadır (Yuan ve diğ., 2013; Atık Yönetimi Yönetmeliği, 2015). Ayırma işlemi sırasında genellikle geri dönüştürülebilir atıklar gruplandırılmaktadır. Oluşan

atıkların miktarı ve içeriğinin şantiyelere göre çeşitlenmesi sebebiyle, atık ayırma uygulamaları da projeden projeye veya şantiyeden şantiyeye farklılık göstermektedir. Örneğin altyapı projelerinde çoğunlukla, toprak ve çamur gibi etkisiz atıklar oluşmaktadır. Bu nedenle altyapı projesi şantiyelerinde, atık ayırma işlemleri nadiren gözlenmektedir (Yuan ve diğ., 2013). Atık ayırma uygulamaları şantiye içinde (on-site sorting) diğer bir deyişle kaynakta ayırma ya da şantiye dışında (off-site sorting) olmak üzere iki şekilde gerçekleştirilmektedir. Yapım süreci atıklarının şantiye içerisinde ayrılması, atık ayırma işlemleri için işçi çalıştırılması gerekliliği doğurmakta olup, bu durum yükleniciler açısından yapım süreci maliyetini arttıran bir etmendir (Poon ve diğ., 2001). Ayrıca atıkların şantiye içerisinde ayrılması, şantiyenin alansal olanakları ile doğrudan ilişkilidir (Wang ve diğ., 2010). Atıkların ayrılması için yeterli alanın bulunmadığı şantiyelerde, ayırma işlemlerinin şantiye dışında uygulanması tercih edilebilir bir yaklaşımdır. Ancak atıkların şantiye içerisinde (kaynağında) ayrılmaması durumunda, atık ayırma verimliliği düşmekte ve yapım atığı yığını içerisinde zararlı atıklar yer alabilmektedir. Atık yığını içerisinde zararlı atıkların yer alması geri kazanım sırasında insan sağlığı ve çevresel açıdan risk oluşturmaktadır (Url-1; Poon diğ., 2001). Dolayısıyla yapım atığının şantiyede ayrılması çevresel açıdan tercih edilmesi gereken bir yaklaşım olmalıdır (Poon ve diğ., 2001; Yuan ve diğ., 2013). Poon ve diğ. (2004a)'ya göre atık ayırma sözleşmelerde yer alan yasal bir zorunluluk olmalıdır.

Şantiyelerde atıkların borular vasıtasıyla toplanması, konteynerlerde toplanması ya da karmaşık ve düzensiz bir şekilde toplanması vb. uygulamalar bulunmaktadır. Poon ve diğ. (2004a)'ne göre atıkların şantiyelerde karmaşık ve düzensiz bir şekilde toplanması, ayırma işlemleri sırasında problemler oluşturmakta ve atıkların birbirlerine temas ederek kirlenmelerine sebep olabilmektedir. Wang ve diğ. (2010)'a göre atıkların birbirlerine bulaşması ayrıştırılabilirlik olanağını düşürmekte, dolayısıyla da atıkların geri kazanımını zorlaştırmaktadır.

Yapım süreci atık ayırmayı etkileyen bir diğer önemli etken geri dönüşüm pazarı olanaklarıdır (Wang ve diğ., 2010). Begum ve diğ. (2006) tarafından atığın yeniden kullanımı ve geri dönüşümü ile elde edilen ekonomik kazancın; toplam proje bütçesinin %2.5'i kadar olduğu tahmin edilmektedir. Birçok atık malzemenin şantiyelerde ayrılması dolayısıyla geri dönüşümü genellikle ekonomik kazanç sağlamak amacıyla uygulanmaktadır. Bu nedenle geri dönüşüm için yeterli pazar olanaklarının bulunmadığı bir ekonomide, yapım sürecinde oluşan atıkların

ayrılmasına yönelik uygulamalar yeterince yer bulamamaktadır (Wang ve diğ., 2010). Ayrıca yeterli pazar olanakları olsa bile, geri dönüşümü ekonomik açıdan karlı görülmeyen, beton, ahşap, cam, alçı paneller, asfalt gibi atık malzemelerin geri dönüşüm uygulamalarının yükleniciler tarafından tercih edilmemesi durumu da oluşabilmektedir (European Commission, 2016). Yapım atığını ayırmanın dolayısıyla geri dönüşümünü sağlamanın; hammadde ve kaynak tüketimini azaltması, malzemelerin hammaddeden üretimi sırasında tüketilecek enerji ile nakliyatı sırasında tüketilecek enerjiyi önlemesi/azaltması, atık döküm sahalarına iletilen atığın azaltılarak arazi kullanımının azaltılması vb. birçok yararı bulunmaktadır (Wang ve diğ., 2010; Kartam et al., 2004; Tam, 2008b; Yuan ve diğ., 2013). Bu nedenle geri dönüşümü ekonomik açıdan karlı görülmeyen yapım atığının da geri kazanımı çevresel açıdan yaygınlaştırılmalıdır (European Commission, 2016).

Yapım atığı şantiyede geri dönüştürülebileceği gibi şantiye dışında bir geri dönüşüm tesisinde de geri dönüştürülebilmektedir. Geri dönüşümün özellikle yoğun nüfuslu ve arz talep dengesinin coğrafi olarak birbirine yakın olduğu alanlarda uygulanması teşvik edilmelidir. Böylelikle gereksinim duyulan malzemenin şantiyeye nakliyatı sırasında açığa çıkacak çevresel etkileri önlenmiş olacaktır (European Commission, 2016).

2.3.3 Yapım süreci atık yönetimi araçları

Teknolojik gelişmelere paralel olarak yapım atığının etkin bir şekilde yönetilebilmesi için; yeni araçlar, teknolojiler, teknikler ve malzemelerin geliştirilmesi gerekliliği kaçınılmazdır (Kabirifar ve diğ., 2020). Literatürde, yapım süreci atığının azaltılması ve geri kazanımının sağlanabilmesi için geliştirilen çeşitli atık yönetim araçları yer almaktadır. Akinade ve diğ. (2018) tarafından bu araçlar; Atık yönetim planı, şablonları ve rehberleri; atık veri toplama ve denetim araçları; atık tahmin araçları; çevresel değerlendirme araçları; atık coğrafi bilgi Sistemleri (CBS) araçları olarak sınıflandırılmıştır. Mevcut atık yönetim araçlarının çoğu YBM ile uyumlu değildir (Akinade ve diğ., 2018).

Atık yönetim planı, şablonları ve rehberleri: Atık yönetim planı ve şablonları; atık yönetiminin ekonomik ve çevresel fizibilitesini belirlemek, atıklara ilişkin taşıma ve bertaraf maliyetlerini hesaplamak vb. amaçlarla oluşturulan ve elektronik ortamda düzenlenebilir çizelge ve şablonlardır. Atık yönetim rehberleri ise; atıkların

azaltılmasına yönelik bir dizi öneriler sunan belgelerdir (Akinade ve diğ., 2016). Bu araçlara örnek olarak, İngiltere’de faaliyet gösteren bir kuruluş olan Atık ve Kaynaklar Eylem Programı (The Waste and Resources Action Programme -WRAP) tarafından geliştirilen Şantiye Atık Yönetim Planı (Site Waste Management Plan) ile Atık Tasarım Rehberi (Designing Out Waste Guide) verilebilir (Akinade ve diğ., 2018).

Tipik bir Atık Yönetim Planı (AYP) (Poon ve diğ. 2004; WRAP (t.y.):

- Şantiyede oluşan atıkların analizine ilişkin bilgileri (miktar ve tür bilgileri)
- Atık ayırma ve taşıma işlemleri ve yöntemleri,
- Atık bertaraf, geri dönüşüm ve yeniden kullanım işlemleri ve yöntemleri,
- Atık taşınmasına ait bilgileri,
- Zararlı atıklara ilişkin bilgileri,
- Atıkların üretildiği şantiyeye ait adres, konum vs. bilgileri ile yasal izinleri,
- Atık yöneticisi ve/veya sorumlulara ait bilgileri

içermelidir.

AYP’ler yaşayan ve şantiyede üretilen atıklara göre güncellenebilir nitelikte olmalıdır. Tasarım değişiklikleri vb. gerekçelerle oluşabilecek her türlü atığa ilişkin veriler AYP’ye işlenmelidir (WRAP, t.y.). Atık tasarım rehberinde; atıkların azaltılması ve malzemelerin daha etkin kullanılabilmesi için tasarım sırasında alınabilecek önlemler ve teknik çözümlere ilişkin açıklamalar yer almaktadır (WRAP, 2010).

Atık veri toplama ve denetim araçları: Şantiyelerde oluşan atık miktarı, atık türü ve kaynaklarının kayıt altına alınabilmesi için bir dizi atık veri toplama ve denetim araçları geliştirilmiştir. Böylelikle atık yönetiminde maliyet hesabı yapmak mümkün olabilmektedir. Bu araçlara örnek olarak çevrimiçi olarak kullanılabilen CALIBRE, Webfill ile BRE tarafından geliştirilmiş Atık Denetleme Azaltma ve Tahmini İçin Şantiye Metodolojisi (Site Methodology to Audit, Reduce and Target Waste-SMARTWaste) verilebilir. Bu araçların en olumsuz yönleri, yapım atıklarının çoğunun türlerine göre ayrılmamış olması ve genel atık olarak adlandırılmasıdır (Akinade ve diğ., 2016).

Atık tahmin araçları: Yapım süreci atık yönetimi ile ilgili en önemli sınırlamalardan biri veri eksikliğidir. Genellikle yapı malzeme kataloglarında, malzemenin uygulama sırasında verebileceği fire miktarına ilişkin bilgi yer almaktadır. Ancak şantiyelerde atık oluşum miktar ve içerikleri birçok faktöre (yapım teknolojisi ve tekniği, işçilik vb.) bağlı olarak değişkenlik göstermektedir. Yapım atığı oluşumuna etki eden değişkenler göz önüne alındığında, yapı malzeme katalogları yapım süreci atık oluşum miktarı ile ilgili doğrudan bir nicel veri sağlayamamaktadır. Yapım süreci atık oluşum miktarına ilişkin nicel verilerin sağlanması amacıyla çeşitli atık tahmin araçları geliştirilmiştir. Bu araçların olumlu yönü, atıkların şantiyelerde reel olarak üretilmesi öncesi oluşacak atık miktarını belirleme olanağı sunmalarıdır. Ancak atık tahmin araçlarının veritabanlarında yer alan atık indeksleri, genellikle farklı şantiyelerde oluşan atıklara ilişkin hacimsel verilerin bir araya getirilmesiyle oluşturulmuş olup, bu veriler şantiyelerde oluşacak yapım atıklarına ve bu atıkların olası oluşum nedenlerine ilişkin ayrıntılı bilgi içermemektedir. Ayrıca atık tahmin araçlarının, genellikle yerel verilere dayalı olarak üretilmiş olması sebebiyle, bu araçların farklı ülke ve koşullar için kullanımı güvenilir sonuçlar vermemektedir (Mills ve diğ., 1999; Mokhtar et al., 2011; Akinade ve diğ., 2016; Akinade ve diğ., 2018). BRE tarafından geliştirilmiş SMARTWaste ile WRAP tarafından geliştirilmiş NWT (Net Waste Tool) ve DoWT-B (Designing-out Waste Tool for Buildings) araçları atık tahmininde kullanılan araçlardan birkaçıdır. *SMARTWaste*; şantiyede oluşan atık miktarı ile, bu atıkların yeniden kullanım, geri dönüşüm ve bertaraf işlemlerine ilişkin verilerin ölçülerek kaydedilmesini sağlayan bir yazılımdır (McGartht, 2001). Yazılım; çevresel açıdan iyileşme, bertaraf ve taşıma maliyetlerinde azaltma, geri dönüşüm ve yeniden kullanımdan mali kazanç elde etme ve satın alınan malzemelerin azaltılması vb. yararlar sağlamaktadır. Ayrıca atık yönetimi, su yönetimi, enerji yönetimi, nakliyat yönetimi, malzeme yönetimi, biyoçeşitlilik yönetimi, raporlama ve diğer saha etkileri olmak üzere farklı kategoriler altında uygulama yapma olanağı sunmaktadır (Url-23). NWT (Net Waste Tool); İngiltere’de atık miktarı tahmininde yaygın olarak kullanılan araçlardan biridir. Araç; binaların tasarım sürecinde, proje verilerinden yararlanılarak yapım sürecinde oluşabilecek atık miktarı, bu atıklara ait dönüştürülebilir içerik miktarı ve bu atıkların maliyetine yönelik tahmin yapma olanağı sunmaktadır. NWT, yeni binalar (konut, perakende, ofis, eğitim, sağlık ve ısmarlama projeler), yenileme ve altyapı projeleri dahil olmak üzere farklı proje

türleri için değerlendirme yapma olanağı sunmaktadır (WRAP, 2008; Ajayi ve diğ. 2015). DoWT; atık oluşumunun önlenmesine yönelik, yapıların tasarım sürecinde, alınabilecek önlemlere ilişkin bir karar verme aracıdır. DoWT'de atık azaltma önerilerini; Yeniden kullanım ve geri kazanım için tasarım, Şantiye dışında üretim için tasarım, Malzeme optimizasyonu için tasarım, Atık verimliliği sağlayan tedarik için tasarım, Dekonstrüksiyon ve esneklik için tasarım olmak üzere beş ana başlık altında toplanmıştır. DoWT; binalar için DoWT-B (Designing out Waste Tool for Buildings) ile mühendislik yapıları için DoWT-CE (The Designing out Waste Tool for Civil Engineering) olmak üzere iki farklı türde geliştirilmiştir.

Çevresel değerlendirme araçları: LEED ve BREEAM gibi çevresel etki değerlendirme araçları bu kategoride sınıflandırılmıştır.

Coğrafi Bilgi Sistemleri (CBS): Atık yönetimi uygulamalarında en yakın geri dönüşüm tesislerinin belirlenmesi amacıyla kullanılan ve dönüşüm tesislerine ait konum bilgilerini gösteren araçlar olarak tanımlanabilir. Bu gruba örnek olarak BRE tarafından geliştirilen BREMap yazılımı verilebilir.

2.4 Bölüm Sonucu

Bu bölümde, tez çalışmasının konusu olan, yapım Süreci çevresel etkisinin azaltılmasına yönelik atık yönetim modeli geliştirilmesi sürecine temel oluşturacak kavramlara ilişkin açıklamalar ile teorik bilgilere yer verilmiştir.

Öncelikle “Atık” ve Atık Yönetimi” kavramları açıklanmış ve bir endüstriyel katı atık türü olan yapım ve yıkım atığı içerik ve nitelikleri detaylandırılmıştır. Literatürde yapı endüstrisi kaynaklı atıklar için kullanılan kavramlardan söz edilerek, literatür araştırması kapsamında konuyla ilgili yapılmış bilimsel çalışmalar aktarılmıştır. Atık yönetimiyle ilgili literatürde yer alan ilke ve stratejiler açıklanarak ve bu stratejilerden yaygın olarak kabul gören ve yapım ve yıkım Atığı yönetiminde de kullanılan “Atık Yönetim Hiyerarşisi” aktarılmış, Türkiye’de atık yönetimi ve yasal mevzuat konusu kısaca özetlenmiştir.

Bir sonraki başlık altında yapı üretim sürecinin bir bileşeni olan yapım süreci, bütünsel olarak ele alınarak sistem yaklaşımıyla açıklanmıştır. Yapı Üretimi Sistemi” ve “Yapım Sistemi” kavramları ile sistem bileşenlerinden malzeme, işçilik

ve araçlara ilişkin bilgiler sunulmuştur. Yapım yönetimi ve proje yönetimi kavramları açıklanmış, yapı üretimine ait sınıflandırma sistemleri aktarılmıştır. Ayrıca Yapı Üretiminde Çevresel Etki Değerlendirme Yöntemleri ele alınarak yaygın olarak kullanılan BREEAM ve LEED yöntemleri özetlenmiştir.

Daha sonra tez çalışmasının ana konusu olan yapım süreci atık yönetimi konusu ele alınmıştır. Yapım sürecinde, farklı miktar, tür, boyut ve özelliklerde malzemelerden oluşabilen yapım atığının özellikleri aktarılmış, oluşum nedenleri detaylandırılmış ve yapım süreci atık yönetimine ilişkin geliştirilen araçlar özetlenmiştir.

Tüm bu bilgiler ışığında aşağıda yer alan temel çıkarımlar yapılmıştır;

Yapım Süreci; doğası gereği birçok alt süreçten oluşan, bu alt süreçlere çok sayıda paydaşın dahil olduğu ve uygulanan proje, kullanılan yapım teknolojisi, kullanılan malzeme vb. birçok değişken içeren fiziksel bir üretim sürecidir. Yapım sürecinde yer alan tüm bu iş ve işlemlerin gerçekleştirilebilmesi için çeşitli işçilik ve araçlara gereksinim duyulmaktadır. Ayrıca tüm bu süreçler ve paydaşlar arasında iletişimin sağlanması yapım sürecinin kalitesi açısından oldukça önem göstermekte olup, tüm bu sürecin yönetilmesinde planlama ve programlama oldukça önemli bir rol oynamaktadır. Yapım faaliyetleri, atık oluşumu ve kirlilik vb. birçok çevresel etkiye neden olmaktadır. Bu nedenle yapım süreci en görünür çevresel etkilerinden biri olan yapım atığının yönetilebilmesine ilişkin uygun yöntemlerin uygulanması çevresel açıdan önem taşımaktadır. Atık yönetiminde çeşitli stratejiler uygulanmakta olup, bu stratejilerden Atık Yönetim Hiyerarşisi uluslararası alanda yaygın olarak kabul edilen çevresel açıdan tercih sırasına dayalı bir yaklaşımdır. AYH'ye göre atığın önlenmesi/azaltılması öncelikli olarak tercih edilmelidir, atığın önlenmesi/azaltılması mümkün değilse, AYH'ye göre daha sonra tercih edilmesi gereken uygulama yeniden kullanımdır. Yeniden kullanımın mümkün olmadığı durumlarda ise, bir sonraki uygulama olarak geri dönüşüm tercih edilmelidir. UNEP'e göre hiyerarşi öncelikli tercih sırasına göre; Atık Önleme; Yeniden Kullanım; Geri dönüşüm; Atıktan Enerji Kazanımı ve Bertaraf şeklindedir. AYH uygulanabilmesi için öncelikle atıkların öngörülmesi ve niteliklerinin oluşum nedenlerinin bilinmesi önem taşımaktadır. Şantiyelerde atık oluşum miktar ve içerikleri birçok faktöre (yapım teknolojisi ve tekniği, işçilik vb.) bağlı olarak değişkenlik göstermektedir. Dolayısıyla şantiyenin çok değişkenli yapısı atık yönetimi konusunda önemli bir kısıt oluşturmaktadır. Bu bağlamda yapım süreci atık yönetimi ile ilgili en önemli

sınırlamalardan biri veri eksikliğidir. Yapım süreci kaynaklı atıkların yönetilmesine ilişkin mevcutta geliştirilen bazı araçlar bulunmaktadır. Bu araçlar genellikle atık tahmini yapmak amacıyla, yapı malzeme kataloglarında yer alan malzemenin uygulama sırasında verebileceği fire miktarı ile farklı şantiyelerde oluşan atık miktarını hacimsel verilerine dayanılarak hazırlanmıştır. Atık oluşum nedenleri ile bu olası atık özelliklerine ilişkin bilgi içermemektedir. Ayrıca atık tahmin araçlarının, genellikle yerel verilere dayalı olarak üretilmiş olması sebebiyle, bu araçların farklı ülke ve koşullar için kullanımı güvenilir sonuçlar vermemektedir. Ülkemizde yapım atığı oluşumuna ilişkin veri bulunmamaktadır. Bu bağlamda tez çalışmasının bir sonraki bölümü olan 3. bölümde, Türkiye’de şantiyelerde yapım süreci atık yönetim uygulamalarının analizine nitel bir çalışma gerçekleştirilecektir. Çalışma sonuçlarının, tez çalışması kapsamında geliştirilecek olan atık yönetim modeline veri sağlayacağı düşünülmektedir.

3. TÜRKİYE’DE YAPIM SÜRECİ ATIK YÖNETİMİ UYGULAMALARI

Tez çalışması kapsamında, Türkiye’de yapım süreci atık yönetimine ilişkin şantiyelerdeki mevcut uygulamaları analiz etmek amacıyla İstanbul İli örneği üzerinden nitel bir araştırma çalışması yürütülmüştür. Araştırma kapsamında şantiyelerde çalışan mimar ve mühendislerle (inşaat, çevre, kimya) yüz yüze görüşmeler yapılmış, ayrıca çalışmaya katılan uzmanların görev yaptığı ve gerekli izinlerin alınabildiği şantiyelere ziyaretler gerçekleştirilmiştir. Görüşmelerde literatür araştırmasından elde edilen bilgilere ve bir konut şantiyesinin düzenli aralıklarla yerinde incelenmesi sonucu elde edilen gözlem çalışması sonuçlarına dayalı olarak hazırlanan görüşme formları kullanılmıştır. Görüşmeler; görüşme formlarında yer alan soruların yüz yüze görüşme sırasında sorulması ve katılımcı tarafından verilen cevapların eş zamanlı olarak not alınması tekniği ile kayıt altına alınması şeklinde gerçekleşmiştir. Ses kaydı alınmasına izin veren bir katılımcının görüşme sırasında ses kaydı da alınmıştır. Görüşmelerde yararlanılmak üzere iki ayrı görüşme formu düzenlenmiştir. Yüz yüze görüşme çalışmalarının ilk olarak yapılandırılmış görüşmeler şeklinde yapılması planlanmış ve bu kapsamda görüşme formunun hazırlanması amacıyla SfB sınıflandırma sistemi ile TÜBİTAK bünyesindeki Yapı Araştırma Enstitüsü (YAE) tarafından hazırlanmış ve Mimarlar Odası tarafından kullanılan kodlama sisteminden yararlanılmıştır.

Görüşme formunda yer alan ve cevaplanması talep edilen sorulara ilişkin konu başlıkları;

- Atık Bilgisi (İçerik, malzeme, bileşen vs.)
- Atık Miktarı (Uygulama sırasında bir m² başına oluşan atığın ağırlığı- kg veya uygulama sırasında kullanılan malzemeye oranı - %)
- Atığın Oluşum Nedeni
- Atığın Azaltılmasına Yönelik Mevcut Uygulamalar ve Öneriler
- Atık Geri Kazanımına Yönelik Mevcut Uygulamalar ve Öneriler
- Atığın Şantiyede Depolanması ve Şantiye Alanından Uzaklaştırılmasına Yönelik Uygulamalar

şeklindedir.

Hazırlanan yapılandırılmış görüşme formlarıyla ilgili olarak yapım yönetimi, detaylandırma ve çevresel etki alanında çalışan üç farklı akademisyenden görüş alınmıştır. Görüş alınan alanında uzman akademisyenler, yapılandırılmış görüşme formlarıyla ilgili olarak; soruların çok detaylı olduğu, görüşmelerin çok vakit alabileceği ve bu nedenle katılımcı bulmakta güçlük yaşanabileceği ve detaylı sorulara katılımcıların bazılarının cevap veremeyebileceği şeklinde görüş bildirmişlerdir. Öneriler doğrultusunda görüşme formları revize edilmiştir. Revizyon öncesi form (Ek-B) ile revize edilmiş form (Ek-C) örneği ekte yer almaktadır.

Çalışmanın veri toplama süreci iki aşamada uygulanmıştır. İlk olarak, İstanbul'da yapım atığı yönetimi uygulamalarına ilişkin veri elde etmek ve yapım atığı yönetimi uygulamalarına ilişkin genel eğilimi ortaya çıkarmak amacıyla, farklı şantiyelerde çalışan üç farklı uzmanla Ek-C'de yer alan görüşme formlarından yararlanılarak pilot çalışma yürütülmüştür. Katılımcıların meslekleri ve tecrübeleri Çizelge 3.1'de yer almakta olup, katılımcıların çalışmış olduğu şantiyeler küçük ölçekli ve büyük ölçekli şantiye olmak üzere sınıflandırılmıştır. Çalışma kapsamında, bir ile üç adet arasında (üç dahil) yapı bloğuna sahip şantiyeler küçük ölçekli şantiyeler olarak, üçten fazla bloğa sahip şantiyeler ise büyük ölçekli şantiyeler olarak nitelendirilmiştir.

Çizelge 3.1 : Katılımcılara ait bilgiler.

Katılımcı Kodu	Katılımcıların Meslek ve Uygulama Deneyimi Süresi
K_A (BöY)	16 yıl uygulama deneyimi olan mimar
K_B (KöY)	21 yıl uygulama deneyimi olan inşaat mühendisi
K_C (BöY)	28 yıl uygulama deneyimi olan mimar
K: Katılımcı; A, B,C: Katılımcı kodları; BöY: Büyük Ölçekli Yüklenici; KöY: Küçük ölçekli yüklenici	

Yapılan pilot çalışmada görüşmeler 90-120 dakika arasında sürmüştür. Görüşmeler sırasında; yapım sürecinde farklı üretim süreçleri için farklı alt yüklenicilerin yer alması ve yapım süresinin birden fazla alt süreci barındırması sebebiyle, katılımcıların tüm soruları cevaplayamadığı ve genellikle uygulamasında tecrübe edindiği konular hakkında bilgi verebildiği gözlemlenmiştir. Bu sebeple görüşmeler sürecinde, hazırlanan görüşme formlarına tam anlamıyla sadık kalınamamış ve görüşmeler daha çok katılımcının bilgi sahibi olduğu konularda formda elde edilmesi

amaçlanan bilgilere yönelik soruların sorulması şeklinde gerçekleştirilebilmiştir. Ayrıca görüşme sorularının ve istenilen bilginin yoğunluğu katılımcı açısından caydırıcı bir etken olarak ortaya çıkmıştır. Bu sebeple katılımcı bulmak ve ilgili görüşmeleri yapmak konusunda sıkıntı yaşanmıştır. Sonuç olarak, edinilen deneyimler doğrultusunda verileri sistematik bir şekilde toplayabilmek için görüşmelere, yapılandırılmamış görüşmeler şeklinde, Gall ve Borg (1996) tarafından tanımlanan genel görüşme rehberi yaklaşımı kullanılarak devam edilmiştir. Görüşme rehberlerinde üzerinde konuşulacak başlıklar belirli olmakla birlikte, yaklaşım konuşmanın genel akışı çerçevesinde sorular sorulmasına da olanak tanımaktadır (Gall ve Borg, 1996). Görüşmeler sırasında görüşme rehberi doldurularak not alma tekniği ile kayıt altına alınmıştır. Mayıs 2018-Temmuz 2019 tarihleri arasında gerçekleştirilen görüşmeler, ortalama 50-80 dakika arasında sürmüştür. Görüşme rehberinde yer alan başlıklar;

- Planlamaya ilişkin sorular
- Atık oluşumu, ayırma ve depolamaya ilişkin sorular
- Geri kazanıma (geri dönüşüm ve yeniden kullanım) ilişkin sorular

şeklindedir.

Katılımcılar İstanbul'da yer alan, küçük ölçekli ve büyük ölçekli şantiyelerde çalışan mimar/mühendisler arasından “amaçlı örnekleme” ve “kartopu tekniği” ile belirlenmiştir. Amaçlı örnekleme; nitel araştırmalarda sıklıkla kullanılan bir yöntem olup, araştırmanın amacına uygun olarak örneklem belirlenmesi tekniği olarak özetlenebilir (Özdemir, 2010). Kartopu tekniği ise; araştırmacının araştırma evreni içerisinde bulunan bir kişi ile iletişim kurularak çalışmaya başlanması ve çalışmaya iletişim kurulan kişinin tanıdığı isimler üzerinden devam edilmesi uygulamasını içeren nitel bir örnekleme tekniğidir (Mason, 2002). Görüşme çalışması yapılan kişilerden ikiden fazla kişi önerisi verilmesi talep edilmiş olup, öneri isimler içerisinde İstanbul'daki çeşitli şantiye türlerini yansıtacak şekilde konut, karma kullanım, ulaşım ve müze gibi farklı proje türlerinde çalışan katılımcılar arasından gönüllü olan katılımcılarla çalışma gerçekleştirilmiştir. Çalışmada; üç karma kullanımlı (ofis, konut ve ticari) proje, beş adet konut binası, bir adet ulaşım binası (havaalanı) ve bir müze yenileme projesinde görev yapan uzmanlar ile görüşülmüştür. Örneklem büyüklüğü Glaser ve Strauss (1967) tarafından tanımlanan "teorik doygunluk" ölçütü ile literatürde yer alan vaka çalışması sayılarına göre

belirlenmiştir. Doygunluk, benzer sonuçlar bulunmaya başlandığında veri toplamayı durdurmak anlamına gelmektedir. Stake (2013)'e göre, vaka sayısının 4'ten az veya 10'dan fazla olması durumunda çalışmanın etkinliği düşecek, 5-30 arasında olması durumunda ise araştırmacı ekip ve okuyucular için anlaşılması ve yorumlanması zor bir veri niteliği gösterecektir. Katılımcılara ait meslek ve deneyim bilgileri ile katılımcıların görev yapmakta olduğu şantiyelerin işlevlerine ilişkin bilgiler Çizelge 3.2'de yer almaktadır.

Çizelge 3.2 : Şantiyelere ve katılımcılara ait bilgiler.

Şantiye/Katılımcı Numarası	İnşa Edilen Binanın İşlevi	Katılımcının Meslek ve Uygulama Deneyimi Süresi
Ş1*(BöY)	Konut + Ofis	15 yıl uygulama deneyimi olan mimar
Ş2*(BöY)	Konut + Ofis + AVM	22 yıl uygulama deneyimi olan mimar
Ş3*(BöY)	Konut	20 yıl uygulama deneyimi olan mimar
Ş4 (KöY)	Müze (Yenileme Projesi)	50 yıl uygulama deneyimi olan mimar
Ş5*(BöY)	Konut	11 yıl uygulama deneyimi olan inşaat mühendisi
Ş6 (BöY)	Havaalanı	29 yıl uygulama deneyimi olan mimar
Ş7*(KöY)	Konut	14 yıl uygulama deneyimi olan inşaat mühendisi
Ş8*(SsC)	Konut	9 yıl uygulama deneyimi olan inşaat mühendisi
Ş9 (BöY)	Konut	13 yıl uygulama deneyimi olan mimar
Ş10*(BöY)	Konut+Ofis+ Ticari (AVM)	36 yıl mesleki deneyimi olan kimya mühendisi
Ş:Şantiye; * Yerinde İnceleme; BöY: Büyük Ölçekli Yüklenici; KöY: Küçük ölçekli yüklenici; AVM: Alışveriş Merkezi		

Şantiye 1, betonarme karkas sistemli, konvansiyonel kalıp kullanılarak inşa edilmekte olan 5 adet konut, 1 adet rezidans ve 3 adet ofis bloğundan oluşmaktadır. Ofis bloklarında silikon cam cephe uygulaması yapılmış olup, konut bloklarında taş yünü ısı yalıtımı ile esnek seramik cephe kaplama malzemesi kullanılmıştır. Konut bloklarında 3 blok 18 katlı diğerleri 8 ve 9'ar katlı olarak tasarlanmıştır. Ofis bloklarının kat sayısı 17-23 kat arasında değişmektedir. **Şantiye 2**, 45 katlı iki blok ve 6 katlı bir blok olmak üzere toplamda üç bloktan oluşan konut, ofis ve alışveriş merkezi işlevli binalardan oluşmaktadır. Projede betonarme ve çelik konstrüksiyon kullanılmıştır. **Şantiye 3**, 10 adet konut, 1 adet otopark bloğu ve 1 adet sosyal merkez bloğundan oluşan bir projedir. 102.000 m² toplam inşaat alanına sahip olan projede, betonarme karkas sistem kullanılmıştır. Konut bloklarının cephelerinde esnek seramik kaplama, alüminyum giydirme cephe sistemi ve PVC doğrama

kullanılmıştır. **Şantiye 4**, 1957 yılında inşa edilmiş olan betonarme bir yapının müze olarak yenilenmesi projesidir. Proje yapının bazı katlarının yıkılarak, betonarme kolonlar ve çelik kirişler ile yeniden inşa edilmesi işlemlerini kapsamaktadır. Döşemeler trapez sac levhaların kullanıldığı kompozit döşemeler olarak tasarlanmıştır. Yenileme projesi, mevcut binanın temelindeki güçlendirme uygulamalarını da içermektedir. **Şantiye 5**, 625 dönümlük bir alanı kapsayan 472 adet villadan oluşan, 150.000 m² inşaat alanına sahip betonarme karkas sistemli bir projedir. Villaların cephelerinde yalıtım levhası üzerine sıva kullanılmıştır. **Şantiye 6**, bir havaalanı projesidir. Taşıyıcı sistemi çelik olarak projelendirilmiştir. Cephede alüminyum paneller kullanılmış, çatıda alüminyum kenetli çatı kaplaması uygulaması yapılmıştır. Alüminyum panelin toplam alanı 500.000 m²'dir. **Şantiye 7**, betonarme karkas olarak inşa edilen ve üç bloktan oluşan bir konut projesidir. Bloklar 14 katlı olup, cephelerde taş yünü yalıtım malzemesi üzerine sıva kaplama ve boya uygulaması kullanılmıştır. Projenin toplam inşaat alanı 30.000 m²'dir. **Şantiye 8**, betonarme karkas sistemli 14 katlı bir bloktan oluşan bir konut projesidir. Cephede ısı yalıtım malzemesi üzerine sıva kaplama ve boya kullanılmıştır. **Şantiye 9**, 6 adet betonarme karkas yapı bloğundan oluşan bir konut projesidir. Bloklardan üçü beşer katlı olup, diğer üç blok üçer katlı villalar olarak projelendirilmiştir. Blokların cephesinde alüminyum kompozit paneller ile taş yünü yalıtım üzerine sıva kaplaması üzeri boya kullanılmıştır. **Şantiye 10**, konut, ofis ve alışveriş merkezi işlevli karma bir projedir. 15-20 arasında değişen kat sayısına sahip 9 bloktan oluşan betonarme karkas sistem olarak inşa edilen bir projedir. Cephede cam elyafı betonarme ön üretilmiş (prekast) elemanlar ve kısmen seramik kaplamalar uygulanmıştır.

Çizelge 2.8'de bilgileri yer alan 3 farklı katılımcı ile yapılan yüz yüze görüşmeler sonucu elde edilen veriler "Pilot Çalışma Verileri"; Çizelge 2.9'da bilgileri yer alan 10 farklı şantiye için 10 farklı katılımcı ile gerçekleştirilen yüz yüze görüşmeler ve yerinde (şantiyede) incelemeler sonucunda elde edilen veriler ise "Şantiye Görüşmeleri Verileri" olmak üzere ayrı başlıklar altında sunulmuştur. Elde edilen veriler yüz yüze görüşme çalışması ile şantiye ziyaretleri sırasında alınan notlar ile ses kaydı alınmasına izin veren katılımcının transkriptinden (deşifre metni) oluşmaktadır. "Pilot Çalışma Verileri" ile "Şantiye Görüşmeleri Verileri" analiz edilmiş ve sonuçları ayrı bir başlık altında sunulmuştur (Bkz 3.2.3). Çalışmaya ait sonuçlar aynı zamanda makale olarak da yayınlanmıştır (Aksel ve Cetiner, 2020).

3.1 Pilot Çalışma Verileri

K_A (BöY) ile yüz yüze görüşme sonucu elde edilen veriler:

- Genellikle konut üretiminde şantiyelerde sistemli bir atık yönetimi uygulanması bulunmamaktadır.
- Yapım sırasında oluşan atıklar katlarda toplanarak atık borularından atılmakta ve atık boruları vasıtasıyla zemine iletilen atıklar şantiye alanı içerisinde uygun bir alanda depolanmaktadır.
- Atık yığınları içerisinde yer alan malzemelerden atılmaması gerektiği halde hatayla atılan malzeme, parça veya bileşen varsa, tespit edilmesi halinde uygulama yapan alt yükleniciler tarafından atık yığını içerisinde alınmaktadır. Daha sonra belediye araçlarıyla atık döküm sahasına taşınması sağlanmaktadır.
- Yapım sırasında oluşan atıklar yaygın olarak aynı yapının yapım sürecinde tekrar kullanılamamaktadır. Bunun nedeni, yapım işlerinde iş süreçlerinin genellikle çakışmaması yani belirli bir iş süreci tamamlandıktan sonra diğerine geçilmesidir (Örneğin döşemeler tamamlandıktan sonra döşeme kaplaması uygulaması sırasında seramik kırıkları oluşabilmekte, döşeme üretimi zaten bitmiş olduğu için seramiklerin dolgu malzemesi olarak kullanılma imkânı bulunmayabilmektedir.).
- Genellikle üretilen seramik veya beton vb. parçalar şantiye alanında uygun bir yere gömülerek bertaraf edilmektedir.
- Fazla sipariş edilen malzeme, parça veya bileşenler genellikle farklı şantiyelerde kullanılmak üzere, yükleniciye ait depolarda depolanmaktadır. Ancak yüklenicilerin yaygın olarak depolama konusunda bir kayıt sisteminin bulunmaması sebebiyle, farklı bir yapının yapımında kullanılmak üzere depolamada zorluklar yaşanmakta ve depolardan ürünlerin bulunup kullanılması süreci rastlantısal bir şekilde işlemektedir.
- *K_A* yaygın olarak görülen atık oluşum nedenlerini aşağıdaki gibi sıralamıştır:

- İşçilik, montaj ve uygulama hataları (İşçilik ve montaj hatalarının yanı sıra yapı malzeme, parça ve bileşenlerinin yapım sırasında zarar görmesi-örneğin cephe kaplaması yapan ekibin, uygulama sırasında doğramalara zarar vermesi vb.)
- Mobilizasyon (taşıma) hataları (Yapım sırasında, yapı eleman, parça ve bileşenlerinin şantiye içerisinde yatay ve düşey mobilizasyonu sırasında zarar görmesi, ürünlerin şantiye alanına sevkiyatı sırasında zarar görmesi vb.)
- Projelerde revizyona gidilmesi (Yapım faaliyetleri devam ederken projelerde revizyona gidilmesi; örneğin yeni projeye uygun hale getirilmesi sırasında yapılacak olan kırma, sökme vb. işlemler.)
- Depolama hataları:
 - o Depolama Koşulları (Şantiye alanında uygun olmayan ısı, nem vb. koşullarda depolanması sonucu yapı malzeme, parça ve bileşeninin zarar görmesi. Örneğin; su ve nemden korunması gereken yapı malzeme, parça ve bileşenlerinin suya ve neme maruz bırakılması; özellikle yalıtım malzemeleri gibi hafif malzemelerde depolama sırasında rüzgar yönüne dikkat edilmemesi; malzeme, parça ve bileşenlerin güneşe maruz kalacak şekilde depolanması ve bu nedenle güneşten dolayı bozulmalar)
 - o Depolama şekli ve düzeni (Yapı malzeme, parça ve bileşenlerinin şantiye alanında uygun olmayan düzende depolanması. Örneğin; dik koyulması gereken yalıtım malzemelerin yatay konularak ezilmesi sonucu atık haline dönüşmesi ya da bir arada depolanmaması gereken ürünlerin birbirine maruz kalarak zarar verecek şekilde depolanması)
 - o Depo mekânı olanakları (Depo alanının araç hareketine uygun olmaması sebebiyle oluşan çarpma ve kazalar sonucu ürünlerin hasar görerek atık oluşturması)
 - o Depolama organizasyonu bozuklukları (Diğer alt yüklenicilerin başka malzemeleri depolarken depodaki diğer ürünlere zarar vermesi)
- Boyutlandırma Amaçlı Kesim
- Tasarım Hataları

- Diğerleri (Doğal afetler, kazalar vb.)

K_B (KöY) ile yüz yüze görüşme sonucu elde edilen veriler:

- Genellikle şantiyelerde bir atık yönetim planı bulunmamaktadır.
- Yapım sırasında en fazla hafriyat atığı ortaya çıkmakta olup, oluşan hafriyat atığının miktarı projeden projeye göre farklılık göstermektedir. Hafriyat alınması çalışması sırasında elde edilen yığın funda toprağı şeklinde ise, bu toprağın peyzaj düzenlemelerinin yapıldığı bir şantiyeye satılması şeklinde geri kazanım olanağı bulunmaktadır. Bir diğer geri kazanım ise, hafriyat içerisindeki agreganın şantiye sahasında konkasör yardımıyla kırılarak ya da konkasör yoksa kırılmadan farklı bir şantiyede kullanılmak üzere satılmasıdır. Satılan nitelikli hafriyat sonrası geri kalan niteliksiz hafriyat ise, şantiye sahasına yakın bir yerde dolgu çalışması yapılan şantiyeler var ise (örneğin hava alanı, yol yapımı vb.) dolgu malzemesi olarak kullanılmak üzere bu alanlara götürülmektedir. Uygulamada bu işleme borç verme denilmektedir. Dolgu malzemesi, peyzaj toprağı veya agrega olarak kullanılamayan niteliksiz hafriyat ise, belediyelerin belirlediğı döküm sahalarına gönderilmektedir. Döküm sahalarına gönderilen hafriyat için belediyesi tarafından ücret alınmaktadır.
- Konut projelerinde genellikle kaba yapım sırasında üretilen atıklar, üretimi yapılmakta olan katın bir alt katında geçici olarak depolanmaktadır. Geri kazanım olanağı bulunmayan bu atıklar her iki katta bir şantiye sahası dışına çıkarılmaktadır. İnce yapım sırasında üretilen atıklar ise, üretildiğı katta bırakılmakta ve genellikle şantiyenin ve katların genel temizliğı sırasında atılmaktadır.
- Kaba yapım sırasında satın alınan betonun artması durumunda, beton iadeli ise (şantiye sahasına yakın bir yerden geliyor ve anlaşma betonun iade edilebileceğı şeklinde yapılmışsa), artan beton tedarikçi firmaya iade edilebilmektedir. Ancak iadeli değilse, genellikle artan beton şantiye içerisinde bir yere blok halinde dökülmekte ve prizini aldıktan sonra atılmaktadır.
- Çelik donatıların boyutlandırma amaçlı kesimi sırasında ortaya çıkan atık, genellikle yarı fiyatına çelik üreten firmalara satılmakta ve böylelikle geri

dönüşümü sağlanmaktadır. Çelik donatıların şantiye sahasından dışarıya çıkarılması işlemi genellikle iki tonda bir yapılmaktadır. Ancak şantiye alanında üretilen plastik atıklar, plastiğin geri dönüşümü ile ilgili bir ağ bulunmadığından, genellikle belediye ekipleri tarafından bertaraf edilmek üzere alınmaktadır.

- Şantiye sahasında yapım sırasında oluşan atığın, genellikle tasarım ve tedarik koordinasyonu ile azaltılması mümkündür. Örneğin projeye uygun boyutlarda çelik sipariş edilmesi, boyutlandırma amaçlı kesim sırasında ortaya çıkacak atığın önlenmesi açısından önemli bir uygulamadır.
- Genellikle paket halinde satın alınan yapı ürünlerinin sipariş fazlaları iade edilebilmektedir. Ancak mermer gibi blok halinde gelen ve projeye özgü boyutlarda hazırlanan ürünlerin iadesi mümkün olmamakta ve fazla sipariş edilen ürün varsa doğrudan atık haline dönüşmektedir.
- Şantiyede üretilen atık, **K_B** tarafından oluşum miktarına göre en çok oluşandan en az oluşan atığa göre aşağıdaki şekilde sıralanmıştır:
 - Toprak, taş ve dip çamurları
 - Beton tuğla kiremit ve seramik atıklar
 - Yıkım atıkları ve diğerleri
 - Metal atıklar
 - Alçı bazlı inşaat malzemeleri
 - Yalıtım malzemeleri
 - Ahşap cam ve plastik atıklar
 - Karışımlar, kömür katranı ve katranlı atıklar
- Atık oluşum nedenlerini ise, en etkili nedenden en az etkili nedene doğru aşağıdaki şekilde sıralamıştır:
 - Yapım projelerinin genel karakteristiği, örneğin hafriyat.
 - Proje kaynaklı hatalar, detaylandırma ve tasarım hataları
 - İşçilik ve uygulama hataları

- Malzemelerin şantiye içerisinde yatay ve düşey taşınması sırasında kırılması
 - Malzemelerin şantiye sahasında uygun olmayan koşullarda depolanması
 - Malzemelerin şantiye içerisinde kaybolması sebebiyle kullanılamaması ve iş tamamlandıktan sonra bulunması
 - Gereğinden fazla sipariş
 - Malzemelerin şantiye alanında amacı dışında kullanımı
 - Malzeme dayanımı düşüklüğü
 - Boyutlandırma amaçlı kesim
- **K_B** atık oluşum miktarları hakkında aşağıdaki tahminleri yapmıştır:
 - Temel yapımı sırasında boyutlandırma amaçlı kesim sonucu ortaya çıkan çelik donatı atığı, toplam kullanılan çelik donatı miktarının maksimum %2'si kadar olmaktadır. Betonarme bir yapıda strüktür yapımı sırasında ortaya çıkan çelik donatı atığı miktarı, kullanılan çelik donatının yaklaşık %4'ü kadar olmaktadır.
 - Oluşacak ambalaj atığını tespit etme olanağı bulunmamaktadır.
 - Temel yapımı sırasında kullanılan yalıtım malzemesi atığı (XPS, cam yünü ve taş yünü için), kullanılan malzeme miktarının maksimum %5'i kadar olmaktadır.
 - Çatı yapımı sırasında kullanılan yalıtım malzemesi atığı (cam yünü, taş yünü), kullanılan malzeme miktarının yaklaşık %5-10'u kadar olmaktadır.
 - Ahşap oturtma çatı yapımında kullanılan ahşap bileşenlerin yaklaşık %1'i atık haline dönüşmektedir.
 - Çatı yapımı sırasında kiremit pişmiş toprak atığı yaklaşık %5-10 arasında olmaktadır.
 - Şingil malzeme kullanımında ortaya çıkan atık, kullanılan malzemenin yaklaşık %5'i kadardır.

- Metal çatı kaplamasının boyutlandırma amaçlı kesimi sebebiyle, dere ve oluklar ile beraber yaklaşık %2 oranında atık oluşmaktadır.
- Pas payları ve plastikler %5-10 oranında atık olmaktadır.
- Zemin ıslahı sırasında kullanılan beton miktarının en fazla %10'luk bir miktarı atık haline dönüşmektedir. Asmolen döşeme yapımı sırasında kullanılan dolgu tuğlalarının en fazla %4'ü atık olmaktadır.
- Vida ve tespit bileşenlerinin en fazla %5'i atık olmaktadır.
- Lamine ahşap kaplama ve masif ahşap kaplama uygulamaları sırasında en fazla %2 oranında atık oluşmaktadır. Bu oran seramik kaplama uygulamasında %2-4, polietilen şilte kaplama uygulamasında %4-5, mermer kaplamada %4, şap uygulamasında ise yaklaşık %10'dur.
- XPS yalıtım levhaları depolama hatası ve kesim sebebiyle ortalama %2-3 oranında atık haline dönüşmektedir. XPS yalıtım levhaları, şantiye alanında geçici olarak depolama sırasında hakim rüzgar yönünün gözetilmediği durumlarda, uçma ve kırılma sebebiyle atık haline dönüşebilmektedir.
- Ahşap kalıpların boyutlandırılması sırasında ortaya çıkan atık miktarı, kullanılan ahşabın maksimum %5'i kadar olmaktadır. Ahşap kalıplar genellikle 20 defadan fazla kullanılamamaktadır. Bu sebeple amortisman olarak %5 denilmiştir.
- Alçı panellerin uygun şekilde depolanmaması sonucu, paneller kırılarak atık haline dönüşmektedir.
- Tuğla duvar yapımı sırasında atık oluşumu yaklaşık olarak, kullanılan tuğla miktarının %2-4'ü arasındadır. Revizyon sebebiyle en çok oluşan atıkların önemli bir bölümünü genellikle tuğla kırıkları oluşturmaktadır.
- **K_B**, atık azaltma önerilerini; tasarım sorunlarının giderilmesi, uygulamanın denetlenmesi, stok kontrolü, uygun depolamanın sağlanması ve depolama koşullarının iyileştirilmesi şeklinde sıralamıştır. Boyutlandırma amaçlı kesim sebebiyle oluşan çelik donatı atığını, tasarım aşamasında yapılacak statik proje üzerindeki düzenlemelerle azaltmak mümkündür. Çelik donatılar projeye uygun olarak özel ebatlı satın alınırsa, atık oluşum oranı %4'ten %1'e

düşmektedir. Tedarik tasarım ve satın alma ile atık azaltmak mümkündür. Yapım sırasında dayanıklı malzemelerin kullanılması ile de atık oluşumu azaltılabilir.

- **K_B** şantiyede uyguladığı geri kazanım uygulamalarını aşağıdaki gibi sıralamıştır:
 - Tesisatta kullanılan PVC borulardan artan parçalar 5 cm'lik dilimler şeklinde bölünerek yanlarına metal tel ve içlerine de şantiyede artan betonun dökülmesi ile beton pas payları üretilmekte ve üretilen beton pas payları perde ve döşemelerde kullanılmaktadır.
 - Mermer kırıkları da otopark döşemelerinde pas payı olarak kullanılmaktadır.
 - Şantiyede üretilen plastik atıklar geri dönüşüme yollanmakta, ahşap atıklar ısınma amaçlı yakılmakta, yalıtım atıkları doğrudan atılmaktadır.
 - Şantiyede oluşan çelik donatı atıkları miktar olarak yaklaşık iki tona ulaştığı zaman geri dönüşüme yollanmaktadır. Kaba yapım sırasında oluşan atıklar genellikle iki katın yapımı bittiğinde (her iki katta bir) atılmakta; ince yapım sırasında oluşan atıklar ise üretildiği katlarda geçici olarak tutularak son temizlik sırasında atılmaktadır.

K_C (BöY) ile yüz yüze görüşme sonucu elde edilen veriler:

- Genellikle şantiyelerde bir atık yönetim planı bulunmamaktadır. K_C'ye göre şantiyedeki güncel iş yoğunluğu içerisinde atık yönetiminin programlı olarak uygulanması oldukça zordur.
- Şantiyelerde üretim hızı en önemli faktördür. Bu nedenle, oluşan atıkların şantiyede karışıklığa sebep olarak, üretim hızını düşürmesinin önüne geçilebilmesi için mümkün olan en kısa sürede atıkların şantiyeden uzaklaştırılması gerekmektedir.
- Hafriyat atığı genellikle doğrudan belediyelerce belirlenen döküm sahalarına iletilmektedir. Ancak şantiyede depolama için yeterli alan varsa, uygun nitelikteki (sıkıştırılabilir olma, funda toprağı niteliğinde olma vb.) hafriyat atıklarının bir kısmı geri dolgu işlerinde veya peyzaj düzenlemelerinde kullanılmak üzere sahada geçici olarak depolanabilmektedir.

- Yapım sürecinde oluşan ahşap kalıp atıklarının, boyutsal uygunsuzluk, düşük direnç veya deformasyon nedeniyle yeniden kullanılması mümkün değilse, genellikle şantiyelerde çalışan işçiler tarafından yakacak malzeme (ısınma amaçlı) olarak kullanılmak üzere şantiye dışına çıkarılmaktadır.
- Şantiyelerde 100-120 cm'den uzun çelik donatı atıkları genellikle balkon ve çatılarda parapet yapımı, lento yapımı vb. uygulamalarda kullanılabilir.
- Boyutlandırılma amaçlı kesim sırasında oluşan 100-120 cm'den küçük donatı atıkları ile kutu profiller vb. çelik atıklar geri dönüşüm firmalarına hurda fiyatından satılarak geri dönüştürülmektedir.
- Şantiyelerde kaba yapım sırasında artan beton (artan beton miktarı genellikle 0,5-1 m³ arasında olmaktadır.) lento yapımı ile şantiye içerisinde araç park yeri yapımı, yol yapımı vb. geçici amaçlı yapılan saha düzenlemelerinde kullanılmaktadır.
- Fazla sipariş nedeniyle artan malzemeler genellikle yapımı tamamlanan binanın kullanım aşamasında oluşabilecek bir problem durumunda tadilat amaçlı kullanılmak üzere yüklenici tarafından uygun bir yerde depolanmaktadır. Yüklenici firma yapımını tamamladığı uygulamalar için genellikle bir yıl garanti vermektedir.
- Şantiyede kullanılan malzemelerin plastik, karton ve kağıt ambalajları şantiyeye gelen atık toplayıcıları tarafından gelir elde etmek amacıyla alınmaktadır. Plastik, kağıt ve karton atıklar için geri dönüşüm uygulamaları sistemli bir şekilde yürütülmemektedir.
- K_C'ye göre genellikle uygulama sırasında fire miktarının ön görülenden az olması sonucu projede yapılan revizyonlar sebebiyle, revizyon öncesi sipariş edilen malzemenin kullanılamaması gerekçeleri ile artık malzeme oluşmaktadır.
- Satın alınan bazı malzemelerin nakliyatında kullanılan ahşap paletler genellikle tedarikçi firma tarafından malzeme fiyatına ek olarak ücretlendirilmektedir. Paletler tedarikçi firmaya iade edildiğinde, palet ücretleri de iade edilmektedir. Ancak paletleri yüklemek, nakletmek çoğu

zaman palet fiyatından daha maliyetli bulunduğundan bu paletler şantiye içerisinde atık haline dönüşmektedir.

- Şantiyede geri kazanılmayan beton kütleleri, tuğla kırıkları vb. atık malzemeler kamyonlara yüklenerek belediyeler tarafından belirlenen döküm sahalarına iletilmektedir.

3.2 Şantiye Görüşmeleri Verileri

Şantiye 1

Proje Adı: Vadi İstanbul 3. Etap

Katılımcının Şantiyede Üstlendiği Görev/Unvan: Şantiye Şefi

Projeye ait bilgiler: Proje toplam 804 daire olmak üzere 5 adet konut bloğu, 1 adet rezidans ve 3 adet ofis bloğundan oluşmaktadır. Projenin taşıyıcı sistemi betonarme karkas sistemdir (konvansiyonel kalıp kullanılmış). Konut bloklarından üçü 18 katlı, diğerleri ise 8 ve 9 katlıdır. Cephelerde esnek seramik kaplama, taş yünü yalıtım malzemesi ve alüminyum doğrama kullanılmıştır. Ofis bloklarının kat sayısı 17-23 arasında değişmektedir. Ofis bloklarında silikon cam cephe uygulaması yapılmıştır. Diğer bloklarda taş yünü yalıtım ve alüminyum doğrama uygulanmıştır. Şantiyeden genel bir görünüm Şekil 3.1’de yer almaktadır.



Şekil 3.1 : Şantiyeden genel bir görünüm.

Şantiye şefi ile yapılan görüşmeye göre;

- Şantiye 1’de bir atık yönetim planı bulunmamaktadır.

- Önemli bir oranda olmasa da şantiyede boyutlandırma amaçlı kesim sonrası atık oluşumu gözlenmiştir.
- Malzemede dayanım düşüklüğü sebebiyle (malzemenin uygulama sırasında zarar görmesi) atık oluşumu %1'i geçmemektedir.
- Şantiyede uygun olmayan koşullarda depolama sonucu atık oluşumu gözlenmiştir. Örneğin alçı ve çimento uygun koşullarda depolanmadıkları için, su ve nemden etkilenecek katılaşmış ve atık haline dönüşmüşlerdir.
- Şantiyeye getirilen ürünlerin uygun koşullarda depolanması konusu her bir taşeronun kendi sorumluluğundadır.
- Fazla sipariş sonucu artan ürünlerden gereksinim duyulanlar, kullanılmak üzere yükleniciye ait diğer şantiyelere gönderilmekte, diğer şantiyelerde gereksinim duyulmayan ürünler ise üretici firmaya iade edilmektedir.
- Çelik donatılar statik projeye uygun boyutlarda özel olarak sipariş verildiğinden, boyutlandırma amaçlı kesim sonrası çelik donatı atığı oluşumu en az düzeyde oluşmuştur.
- Şantiyede atık toplama açısından; atık borusu kullanılan ve atık borusu kullanılmayan olmak üzere (Şekil 3.2 a-b) iki tip blok örneği vardır. Genellikle şantiyelerde 12 ve 13 kattan sonra cephelere atık borusu kurulmaktadır. Kurulum sırasında; bölgesel ve yerel iklim koşulları, rüzgar vb. etmenler dikkate alınmaktadır.
- Atıklar blokların cephelerine yerleştirilen atık borularından atılarak (üst katlardaki atıklar) toplanmaktadır. Atık borularının altında atıkların toplandığı atık kazanları bulunur. Gerekli görülen durumlarda atık kazanları yerine, atık borularından atılan atıkların doğrudan kamyon kasalarında biriktirilerek şantiye içerisinde uygun bir alana geçici olarak depolanmak üzere götürülmesi sağlanır. Bodrum kattaki atıklar ise önce bodrum katta biriktirilmekte, daha sonra yüklenici firmaya bağlı 10 kişilik bir ekip tarafından saha içerisinde belirlenen alanlarda toplanarak gün aşırı dışarı atılmaktadır.
- İnce yapım sırasında oluşan atığın önemli bir miktarını plastik kökenli ambalajlar ile karton malzeme atığı oluşturmaktadır.



(a) Atık borusu olmayan blok uygulaması (b) Atık borusu kullanılan uygulama

Şekil 3.2 (a-b) : Vadi İstanbul Projesi uygulamaları.

- Ahşap parke zemin kaplaması sonrası, kaplamayı aşınmaya karşı korumak için, üst yüzeyleri satın alınan oluklu kartonlarla geçici olarak örtülmekte ve daha sonra bu kartonlar atık haline dönüşmektedir.
- Plastik (örneğin alan perdesi olarak kullanılan plastikler) ve karton ambalaj atıkları Belediye (Sarıyer Belediyesi) aracılığıyla geri dönüştürülmektedir.
- Kaba yapım sırasında önemli miktarda hafriyat atığı ortaya çıkmış, bu hafriyatın belirli bir kısmı dolgu olarak kullanılmış, kalan hafriyat atığı ise hafriyat döküm sahalarına iletilmiştir.
- Çelik donatı atığı geri dönüşüme yollanmaktadır.
- Cephe kaplaması sırasında ortaya çıkan alüminyum atık geri dönüşüme yollanmaktadır.
- Yüklenicinin yürütmekte olduğu şantiyeler arasında iş birliği bulunmaktadır. Bu kapsamda, son kullanma tarihi yakın olan ürünler şantiyeler arasında takas edilmektedir.
- Şantiyede temizlik genellikle gün aşırı yapılmaktadır.

- Şantiye etrafını çeviren üzerinde reklamların yer aldığı geçici amaçlı kullanılan OSB paneller, işlevini tamamladıktan sonra sökülerek yükseltilmiş döşeme yapımı ve kiremit altı kaplama malzemesi olarak kullanılmıştır.
- Şantiyede kullanılan metal iş güvenliği fileleri, işlevini tamamladıktan sonra kesilerek kutu profil imalatında kullanılmış ve imal edilen profiller sitede yer alan havuzun kenarına örtü yapılması ve soyunma kabini üzerine çatı yapılması işlerinde yeniden kullanılmıştır.
- Şantiyeye gelen sağlam kalan ahşap paletler tedarikçi firmalara iade edilmektedir. Şantiye sahasında kırılan ahşap paletler ise, şantiye çalışanları tarafından yakacak malzeme olarak kullanılmaktadır.
- Şantiyede işçilik hatalarını azaltmak ve malzeme zayıatını en aza indirmek amacıyla numune uygulaması yapılmaktadır. Numune uygulaması (Şekil 3.3), uygulaması yapılacak detayın 1/1 veya farklı ölçekte yerinde veya farklı bir yerde uygulanması işidir. Böylelikle uygulamada karşılaşılabilecek güçlükler tespit edilebilmekte ve gerekli görülmesi halinde detayda revizyona gidilebilmektedir.



Şekil 3.3 : Cephede numune uygulaması.

- Şantiyede proje revizyonu sebebiyle, saçaktan sökülen çelik kirişler (Şekil 3.4) galeriyi kapatan çelik döşemenin yapımında kullanılmıştır.



Şekil 3.4 : Saçaktan sökülen ve daha sonra galeriyi kapatan döşeme yapımında kullanılan çelik kirişler.

- Şantiyede alt yapı uygulamasında kullanmak amaçlı satın alınan koruge borular, demir halkalar ile birleştirilerek atık boruları oluşturulmuştur. Atık boruları işlevini tamamladıktan sonra sökülmesi yapılan koruge borular, şantiyede uygun alanlarda ana işlevine uygun olarak alt yapı düzenlemelerinde kullanılmıştır.
- Şantiyelerde atık oluşumdaki en önemli etkenin iş koordinasyon sorunu olduğunu belirten katılımcı, işlerin sıralamasına doğru karar verilmediğinde sıkıntılar oluştuğunu söylemiştir. Örneğin altyapı çalışması tamamlanmamış bir yerde zemin kaplama uygulaması yapılması sonucu, alt yapı için zeminin kazılması gerekmiş ve böylece kaplaması yapılan malzemenin sökülmesi iş gücü kaybı ve atık oluşumuna sebep olmuştur. Katılımcı ayrıca şantiyede atık oluşumu ile ilgili kendi veri tabanları olduğunu ve önceki tecrübelerinden yararlandıklarını da ifade etmiştir.

Şantiye 2

Proje Adı: Çiftçi Towers

Katılımcının Şantiyede Üstlendiği Görev/Unvan: Kısım Şefi

Projeye ait bilgiler: İstanbul'da yer alan yapımı devam eden, 45 katlı iki blok ve altı katlı bir blok olmak üzere toplamda üç bloktan oluşan konut, ofis ve alışveriş

merkezi işlevli yapılara ait bir şantiye sahası ziyaret edilmiş ve kısım şefi (mimar- 20 yıl) ile görüşülmüştür.

Kısım şefi ile yapılan görüşmeye göre:

- Şantiyede atık oluşumunun en önemli nedeni uygulama devam ederken projede sıklıkla revizyona gidilmesidir. Önem ve etki sırasına göre diğer atık oluşum nedenleri; malzemelerin şantiye alanında amacı dışında kullanımı, boyutlandırma amaçlı kesim, şantiye alanında yapı malzemelerinin uygun olmayan koşullarda depolanması şeklindedir. Örneğin; şantiyede çalışan işçilerin straforlar üzerinde uyuması sonucu straforların ezilerek kullanılamaz hale (atık) dönüşmesi ya da peyzaj düzenlemesi için şantiye sahasına getirilen çimentonun ve yapıştırıcı malzemelerin uygun koşullarda depolanmaması sonucu nemden etkilenerek bozulması atık oluşumuna neden olmaktadır.
- Katılımcı yapım sırasında oluşan atıkları (Şekil 3.5);
 - Tuğla atıkları (projede revizyon sebebiyle kırılan duvarlar),
 - Ahşap atıklar, zemin ve duvar kaplama malzemeleri (boyutlandırma amaçlı kesim),
 - Alçı panel atıklar (boyutlandırma amaçlı kesim),
 - Epoksi malzemelerin metal kutuları,
 - Yalıtım uygulaması sırasında kullanılan kimyasal malzeme kutuları,
 - Elektrik kabloları,
 - Yapım sırasında kullanılacak bazı malzemelerin fabrikadan şantiye sahasına nakliyatı sırasında kullanılan ahşap paletler,
 - Mekanik tesisatın yapımında kullanılan PVC, çelik boru ve bakır borular (boyutlandırma amaçlı kesim),
 - Mermer ve seramik parçaları (boyutlandırma amaçlı kesim),
 - Beton silimleri sırasında ortaya çıkan atıklar,
 - Mikser temizliği sırasında sahaya dökülen beton atığı,
 - Ambalaj atıkları, karton kutular,

- İnşaat demirleri (Boyutlandırma amaçlı kesim), beton içinde yer alan armatürler

olarak sıralamıştır.



Şekil 3.5 : Şantiyede yapım sırasında oluşan atıklar.

- Şantiyede atıklar genellikle uygulamanın yapıldığı katlarda yığılmakta ve iş bittiği zaman toplanmaktadır. Şantiye sahası içinde atıkların yönetilmesi her bir alt yüklenicinin kendi sorumluluğundadır ve her bir iş kolu için (mekanikçi, elektrikçi vb.) şantiye sahası içerisinde ayrı konteyner bulunmaktadır. Şantiyede alt yüklenicilerin kullandığı konteynerler iki farklı renkte olacak şekilde sınıflandırılmıştır. Sarı konteynerler metal atıklar, kırmızı konteyner ise moloz atıklar için kullanılmaktadır (Şekil 3.6 a-b).



(a) Metal atıklar için kullanılan sarı konteynerler.



(b) Moloz atıklar için kullanılan kırmızı konteynerler.

Şekil 3.6 : Alt yüklenicilere ait konteynerler.

- Hafriyat atıkları doğrudan döküm sahalarına iletilmekte olup, yapım sırasında oluşan atıklar, yapılan işlere göre miktar ve içerik açısından dönemsel olarak değişmektedir. Geri kazanım olanağı olan çelik atıklar, genellikle alt yükleniciler tarafından hurda olarak satılmaktadır. Kalan atıklar ise anlaşmalı firmalar vasıtasıyla belediyelerin belirlediği döküm sahalarına iletilmektedir.
- Yalıtım malzemeleri, epoksi reçineleri ve bazı yapıştırıcılar zararlı atık olarak nitelendirildiklerinden, kutuları şantiye sahası içerisinde ayrı olarak toplanmaktadır (Şekil 3.7) ve anlaşmalı firmalar aracılığıyla şantiye sahasından uygun şekilde uzaklaştırılmaktadır. Tehlikeli atık olarak nitelendirilen bu kimyasalların kutuları üzerinde barkotlar yer almakta olup, bu kutuların

herhangi bir araziye gelişi güzel bırakılmış olarak bulunması halinde, barkot bilgilerinden yararlanılarak malzemenin kim tarafından bırakıldığı bilgisine ulaşılabilmektedir.



Şekil 3.7 : Yalıtım malzemesi kutuları-zararlı atıklar.

- Şantiyede oluşan diğer atıklar ambalaj kutuları ve karton kutulardır. Oluşan atık çeşitleri şantiyede yapılan işe göre dönemsel olarak değişmektedir.
- Şantiye alanına seramik, cam vb. malzemeler ahşap paletler üzerinde getirilmekte olup, ahşap paletler malzemelerin kullanılmasından sonra atık haline dönüşmektedir. Şantiyede ahşap paletler mobilya üreticileri tarafından satın alınmakta ya da işçiler tarafından yakacak malzeme olarak kullanılmaktadır. Ayrıca işçiler bu ahşap paletleri memleketlerine götürerek arıcılık faaliyetlerinde kullanmaktadır.
- Atıklar, alt yükleniciler tarafından ücreti karşılığında anlaşılan firmalar aracılığıyla, belediyesi tarafından belirlenen atık döküm sahalarına gönderilmektedir.
- Yüklenici firma, kendi firması tarafından satın alınmış metal malzemelere ait atıkları(artan hurda, armatürler, çelik parçalar vb.) gelir elde etmek amacıyla geri dönüşüme göndermektedir.

- Şantiyede iş bittiği zaman temizlik yapılmakta, çöpler bulunduğu katta biriktirilmekte ve iş bitince boşaltılmaktadır.
- Artan kablolar içindeki bakırlar ayrılarak satılabilmektedir.
- Katılımcı atık azaltma amaçlı olarak projedeki revizyonların azaltılması önerisi getirmiştir.

Şantiye 3:

Proje Adı: Tema İstanbul Bahçe (Atakent-Halkalı)

Şantiyede Üstlenilen Görev/Unvan: İnce Yapı Grup Şefi- Mimar

Projeye ait bilgiler: Proje taşıyıcı sistemi betonarme karkas sistemdir. Projede, cephe kaplama malzemesi, taş yünü yalıtım malzemesi üzeri esnek seramik kaplama ile giydirmeye cephe uygulaması yapılmış ve PVC doğrama kullanılmıştır. Projenin toplam inşaat alanı 10.200 m² olup, projede 10 adet konut bloğu, 1 adet iki katlı betonarme otopark ile 1 adet sosyal tesis binası yer almaktadır. Şekil 3.8’de şantiyeden genel bir görünüm yer almaktadır.



Şekil 3.8 : Şantiyeden genel bir görünüm.

İnce Yapı Grup Şefi ile yapılan görüşmeye göre:

- Projeye ait bir atık yönetim planı bulunmaktadır. Plan kapsamında atıkların bertaraf edilmesinden İşçi Sağlığı ve Güvenliği (İSG) birimi sorumludur.

- Şantiye içerisinde en fazla atık oluşturan nedenler sırasıyla; boyutlandırma amaçlı kesim, projelerde revizyona gidilmesi, malzeme dayanımı düşüklüğü sebebiyle atık oluşumu (Cephede kullanılan esnek seramik kaplama, dayanım düşüklüğü sebebiyle uygulama sırasında zarar görerek önemli oranda atık oluşumuna sebep olmuştur.) şeklindedir.
- Şantiyede yemek pişirilmesi sebebiyle, organik atıklar da oluşmaktadır.
- Alt yükleniciler tarafından sıva hazırlama amaçlı şantiye sahasına getirilen bir miktar çimento ve kum malzeme toprak zemine karışarak atık haline dönüşmüştür.
- Şantiyede depolama koşullarına oldukça özen gösterilmektedir. Bu nedenle şantiyede depolama hataları ve koşulları kaynaklı atık oluşmamaktadır.
- Malzemelerin yatay ve düşey olarak taşınması makineler yardımıyla (dış cephe asansörleri, teleskopik forkliftler vb.) yapıldığı için, taşıma sırasında hasar görme sebebiyle atık oluşmamaktadır.
- Atık malzemenin niteliklerine göre ayrılması veya ayrı ayrı toplanması, geri dönüşümünün ve yeniden kullanımının sağlanması İnce Yapı Grubu Blok Sorumluları ile İSG birimi sorumluluğundadır.
- Şantiyede her blokta cepheye takılmış atık boruları yer almakta olup (Şekil 3.9-10), atıklar borular aracılığı ile blok önlerinde toplanmaktadır. Daha sonra şantiye içerisinde yer alan geçici depolama alanına (İSG'nin sorumlu olduğu) taşınmakta, buradan da belirli aralıklarla anlaşmalı firmalar aracılığıyla döküm sahalarına iletilmektedir.
- Boyutlandırma amaçlı kesim sırasında oluşan çelik donatı atığı hurda olarak satılarak geri dönüştürülmektedir.
- Giydirme cephe uygulaması sırasında oluşan alüminyum atıklar geri dönüştürülmektedir.
- Şantiye sahası içerisinde bulunan mevcut yollarda yer alan asfaltlar konkasör vasıtasıyla kırılarak elenmiş ve tekrar şantiye içerisinde yol yapımında kullanılmıştır. Asfalt kırıkları şantiyede 1 numaralı mıcır (8-16 mm) yerine kullanılmıştır.



Şekil 3.9 : Cephelerde atık borusu uygulaması.



Şekil 3.10 : Cephelerde atık borusu uygulaması detay görünümü.

- Şantiyede tuğla atıklar ile alçı sıva ve sıva atıkları geri kazanılmamakta, döküm sahalarına iletilmektedir.

- Şantiyede kağıt ve karton ambalaj atıkları ihale yöntemiyle belirlenen firma (İSTAÇ) vasıtasıyla geri dönüştürülmektedir. Plastik kökenli ambalaj atıkları ile harç torbaları ise geri dönüştürülmemektedir.
- Şantiyede seramik ve parke zemin kaplaması uygulaması sonrasında, kaplama malzemelerinin çizilme ve darbelere karşı korunması amacıyla üstlerine oluklu kartonlar örtülmektedir. Bu nedenle şantiyede seramik ve parke imalatı kaynaklı karton atık oluşmuştur. Bu kartonlar da ayrıca geri dönüşüme yollanmaktadır.
- Hafriyat atığı geri dolgu olarak kullanılarak şantiye içinde eritilmiştir.
- Ahşap atıklar alt yüklenici firma çalışanları tarafından şantiye dışında yakacak (ısınma amaçlı) olarak kullanılmaktadır.
- Yapıştırıcılar, yalıtım amacıyla kullanılan malzemeler ile boya kutuları gibi zararlı nitelikteki atıklar ayrıca toplanmakta, özel önlemler alınarak şantiyede geçici depolanmakta ve İSG birimi tarafından anlaşmalı bir firma aracılığıyla uygun şekilde bertarafı sağlanmaktadır. Şantiyede su yalıtım işleri devam ettiği sürece zararlı atık oluşumu devam etmektedir.
- Şantiyede genellikle herhangi bir detayın yapımına başlamadan önce detayın bir numunesi (prototip) yapılmaktadır. Bu numuneler yerinde uygulanılabildiği gibi, şantiye içerisinde uygun bir alanda da uygulanabilmektedir (Şekil 3.11 a-b). Yüklenici firmanın daha önce uyguladıkları projelere ait malzeme fire oranlarının kayıtlı bulunduğu bir arşivi bulunmaktadır. Numune uygulaması sırasında oluşan malzeme fire oranları ile firmanın arşivinde yer alan fire oranları karşılaştırılmaktadır. Numune uygulamasının malzeme fire oranlarının arşivde kayıtlı fire oranlarından fazla olması gibi durumlarda, uygulaması yapılacak detaylarda fire oranlarının azaltılmasına yönelik revizyonlar yapılmaktadır.



(a) Cephe Kaplaması Prototip Örneği

(b) Korkuluk Detayı Prototip Örneği

Şekil 3.11 (a-b) : Tema İstanbul Bahçe prototip örneği.

- Şantiyede döşeme yapımı sırasında şapın altına titreşim sesini (topuk sesi) önlemek amacıyla polietilen şilte uygulanmıştır. Polietilen şilteler duvar diplerine kıvrılarak uygulanmış ve uygulama sonrasında duvar diplerinde kalan parçalar kesilmiştir. Duvar diplerinden kesilen bu polietilen şilte parçaları kıvrılarak pencere kenarlarında polietilen fitil yerine kullanılmıştır (Şekil 3.12).



Şekil 3.12 : Tema İstanbul Bahçe döşemeden kesilen polietilen şiltelerin pencere kenarlarında kullanımı.

- Şantiyede fazla sipariş nedeniyle atık oluşumun önüne geçilebilmesi için sipariş ayar bloğu uygulaması yapılmaktadır. Katılımcıya göre sipariş ayar

bloğu uygulaması; örneğin 10 blok için malzeme siparişi verilmesi gerekmesine karşın, 9 blok için malzeme sipariş edilerek, kalan 1 blok için malzeme siparişinin diğer 9 bloğun imalatından artan malzemelerin değerlendirilmesi sonrasında verilmesi şeklinde uygulanmaktadır.

- Yüklenici firmanın farklı şantiyelerle iletişimi (network) bulunmakta olup, gerektiği durumlarda farklı şantiyelerle malzeme alışverişi yapılmaktadır.
- Şantiyede artan seramik artığı, boya vb. malzemeler ihtiyacı olduğu tespit edilen okulların tadilatlarında kullanılmıştır.

Şantiye 4

Proje Adı: MSGSÜ Rektörlüğü Müze İnşaatı (Beyoğlu)

Şantiyede Üstlenilen Görev/Unvan: Proje Uygulama Koordinatörü, Mimar

Projeye ait bilgiler: Proje 1957 yılında yapılmış olan betonarme karkas bir müze binasının kısmi olarak yıkılarak yenilenmesi projesidir. Kolonlar betonarme, kirişler çelik olarak inşa edilen yapıda, döşemeler kompozit olarak yapılmış, trapez sac levha kullanılmıştır. Katılımcı şantiyede kaba yapım sırasında görev yapmıştır.

Proje Uygulama Koordinatörü ile yapılan görüşmeye göre:

- Projeye ait herhangi bir atık yönetim planı bulunmamaktadır.
- Şantiyede yenileme çalışması sırasında bazı katların kırılması (kısmi yıkım) işlemi sonucu beton/moloz atığı (betonarme döşeme kırıkları) oluşmuştur. Şantiyede ayrıca statik proje kaynaklı hatalar nedeniyle de revizyon yapma gerekliliği oluşmuş ve kısmi yıkma işlemleri gerçekleştirilmiştir.
- Betonarme döşeme ve kirişlerin kesimi sırasında çelik donatı atıkları oluşmuştur.
- Yenileme öncesi müze binasında sergilenen bazı eserler (tablolar) etraflarına geçici olarak briket duvarlar örülerek şantiyede alanı içinde koruma altına alınmıştır. Uygulama sonrasında briket duvarlar kırılmış ve briket atıkları oluşmuştur. Şantiyede depolanan briketlerin bir bölümü kepçenin yanlış manevrası sebebiyle kırılarak atık haline dönüşmüştür.

- Şantiyede, işçilerin kalıpları ekonomik bir şekilde kesememesi veya boyutlandıramaması sebebiyle, ahşap kalıpların yaklaşık %80'i atık haline dönüşmüştür.
- Şantiyede ayrıca boyutlandırma amaçlı kesim nedeniyle trapez levhalar ile ahşap paletler ve çiviler atık oluşturmuştur.
- Şantiyede kontrplak malzemenin bir bölümü işçiler tarafından masa olarak kullanılmıştır. Kontrplak malzemenin şantiye alanında amacı dışında kullanımı malzemenin atık haline dönüşmesine neden olmuştur. Ayrıca plywood malzemenin kullanım amacı dışında kesilmesi sebebiyle atık oluşumu gözlenmiştir.
- Şantiyede yalıtım amaçlı kullanılan strafor malzemenin bir bölümü uygun koşullarda depolanmaması sebebiyle atık haline dönüşmüştür.
- Katılımcıya göre şantiyede işçilik montaj ve uygulama hataları, proje hatası kaynaklı revizyonlar, boyutlandırma amaçlı kesim en önemli atık oluşum nedenleridir.
- Şantiyeye trafik nedeniyle süresi içerisinde iletilemeyen beton, yolda prizi başlaması sebebiyle kullanılamaz hale gelerek atık haline dönüşmüş ve tedarikçiye iade edilmiştir.
- Atıklar şantiye içerisinde herhangi bir ayırma işlemi uygulanmadan şantiye atık yığını şeklinde toplanmakta ve düzensiz bir şekilde geçici olarak depolanmaktadır. Atık malzemenin toplanması Şantiye Şefi ile Teknik Uygulama Sorumlusu sorumluluğundadır. Atıkların belediyesi tarafından belirlenen döküm sahasına iletilmesi ise Şantiye Şefinin sorumluluğundadır.
- Şantiye sahası içerisinde atıkların yeniden kullanımı ve geri dönüşümü konuları ile genellikle ilgilenilmemekle beraber, şantiye şefinin kararı doğrultusunda yapılan bazı uygulamalar bulunmaktadır. Örneğin katların kısmi olarak yıkılması sırasında oluşan molozlar ile sıva atıkları, temel güçlendirmesi sırasında blokaj yapımında kullanılmıştır. Ayrıca çelik donatı atıkları geri dönüştürülmek üzere satılmıştır.
- Katılımcının görev yaptığı süreç içerisinde (kaba yapım sırası) şantiyede herhangi bir zararlı atık üretilmemiştir.

- Katılımcı yapım sırasında geri kazanımın arttırılması için; geri kazanılmış malzeme kullanılan şantiyeler için devlet teşviki verilmesinin geri kazanım uygulamalarını arttıracığı şeklinde bir öngörude bulunmuştur. Ayrıca şantiyelerde genellikle depolama olanaklarının yeterli olmadığı, bu sebeple şantiyelerde artan malzemelerin devlet tarafından çeşitli depolara yönlendirilmesi gerektiği şeklinde görüş bildirmiştir.

Şantiye 5

Proje Adı: Yeşil Yaka Su Mesa Nuro 2. Etap (Büyükçekmece)

Şantiyede Üstlenilen Görev/Unvan: Kısım Şefi- İnşaat Mühendisi

Projeye ait bilgiler: Proje Büyükçekmece gölü havzası içerisinde, su kenarı havza koruma alanında yer almaktadır. Şantiye sahası 625 dönümlük bir arazi üzerine konumlanmaktadır. Proje 472 adet bağımsız birimden (villalar) oluşmakta olup, 150.000 m² inşaat alanına sahiptir. Projede yer alan yapılar betonarme karkas sistemlidir. Cephelerde XPS yalıtım levhası üzeri sıva kaplama kullanılmıştır. Projede konut işlevinin yanı sıra tüm bu konutlara hizmet eden bir adet sosyal tesis ve sosyal tesis ile ilişkili ticari yapılar planlanmıştır.

Kısım Şefi ile yapılan görüşmeye göre:

- Projeye ait bir atık yönetim planı mevcuttur. Ancak plan şantiye içerisinde atık yönetimi konusunda gerekli düzenlemeleri yapmak ve önlemleri alabilmek amacıyla firma tarafından tercihe dayalı olarak oluşturulmuştur.
- Şantiye alanında atık yönetiminden İSG birimi sorumludur.
- Şantiyede gözlenen atık oluşum nedenleri;
 - Villa sahiplerinin iç mekanlarda özel imalatlar istemesi sebebiyle projelerde revizyona gidilmiş ve şantiyede revizyon kaynaklı (kırmalar sebebiyle) atık oluşumu (ince yapı malzemeleri) gözlenmiştir.
 - Cam malzemelerin bir bölümü yatay ve düşey taşınması sırasında kırılarak atık haline dönüşmüştür.
 - Alüminyum çatı kaplama malzemesinin boyutlandırma amaçlı kesimi sırasında alüminyum atığı oluşmuştur.

- Çelik donatıların boyutlandırma amaçlı kesimi sırasında çelik donatı atığı oluşmuştur.
- Şantiyede membran malzemenin uygun olmayan koşullarda (güneşe maruz bırakılmış) depolanması sonucu kullanılamaz hale gelmiş ve bir miktar membran atığı oluşmuştur.
- Şantiye sahası içerisinde işçiler için yemek pişirilmesi sebebiyle, yapım atığının yanı sıra evsel atık da üretilmektedir. Şantiyede üretilen atık yağlar (evsel) düzenli aralıklarla Belediyesi tarafından toplanmaktadır.
- Şantiyede kullanılan zararlı nitelikteki yalıtım malzemeleri kutuları, şantiye sahası içerisinde belirlenen bir alanda toplanmaktadır. Zararlı atıkların toplandığı bu alanda, zeminde beton imalatı yapılarak toprağa ulaşabilecek olası sızmaların önüne geçilmiştir. Aynı zamanda bu atıkların saha içerisine dağılması veya kontrolsüz bir şekilde saha dışına çıkarılmasının önüne geçmek amacıyla zararlı atık depolama alanında atıklar kilitli (Şekil 3.13) tutulmaktadır.



Şekil 3.13: Şantiyede üretilen zararlı atıkların geçici depolama şekli.

- Şantiye içerisinde oluşan zararlı atıklara ilişkin bilgiler, ÇŞB'nin sistemine (MoTAT) giriş yaparak, atık taşıma talebinde bulunulmakta ve Atık Yönetim planına göre uygun şekilde bertarafı sağlanmaktadır.

- Şantiyede boyutlandırma amaçlı kesim sırasında ortaya çıkan metal donatı atıkları geri dönüşümü sağlanmak üzere geri dönüşüm firmasına iletilmektedir. Yüklenici firma geri dönüşümden elde ettiği kar miktarını kayıt altına almaktadır.
- Ahşap paletler de belirli bir ücret karşılığında tedarikçi firmalara iade edilmektedir.
- Ahşap atıklar (5x10 kalas parçaları vb.) işçiler tarafından yakacak malzeme olarak kullanılmaktadır.
- Şantiyede hafriyat atığının önemli bir miktarı geri dolgu malzemesi olarak kullanılmıştır. Hafriyat sırasında çıkan nebati toprağı elenmiş ve içerisine tor ve kum karıştırılarak peyzaj düzenlemede kullanılmıştır. Geri dolgu malzemesi olarak veya peyzaj düzenleme işlerinde kullanılmayan (kalan) hafriyat atığı ise, Belediye tarafından belirlenen döküm sahalarına gönderilmiştir.
- Alt yüklenicilerle yapılan sözleşmelere göre, atıkların şantiye içerisinde yer alan geçici depolama alanına taşınması alt yüklenicilerin sorumluluğundadır. Yapım sırasında oluşan atıkların şantiye alanı dışına çıkarılmasında rutin bir uygulama bulunmamakta olup, atıklar doldukça dışarı çıkarılmaktadır.
- Şantiyede alüminyum metal kenet çatı uygulaması sırasında ortaya çıkan alüminyum atıkların, atık plastik ve bakır boruların, karton ve plastik ambalaj atıklarının geri dönüşümü sağlanmaktadır. Şantiyede atıkların geri dönüştürülmesiyle ilgili İSTAC (İstanbul Çevre Yönetimi San ve Tic. A.Ş.) gibi kuruluşlarla işbirliği bulunmaktadır.
- Şantiyede iş güvenli amacıyla kullanılan uyarı levhaları boyanarak konut alanında gereksinim duyulan tabelaların hazırlanmasında yeniden kullanılmıştır.
- Şantiyede numune uygulaması yapılmaktadır. Uygulaması yapılan numuneler; çelik merdiven ve korkuluk, aydınlatma direkleri, sert peyzaj ve posta kutuları şeklindedir. Şantiyede numune uygulaması estetik kaygılar güdülerek yapılmıştır.

Şantiye 6

Proje Adı: İGA (İstanbul Grand Airport) (İstanbul 3. Havaalanı)

Şantiyede Üstlenilen Görev/Unvan: Proje Müdürü- Mimar (Aden Metal-çatı ve cephe kaplama firması)

Projeye ait bilgiler: Projenin taşıyıcı sistemi çelik konstrüksiyondur. Cephe ve çatıda alüminyum panel kaplama ile kenetli çatı uygulaması yapılmış olup, toplam çatı ve cephe uygulaması yapılan yüzey sayısı 500.000 m²'dir.

Proje Müdürü ile yapılan görüşmeye göre:

- Projeye ait bir atık yönetim planı mevcuttur. Ancak uygulama sırasında atık yönetim planına tamamen sadık kalınamamıştır. Projenin teslim tarihinin öne çekilmiş olması sebebiyle, iş programında aksamalar meydana gelmiş ve bu durum atık konusunda bazı ihmallerin yapılmasına neden olmuştur.
- Şantiyede en fazla üretilen atıklar; kâğıt ve plastik ambalajlar, alüminyum malzemeler, plastik malzemeler, ahşap paletler, cam panellerin taşınması sırasında kullanılan metal paletler, alçı paneller ve ahşap malzemelerdir.
- Şantiyeye özgü olarak uygulama hatası sonucu ciddi oranda atık oluşumu gerçekleşmiştir. Teslim süresinin 8 ay erkene alınmasıyla birlikte, çatı imalatında çalışan işçi sayısı 200-250'den 1650'ye çıkarılmış ve bu işçilerin uygulama için çatıya aynı anda çıkıyor olması çatıya fazladan bir yük bindirmiştir. Çatı üzerinde oluşan bu işçi sirkülasyonu, kenetli çatı uygulamasının yer yer zarar görerek atık haline dönmesine neden olmuştur.
- Şantiyede yüksek miktarda kâğıt ve plastik atık oluşmuştur. Çatı ve cephelerde kullanılacak metal parça ve bileşenler şantiyeye boyanmış bir şekilde iletilmektedir. Uygulama sırasında boyalı yüzeylerin herhangi bir şekilde zarar görmesinin engellenmesi amacıyla, metal parça ve bileşenler kâğıt ve plastik malzemeyle sarılarak şantiyeye paketli bir şekilde gönderilmiştir. Bu uygulama şantiyede kâğıt ve plastik atığının artmasına sebep olmuştur. Ayrıca parça ve bileşenler üzerinde yer alan folyoların sökülmesi sırasında da ciddi oranda atık oluşumu gerçekleşmiştir.

- Şantiye içerisinde her bir alt yüklenici imalatlarını yaptığı süreç içerisinde oluşan atıkların ayrı ayrı toplanmasından ve atıkların üretildikleri alanlarda geçici olarak depolanmasından sorumludur.
- Çatı imalatı sırasında uygulama devam ederken, eş zamanlı, dere ve olukların atıklar tarafından tıkanmasının önlenmesi amacıyla, plastik ve kağıt vb. ambalaj atıkları toplanmıştır. Bu uygulama için şantiyede ayrıca işçilerden bir ekip oluşturulmuştur.
- Şantiyede kağıt, metal ve plastik atıklar için ayrı ayrı konteynerler bulunmaktadır.
- Şantiyede metal atıklar ayrıca; galvanize çelik, demir ve alüminyum olarak ayrılmaktadır. Aksi halde yüklenici tarafından alt yüklenicilere para cezası uygulanmaktadır.
- Ahşap ve plastik atıkların şantiye içerisinde yakılması yasaktır. Yakıldığı takdirde yüklenici tarafından alt yüklenicilere para cezası uygulanmaktadır.
- Alt yükleniciler tarafından ayrılan ve geçici depolanan atıklar, düzenli aralıklarla (3-4 günlük periyotlar halinde) yüklenici firma (İGA) tarafından alınarak şantiye sahası dışına çıkarılmaktadır.
- Şantiye içerisinde atık su ayrıştırma tesisi bulunmaktadır. Şantiye yakınında bulunan bir göletten ayrıştırılan su, şantiye içerisinde kullanılmaktadır.

Şantiye 7

Proje Adı: Göl Plus Küçükçekmece (İnvest)

Şantiyede Üstlenilen Görev/Unvan: Şantiye Şefi- İnşaat Mühendisi

Projeye ait bilgiler: Projenin taşıyıcı sistemi betonarme karkastır. Cephe taş yünü ısı yalıtımı uygulaması üzeri sıva ve boyalıdır. Projenin toplam inşaat alanı 30.000 m² olup, proje 14'er katlı üç adet konut bloğundan oluşmaktadır.

Şantiye Şefi ile yapılan görüşmeye göre:

- Projeye ait bir atık yönetim planı bulunmamaktadır.
- Şantiyede atıklar cephelere yerleştirilen atık boruları aracılığıyla toplanmakta ve şantiyede atıkların geçici depolanmasına olanak sağlayacak bir alan bulunmaması sebebiyle doğrudan şantiye dışına çıkarılmaktadır.

- Atıkların atık borularından atılarak toplanmasından alt yüklenici, atıkların şantiye dışına çıkarılmasından ise yüklenici firma sorumludur.
- Şantiyede çelik donatı atıkları geri dönüşüm amaçlı ayrılmaktadır. Çelik malzeme dışındaki, plastik, kağıt vb. geri dönüştürülebilir özellikteki atıklar şantiye yakınında yer alan belediyeye ait evsel atık konteynerine atılmaktadır. Konteynerlere atılan kağıt ve karton atıklar, atık kağıt toplayıcıları tarafından ayrılmaktadır.
- Şantiyede zararlı atıklar için özel önlem alınmamakta, şantiye yakınında yer alan belediyeye ait evsel atık konteynerine atılmaktadır.
- Moloz ve tuğla kırıkları doğrudan döküm sahalarına iletilmektedir.
- Seramik yüzey kaplamalarının üstlerini aşınma vb. etkilere karşı korumak üzere kartonlar kullanılmış ve bu uygulama şantiyede kayda değer miktarda karton atıklarının oluşmasına neden olmuştur.
- Hafriyat atığı firmanın farklı şantiyelerine iletilerek geri dolgu amaçlı kullanılmıştır. Geri dolgu uygulamasından artan hafriyat atığı Belediyesi tarafından belirlenen döküm sahalarına iletilmiştir.
- Şantiyede artan betonlar tedarikçi firmaya iade edilebilmiştir.
- Yüklenici firmanın farklı şantiyeleri arasında işbirliği bulunmakta olup, çelik donatıların kesimi sırasında ortaya çıkan 100 cm ve üzeri uzunlukta donatı atıkları şantiyede parapet (balkon korkulukları) yapımında yeniden kullanılmıştır.
- Şantiyede atık oluşturan en önemli neden, müşteri istekleri doğrultusunda konutlarda yapılan revizyonlardır. Boyutlandırma amaçlı kesim sırasında atık oluşumu ile işçilik ve montaj hataları (malzemelerin taşınması sırasında kırılması vb.) şantiyedeki diğer önemli atık oluşum nedenleridir.
- Şantiyede konvansiyonel kalıp (ahşap kalıplar) uygulaması yapılmış olup, bu kalıpların bir kısmı atık haline dönüşmüştür. Ahşap atıklar işçiler tarafından ısı enerjisi elde etmek amacıyla yakılmak üzere kullanılmıştır.

- Şantiyenin etrafı trapez levhalarla (güvenlik gerekçesiyle) çevrelenmiş olup, bu levhaların şantiye bitince yüklenici firmaya ait farklı bir şantiyede yeniden kullanılması planlanmıştır.
- Şantiye içerisinde numune uygulaması yapılmamakta olup, yüklenici firma üretimi yapılacak detayların belirli ölçeklerde uygulamasının tedarikçi firma tarafından şantiye dışında yapılmasını sağlamaktadır.

Şantiye 8

Proje Adı: İstanbul Küçükçekmece İlçesinde Apartman

Şantiyede Üstlenilen Görev/Unvan: Yüklenici-İnşaat Mühendisi

Projeye ait bilgiler: Proje 14 katlı bir bloktan oluşan betonarme iskelet sistemli bir konut projesidir. Şantiye kaba yapım sırasında ziyaret edilmiştir. Bu nedenle görüşme sırasında elde edilen bilgiler kaba yapım sürecini kapsamaktadır.

Yüklenici ile yapılan görüşmeye göre:

- Şantiyede en çok üretilen atık çelik donatı atığıdır (Şekil 3.14). Temel yapımı ve bodrum katın inşası sırasında, donatıların boyutlandırma amaçlı kesimi sonrası toplamda yaklaşık 1200 kg çelik atığı oluşmuştur.



Şekil 3.14 : Boyutlandırma sonucu oluşan çelik donatı atığı.

- Temel yapımı sırasında kullanılan yalıtım malzemeleri hatalı bir şekilde depolandığı için, rüzgâr etkisi ile kırılmış ve atık haline dönüşmüştür.
- Şantiyede boyutlandırma amaçlı kesim sırasında ortaya çıkan bu atıklar, yüklenici tarafından hurdacılara satılarak geri dönüşümü sağlanmıştır. Böylelikle maddi kazanç da elde edilmektedir.

- Şantiyede oluşan atıklardan sadece çelik donatı atıkları ayrılmaktadır.
- Ayıkların toplanması ve bertarafı yüklenicinin kendi sorumluluğundadır.
- Temel kazısı sırasında çıkan hafriyat Belediyesi tarafından belirlenen yasal döküm sahasına iletilmiştir. Ancak az miktarda çıkabilen bazı atıklar şantiye yakınında bulunan belediyeye ait konteynere atılmaktadır.

Şantiye 9

Proje Adı: İstanbul Beykoz Çubuklu 28 projesi, (MESA)

Şantiyede Üstlenilen Görev/Unvan: Şantiye Şefi- Mimar

Projeye ait bilgiler: Projenin taşıyıcı sistemi betonarme iskelet sistemidir. Yapım sırasında konvansiyonel kalıp kullanılmıştır. Cephelerde alüminyum kompozit panel kaplama ile taş yünü yalıtım üzerine sıva uygulanmıştır. Projede alüminyum doğramalar kullanılmıştır. Proje toplam 6 bloktan oluşmakta olup, blokların 3'ü 5'er katlı konut yapıları; diğer 3'ü ise 3'er katlı tripleks villalar şeklindedir. Projede toplam 80 bağımsız bölüm bulunmaktadır. Projenin toplam inşaat alanı yaklaşık 6000 m²'dir. Projede hareketli güneş kırıcılar kullanılmış ve cephelerde cam korkuluk uygulaması yapılmıştır.

Şantiye Şefi ile yapılan görüşmeye göre:

- Şantiyede atık yönetim uygulamaları İSG birimi sorumluluğunda yürütülmektedir.
- Katılımcı şantiyede gözlenen atık oluşum nedenlerini aşağıdaki gibi sıralamıştır:
 - Şantiyede proje kaynaklı hatalar sebebiyle (proje çizimlerinin okunaklı ve net olmaması vb.) çok fazla revizyon yapılması zorunluluğu oluşmuş ve bu durum önemli miktarda atık oluşumuna neden olmuştur.
 - Şantiyede işçilik ve montaj hatası kaynaklı atık oluşumu görülmüştür. Ustaların mimari projeyi yanlış okumaları sebebiyle tuğla duvar uygulaması projedeki yerinden 10 cm kaydırılarak örülmüş olup, yapılan bu hatadan dolayı duvar yıkılarak yeniden yapılmak zorunda kalınmıştır. Yanlış yere örülen duvarın yıkılması sonucu atık oluşumu gerçekleşmiştir.
- Şantiyede en fazla üretilen atıklar; ahşap kalıpların kesimi sonucu atık haline dönüşmesi, proje revizyonları sebebiyle kırma-dökme uygulamaları sırasında

oluşan moloz ve tuğla kırıkları, boyutlandırma amaçlı kesim sonucu oluşan alçı paneller, artan sıva ve çimento harçları, taş yünü ve XPS yalıtım malzemesi atıkları, seramik atıklar, boyutlandırma amaçlı kesim sırasında oluşan çelik donatı atıkları, kör kasa imalatında kullanılan ve boyutlandırma amaçlı kesilen çelik profiller şeklindedir.

- Şantiye sahası içerisinde atıkların geçici depolanması için uygun bir alan bulunmamaktadır. Bu sebeple yapım sırasında oluşan atıklar üretildikleri katlardan, mobil vinçler yardımıyla, yapı bloklarının yanlarına yanaştırılan kamyonlara doğrudan yüklenerek, şantiye alanından döküm sahalarına iletilmektedir. Atıkların hangi periyotlarla döküm sahalarına iletileceği, yapılacak imalata göre değişmektedir.
- Şantiyede yapılacak hemen hemen her uygulama için numune uygulaması yapılmaktadır. Zemin kaplaması, duvar kaplaması gibi kaplama çeşitlerine ait numuneler panolar üzerine yapılmaktadır.
- Şantiyede sürülebilen yalıtım malzemelerine ait zararlı nitelikteki atıklar ayrılmaktadır.
- Şantiyede kesim sonucu oluşan çelik donatılar geri dönüştürülmektedir.
- Şantiyede doğal taş ve parke yüzeyleri korumak amacıyla satın alınan oluklu mukavvalar geri dönüştürülmektedir. Plastik, alçı, taş yünü vb. geri dönüştürülebilir nitelikli diğer atıklar doğrudan bertaraf edilmektedir.

Şantiye 10

Proje Adı: Piyalepaşa İstanbul Konutları (Polat İnşaat)

Şantiyede Üstlenilen Görev/Unvan: Kalite Kontrol Şantiye Şefi-Kimya Mühendisi

Projeye ait bilgiler: Konut, ofis, rezidans ve bir alışveriş merkezinden oluşan karma işlevli bir projedir. Şantiyenin ziyaret edilen bölümü toplam 9 adet betonarme iskelet sistemli bloktan oluşmaktadır. Cepheelerde prekast GRC'ler ve seramik kaplama kullanılmıştır. Ayrıca bloklarda cam korkuluk ve alüminyum doğrama uygulaması yapılmıştır.

Kalite Kontrol Şantiye Şefi ile yapılan görüşmeye göre:

- Projede bir atık yönetim planı bulunmakta olup, atık yönetim uygulamaları bu plana göre yürütülmektedir. Proje LEED gold sertifikası adayı olup, atık

yönetimi uygulamaları, LEED gold sertifikası konusunda danışmanlık veren firma tarafından düzenli aralıklarla denetlenmektedir.

- Şantiyede her bir alt yüklenici uygulamasını gerçekleştirdiği süreç içerisinde oluşan atıkların toplanmasından sorumludur. Bu sorumluluk alt yükleniciler yapılan sözleşme ile yasallaştırılmıştır.
- Şantiyede alt yüklenicilerin kendi konteynerleri bulunmaktadır. Yapım sırasında oluşan atıklar ve geri dönüşüme giden atıklar hazırlanan tutanaklarla sistemli bir şekilde kayıt altına alınmaktadır.
- Şantiye alanına gelen ahşap paletlerden sağlam olanlar üretici firmaya; üzerinde palet sayısı ve tarih bilgisi yer alan bir tutanakla iade edilmektedir.
- Şantiye içerisine beton santrali kurulmuş olup, beton şantiye içerisinde hazırlanmaktadır.
- Betonun dökümü sırasında pompa ucunda kalan, ya da mikserden dökülen artık beton çökertme havuzlarına alınmaktadır. Böylece içerisindeki agrega ayrılarak yıkanıp, beton yapımında yeniden kullanılmaktadır. Havuz dibine çöken çimento ise, şantiye içerisinde kullanılmaktadır (grobeton vb. uygulamalarda).
- Şantiyenin yakın çevresinde neden olduğu toz ve kirlilik gibi çevresel etkilerin azaltılması amacıyla, şantiye etrafı yüksek, ahşap levhalarla (OSB vb.) çevrilmiştir. Ayrıca şantiyeden her çıkan kamyonun tekerlekleri yıkanmaktadır.
- Projede gazbeton duvar uygulaması yapılmış olup, şantiyede oluşan gazbeton atıkları döşemelerde dolgu malzemesi olarak kullanılmıştır.
- Şantiyede karton, kâğıt, plastik gibi ambalaj atıkları, konutlarda ankastre ürünlerin kullanılmış olması nedeniyle oldukça önemli miktarda oluşmuştur. Tüm bu atıklar Belediyesi tarafından geri dönüştürülmüştür.
- Şantiyeden üretilen metal atıklar geri dönüştürülmektedir.
- Şantiyede zararlı atıklar ayrılmaktadır. Şantiye içerisinde zararlı atıkların geçici olarak depolandığı, olası kirlenmelere karşı özel önlem alınmış bir alan bulunmaktadır.
- Şantiye içerisinde bir revir bulunması sebebiyle, şantiyede tıbbi atık da üretilmektedir. Bu atıklar ayda bir belediye ekiplerince ayrıca bertaraf edilmektedir.

3.3 Pilot Çalışma ve Şantiye Görüşme Verilerinin Analizi

Yüz yüze görüşme çalışmasına ait sonuçlar, Yapım atığı oluşumu nedenleri, Atık toplama ayırma, depolama ve bertaraf uygulamaları ve Geri kazanım uygulamaları olmak üzere üç başlık altında sunulmuştur.

Yapım Atığı Oluşumu Nedenleri:

Görüşme çalışması sırasında elde edilen Atık Oluşumu Nedenlerine ilişkin bilgiler aşağıda sıralanmış olup, Çizelge 3.3'te şantiyelere göre sunulmuştur:

- Yapım süreci devam ederken, projede revizyona gidilmesi ve boyutlandırma amaçlı malzemelerin kesilmesi atık oluşumunda en etkili nedenlerdir. Proje revizyonları konut projelerinde genellikle satış sonrasında, zemin ve duvar kaplama malzemelerinin ya da mutfak dolaplarının değiştirilmesi gibi yapı sahibinin istekleri doğrultusunda yapılmaktadır. Ticari alanlarda ise, revizyonlar mekânda yer alacak ticari fonksiyonun gereksinimleri doğrultusunda (Örneğin duvar yerlerinin değiştirilmesi ya da kaldırılması, Şantiye 2.) yapılmaktadır. Bir diğer revizyon nedeni ise, proje kaynaklı hatalardır. Örneğin Şantiye 9'da mimari proje problemleri nedeniyle revizyonlar yapılmıştır.
- Çelik donatılar, cephe ve zemin kaplamaları gibi malzemelerin boyutlandırma amaçlı kesimi sırasında oluşacak atıkları azaltmaya veya önlemeye yönelik bazı uygulamalar bulunmaktadır. Mimari projelerde cephelerin standart ürünler kullanılarak tasarlanmamış olması, boyutlandırma amaçlı kesim sebebiyle atık oluşumunu arttıran bir etkidir. Örneğin Şantiye 1'de boyutlandırma amaçlı kesim atığını azaltmak amacıyla cephe kaplama malzemesinin standart ürünlerden tasarlanmasına yönelik revizyonlar yapılmıştır. Kesim atığını azaltan diğer bir uygulama ise, statik projelerde yer alan donatılara göre özel ölçüde sipariş verilmesi uygulamasıdır.
- Binaların cephelerinin geniş bir yüzey alanı kaplamaları nedeniyle, cephe kaplama malzemesinin dayanımının düşük olduğu durumlarda atık oluşum oranı artmaktadır. Örneğin, Şantiye 1 ve Şantiye 3'te cephelerde dayanımı düşük bir malzeme olan esnek seramik kaplama uygulaması yapılması nedeniyle, uygulama sırasında zarar görmüş ve atık oluşumunu arttırmıştır.

- Şantiyelerde yeterli denetimim sağlanmaması; işçilik, montaj ve uygulama hatalarını arttıran nedenler arasındadır. Diğer bir neden ise, yapım faaliyetleri devam ederken çeşitli gerekçelerle işi yapan alt yüklenicinin değişmesidir. Örneğin Şantiye 4'te yapım sırasında değişen alt yükleniciler adaptasyon problemi yaşamış ve bu durum işçilik, montaj ve uygulama hatalarının artmasına neden olmuştur.
- Diğer bir etken, proje teslim tarihinin öne alınması sebebiyle iş süresi baskısının artmasıdır. Örneğin Şantiye 6'da (havaalanı) projenin teslim tarihinin 8 ay öne alınması sebebiyle çatıda çalışan işçi sayısı 200-250 işçiden 1650 işçiye çıkarılmış ve artan işçi yoğunluğu çatı uygulaması sırasında kaplama malzemesine ek yük bindirerek çatı kaplamasında deformasyona sebep olmuştur. Böylece zarar gören kaplama malzemesi sökülüp yeniden yapılmak zorunda kalınmıştır. Şantiye 9'da ise; bazı duvarlar projeden farklı olarak 10 cm daha ileriye örülmüş ve sonrasında kırılarak projeye uygun hale getirilmiştir.
- İşçilik ve montaj hataları nedeniyle atık oluşumunu önlemek amaçlı bazı uygulamalar yapılmaktadır. Örneğin uygulaması yapılacak detayın yerinde veya şantiye içerisinde uygun bir yerde 1/1 ölçekte bir örneği yapılarak, detayda oluşabilecek uygulama hataları azaltılabilmektedir. Şantiye 1, 3, 5, 6 ve 9'da numune uygulaması yapılmıştır. Bu uygulamalar genellikle büyük ölçekli firmalar tarafından yapılmaktadır.
- Seramik vb. zemin kaplaması uygulamaları sonrası malzemenin zarar görmemesi için, uygulama yüzeyine koruma amaçlı oluklu kartonlar serilmektedir. Örneğin, havaalanı şantiyesinde boyalı çelik yüzeyleri korumak için kartonlar ve kâğıtlar kullanılmıştır. Bu kâğıtlar işlevlerini tamamladıktan sonra atık haline dönüşmüştür. Koruma sırasında ortaya çıkan bir başka atık örneği de Şantiye 4'te görülmüştür. Yapım faaliyetlerine başlanmadan önce müzede sergilenen resimlerin bir kısmı yapının bodrum katında depolanmış ve yenileme işlemi sırasında koruma amacıyla eserlerin etrafına briket duvarlar örülmüştür. Bu duvarlar daha sonra yıkılmış ve atık haline dönüşmüştür. Bu tür atıklar çalışma kapsamında **“koruma atığı”** olarak adlandırılmıştır.

- Proje ile ilgili hatalar; iş koordinasyonu sorunları ve inşaat malzemelerinin işçiler tarafından farklı amaçlar için kullanılması ve depolama organizasyonu bozuklukları görece daha az görülen atık oluşum nedenleri arasındadır.
- Fazla sipariş nedeniyle atık oluşumunu önlemek için de yöntemler uygulanmaktadır. Malzeme siparişinin gereksinim duyulan miktarının altında verilmesi (örneğin 9 bloklu bir sitede 8 blok için malzeme siparişi verilmesi gibi) ve son blok için gereksinim duyulan malzeme miktarının diğer blokların yapımı sırasında artan malzemeler dikkate alınarak verilmesi bu uygulamalara örnektir.

Atık Toplama-Ayırma, Depolama ve Bertaraf Uygulamaları:

Görüşme çalışması sırasında elde edilen Atık toplama–Ayırma uygulamalarına ilişkin bilgiler aşağıda sıralanmış olup, Şantiyelere göre Atık Toplama-Ayırma, Depolama ve Bertaraf Uygulamaları Çizelge 3.4’te sunulmuştur.

- Tüm şantiyelerde ortak olarak uygulanan sistemli bir atık toplama ve ayırma uygulaması bulunmamaktadır.
- Atık toplama ve ayırma üç farklı şekilde gerçekleşmektedir:
 - Atıkların türlerine göre ayrı ayrı toplanması.
 - Atıkların atık yığını şeklinde karışık bir şekilde toplanması ve daha sonra kısmi olarak ayrılması.
 - Atıkların atık yığını şeklinde karışık bir şekilde toplanması ve herhangi bir ayırma işlemi yapılmaması.
- Yaygın uygulama olarak şantiyelerde atıklar atık yığını şeklinde toplanmakta, sonrasında özellikle çelik gibi ekonomik değeri yüksek atıklar ayrılmaktadır. Atık toplama ve ayırma işlemleri yüklenici tarafından koordine edilen bir ekip tarafından gerçekleştirilmektedir.
- Genellikle büyük ölçekli şantiyelerde alt yüklenicilerle yapılan anlaşmalarda, alt yükleniciler ürettikleri atıklarını toplamakla yükümlü kılınmıştır. Genellikle çelik, plastik, ahşap atıklar ile kâğıt atıklar ayrılmaktadır.
- Atık toplama ve ayırma işlemleri; şantiye olanakları, depolama olanağı ve yüklenici firmanın ölçeğine bağlı olarak değişmektedir.

- Büyük ölçekli yüklenici firmalar atık ayırma ve toplamada daha isteklidir. Küçük ölçekli yüklenici firmalar atık ayırma ile genellikle ilgilenmemektedir. Bu durum genellikle atık miktarı ile ilgilidir.
- Atığın ekonomik değeri de atık ayırmada önemli bir etkidir. Çelik geri dönüşümü yüksek ve pahalı bir malzemedir ve yükleniciler genellikle çeliği ayırmakta ve geri dönüşüme yollamaktadır.
- Atıkların toplanması bazı şantiyelerde atık borusu kullanılarak yapılmaktadır. Atık borusu kullanımı doğrudan şantiye olanakları ve inşa edilen yapının kat sayısı ile ilgilidir. Yüksek bloklarda atık borusu kullanımı daha yaygındır. Öte yandan yüksek katlı olmasa da parseli dar olan yapılarda da atık borusu kullanılmaktadır.
- Küçük şantiyeler zararlı atığın uygun koşullarda bertarafı konusuna yeterince önem vermemektedir.
- Atık toplama uygulamaları, şantiyedeki üretim sürecine de bağlı olarak şantiyeden şantiyeye farklılık göstermektedir. Örneğin Şantiye 6'da (havaalanı) rutin olarak atıklar her 3-4 günde bir toplama alanına gönderilmektedir. Ancak çatının yapımı sırasında alüminyum panellerin uygulanması esnasında, çok fazla ambalaj atığı ve koruma atığı (alüminyum panellerdeki folyolar çok fazla kâğıt ve plastik atıklara neden olmuştur) oluşmuştur. Bu nedenle oluşan bu atıkların olukları tıkanmasını önlemek için, uygulama ile eş zamanlı olarak atıkların 100 kişilik bir ekip tarafından toplanması gerekmiştir.
- Bazı şantiyelerde (Şantiye 7 ve 8) yapım sırasında oluşan atıklar şantiye önünde yer alan Belediyeye ait konteynere ayrılmadan atılmaktadır. Bu konteynerler atık toplayıcılar tarafından karıştırılarak geri dönüşüm özellikli atıklar tesadüfi bir şekilde ayrılmaktadır.
- Atık yığınları içerisinde yer alan malzemelerden atılmaması gerektiği halde hatayla atılan malzeme, parça veya bileşen varsa, tespit edilmesi halinde uygulama yapan alt yükleniciler tarafından atık yığını içerisinde alınmaktadır.
- Şantiyelerde atıkların geçici olarak depolanması ve bertarafı uygulamaları sorumluluk açısından genellikle iki farklı şekilde gerçekleşmektedir. Birincisi, atığın geçici depolanması ve bertarafından yüklenicinin sorumlu

olduğu uygulamalardır. İkincisi ise, atığın geçici depolanması ve bertarafının alt yüklenicilerin sorumluluğunda olduğu uygulamalardır. Küçük ölçekli şantiyelerde genel uygulama olarak, atığın geçici depolanması ve bertarafı yüklenicilerin sorumluluğundadır. Büyük ölçekli şantiyelerde ise genellikle alt yükleniciler dahil oldukları üretim sürecinde ortaya çıkan atıklardan sorumludur.

- Atığın depolama uygulamaları şantiye olanaklarına bağlı olarak farklılaşmaktadır.
- Yapım atıkları belediye tarafından belirlenen döküm alanlarına iletilmektedir. Döküm sahalarına iletilen atıklar için belediye tarafından kamyon başına belirli bir ücret alınmaktadır.
- Atıkların şantiye sahasında yer kaplaması sebebiyle, genellikle atıkların mümkün olan en kısa sürede saha dışına çıkarılması istenmektedir.

Geri Kazanım Uygulamaları:

Şantiyelere göre geri kazanım uygulamaları Çizelge 3.5'te yer almaktadır.

- Çalışma kapsamında incelenen tüm şantiyelerde, ekonomik açıdan kazanç sağlayan ve yüksek geri dönüşüm oranına sahip çeliğin geri dönüştürüldüğü görülmüştür.
- Yüklenici firmanın vizyon ve stratejisi geri kazanımı etkilemektedir. Örneğin Şantiye 5'te yüklenici firmaya ait şirket hedefleri uyarınca yeniden kullanım ve geri dönüşüm uygulamaları yapılmaktadır.
- Şantiyelerde geri kazanımın sağlanması alt süreçler arasında koordinasyon ile mümkün olmaktadır. Örneğin Şantiye 1'de saçaktan sökülen çelik kirişler aynı şantiyede döşeme yapımında kullanılmıştır.
- Görüşme çalışması sırasında katılımcılar tarafından, geri kazanımın sağlanması için geri dönüşüm firmaları ile şantiyeler arasında yeterli iletişim ağı bulunmadığı belirtilmiştir.
- Genellikle aynı yüklenici tarafından yürütülen şantiyeler arasında işbirliği bulunmaktadır. Ancak farklı yükleniciler tarafından yürütülen şantiyeler arasında yeterince işbirliği olmadığı görülmüştür.

Çizelge 3.3 : Katılımcılar tarafından en çok vurgulanan yapım atığı oluşumu nedenleri matrisi.

En Çok Vurgulanan Yapım Atığı Nedenleri (AN)	Etkili Faktörler	§1	§2	§3	§4	§5	§6	§7	§8	§9	§10
AN1. Yapım faaliyetleri devam ederken projelerde revizyona gidilmesi	NE1										
AN2. Yapım sürecinin doğası kaynaklı nedenler											
(a) Boyutlandırma amaçlı kesim	NE3, AF1, AF2, AF3										
(b)Uygulama yüzeylerinin geçici olarak korunması	NE3										
(c) Tüketilmeyen malzemeler (Ambalajlar, paletler vb.)											
AN3. Tasarım ve detaylandırma hataları											
(a) Malzeme seçimi (Dayanaksız malzeme kullanımı vb.)											
(b) Detaylandırma hataları											
AN4. İşçilik, montaj ve uygulama hataları	NE2, AF2, AF3										
AN5. İş koordinasyon ve denetim problemleri	AF4										
AN6. Şantiyeye özgü nedenler											
AN7. Depolama koşulu ve düzeniyle ilgili problemler											
AN8. Mobilizasyon (taşıma) hataları											
AN9. Tedarik kaynaklı nedenler (Fazla sipariş vb.)											
<u>Kısaltmalar</u> NE: Neden olan faktörler (atık nedenleri) AF: Atık Azaltan faktörler	<u>Etkili Faktör Kodları</u> NE1. Kullanıcı istekleri; NE2. Malzeme dayanımı düşüklüğü; NE3. Uygulanan yüzey alanı AF1. Proje özgü ebatlarda sipariş AF2.Tasarımda standart ürünlerin kullanımı; AF3. Şantiyede prototip yapılması, AF4. Yüklenici firmanın ölçüğü										

Çizelge 3.4 : Toplama-ayırma (T-A), depolama (D) ve bertaraf (B) uygulamaları matrisi.

Toplama-Ayırma (T-A), Depolama(D) ve Bertaraf (B) Uygulamaları	Ş1	Ş2	Ş3	Ş4	Ş5	Ş6	Ş7	Ş8	Ş9	Ş10
Sorumluluk										
(a) Atıkların toplanması ve bertarafı uygulamaları yüklenici firma sorumluluğunda yürütülmektedir.										
(b) Atıkların toplanması ve bertarafı uygulamaları alt yüklenici firma sorumluluğunda yürütülmektedir.										
T-A. Atık toplama ve ayırma uygulamaları										
(a) Atıklar türlerine göre ayrı ayrı toplanmaktadır.										
(b) Atıklar karışık bir şekilde toplanmakta, daha sonra türlerine göre kısmen veya tamamen ayrılmaktadır.										
(c) Atıklar karışık bir şekilde toplanmakta ve ayrılmamaktadır.										
D. Depolama Uygulamaları										
(a) Atıklar şantiyede geçici olarak depolanmaktadır.										
(b) Atıklar şantiyede geçici olarak depolanmamakta doğrudan döküm sahalarına iletilmektedir.										
B. Bertaraf Uygulamaları										
(a) Atıklar belediyeler tarafından belirlenen döküm sahalarına iletilmektedir.										
(b) Yakma işlemi yasaktır.										
(c) Zararlı atıkların uygun koşullarda bertarafı sağlanmaktadır.										
Etkili Faktörler:Atık miktarı; Şantiye olanakları; Depolama olanağı ve Yüklenici firmanın ölçeği şeklindedir.										

Çizelge 3.5 : Geri kazanım uygulamaları matrisi.

Geri Kazanın Uygulamaları (GU)	Ş1	Ş2	Ş3	Ş4	Ş5	Ş6	Ş7	Ş8	Ş9	Ş10
GU. Geri kazanım Uygulamaları										
(a) Çelik donatı atıkları geri dönüştürülmektedir.										
(b) Çelik donatı atıkları yeniden kullanılmaktadır (parapet yapımı vb.)										
(c) Metal paletler geri dönüştürülmektedir.										
(d) Alüminyum atıklar geri dönüştürülmektedir.										
(e) Metal galvanize levhalar geri dönüştürülmektedir.										
(f) Seramik tuğla ve beton kırıkları düşük döşemelerde dolgu malzemesi olarak kullanılmaktadır.										
(g) Ahşap paletler, işçiler tarafından kendi evlerinde yakacak malzeme (ısınma amaçlı) olarak kullanılmaktadır.										
(h) Ahşap paletler yeniden kullanılmaktadır (Tedarikçiye iade edilmesi)										
(J) Ahşap kalıp atıkları işçiler tarafından kendi evlerinde yakacak malzeme (ısınma amaçlı) olarak kullanılmaktadır										
(k) Karton/kağıt atıklar geri dönüştürülmektedir.										
(l) Plastik atıklar geri dönüştürülmektedir.										
(m) Polietilen atıklar, pencere doğraması ve duvar arasındaki boşluklarda polietilen fitil yerine kullanılmıştır.										
(n) Atıkların geri kazanım olanakları ihmal edilmektedir.										
(o) Hafriyat atığı peyzaj düzenlemelerinde kullanılmıştır.										
(p)Hafriyat içerisinde yer alan agregası geri kazanılmıştır.										
(s) Beton atığı içerisinde yer alan agregası yeniden kullanılmıştır.										
(t) Hafriyat atığı farklı bir şantiyeye geri dolgu malzemesi olarak geri kazanılmıştır.										
(u) Fazla sipariş sebebiyle artan malzemeler kullanılmak üzere farklı şantiyelere iletilmektedir.										
(v)Geçici amaçlı kullanılan malzemeler şantiyedeki işlevini tamamlaması sonrası şantiyede yeniden kullanılmıştır.										
(y) Beton atığı geçici olarak yapılan saha düzenleme işlerinde kullanılmıştır.										
Abbreviations AF: Azaltan Faktörler ATF: Arttıran Faktörler	Etkili Faktörler ATF1. Atığın Ekonomik Değeri, ATF2. Yüklenici firmanın vizyonu ATF3. Yapım alt süreçleri arası koordinasyonun sağlanması ATF4. Şantiyelerde görev yapan teknik personelin geri kazanım konularında farkındalığı ve yaratıcılığı AF1. Geri dönüşüm firmaları ile bağlantı kurulamaması AF2. Atıkların geri kazanım olanakları ile ilgili yeterli derecede bilgi sahibi olunmaması									

3.4 Pilot Çalışma ve Şantiye Görüşme Verilerine Dayalı Olarak Yapım Süreci Atık Yönetim Stratejilerinin Belirlenmesi

Bu başlık altında, yüz yüze görüşme çalışmaları sırasında elde edilen verilere dayalı olarak, Türkiye’de, yapım sürecinde atık yönetimi ile ilgi alınabilecek bazı önlemler ile atıkların çevresel açıdan etkin bir şekilde yönetilmesine katkı sağlayacak temel yaklaşımlar belirlenmiştir. Tüm bu önlem ve yaklaşımlar “Yapım Süreci Atık Yönetim Stratejileri” olarak adlandırılmıştır. Atık Yönetim Stratejileri; Atık Azaltma, Geri Kazanım ve Bertaraf Stratejileri olmak üzere 3 grupta toplanmıştır.

Atık Azaltma Stratejileri;

- Stokta yer alan son tüketim tarihleri bulunan gereç, parça, bileşen ve elemanların (GPBE) son kullanma tarihlerinin düzenli aralıklarla kontrol edilmesi ve yapı üretimi sırasında gereksinim duyulan GPBE’lerden son kullanma tarihi daha yakın olanların öncelikle kullanılmasının sağlanması,
- Şantiye alanında geçici amaçlı kullanılacak yapı ürünlerinin atık malzemeler kullanılarak üretilmesi ya da işlevlerini tamamladıktan sonra yapım sürecinde yeniden kullanım olanağı sağlayacak şekilde tasarlanması ve/veya üretimi yapılacak diğer yapım alt süreçlerinde gereksinim duyulacak uygun özelliklerdeki yapı malzemelerinden üretilmesi,
- Şantiye alanında üretilen her türlü atık malzemenin miktar, tür, ebat vb. bilgileriyle kayıt altına alınarak bir veri tabanı oluşturulması,
- Şantiyede üretim sürecinde gereksinim duyulan GPBE siparişi verilmesinde mevcut uygulamalarda “sipariş ayar bloğu” olarak tanımlanan uygulamanın yapılması(Sipariş ayar bloğu; toplu konut vb. birbirini tekrar eden birden fazla yapı kütlesi üretimi olan şantiyelerde, son blok için gerekli ürünlerin siparişinin diğer blokların üretiminden artan GPBE’ler gözetilerek yapılması uygulamasıdır) ve böylece fazla sipariş sebebiyle atık üretiminin önüne geçilmesi,
- Şantiyeye iletilen yapı ürünlerinin, yapımda kullanılmasına kadar geçen süre içerisinde geçici depolama yapılıyorsa, depolama alanında ısı, nem, rüzgar vb. gözetilerek, ürünler zarar görmeyecek şekilde uygun koşullarda

depolanmasının sağlanması ve şantiyelerdeki depolama koşulları iyileştirilmesi,

- Boyutlandırma amacıyla kesim sırasında oluşacak atığı önlemek veya azaltmak açısından, uygulaması yapılacak projede yer alan GPBE boyutlarının dikkate alınarak uygun ebatlarda sipariş verilmesi ya da tasarım sırasında standart ürünlerin kullanımının yaygınlaştırılması,
- Uygulama hatalarını azaltarak atık oluşumunun önüne geçmek için numune uygulaması yapılması,
- Mimari projedeki revizyonların önlenmesi veya azaltılması, revizyon sebebiyle oluşan atık GPBE'lerin geri kazanım olanaklarının öncelikle aynı şantiyede yeniden kullanılması olmak üzere değerlendirilmesi,
- Atık Yönetim Planının oluşturulmasının yaygınlaştırılması,
- İşçilik, montaj ve uygulama hataları kaynaklı atık oluşumunu engellemek için iş süresi baskısını ortadan kaldıracak yaklaşımlar geliştirilmesi ve şantiyedeki imalatların doğru planlanmış iş programına uygun bir şekilde yürütülmesi,
- Yapımda kullanılacak malzemelerin seçiminde dayanıklı malzemelerin kullanılması (özellikle geniş bir üretim alanı oluşturan cephe kaplamaları için dayanıklı malzeme tercih edilmesi),

Geri Kazanım Stratejileri;

- Plastik atıkların geri kazanımının yaygınlaştırılması ve bunun sağlanması için geri kazanım yapan firmalar ile şantiyeler arasındaki işbirliğinin sağlanması,
- Yeniden kullanımın artması için aynı yükleniciye ait şantiyeler arası mevcut işbirliklerinin yanı sıra farklı yüklenicilere ait şantiyeler arası işbirliklerinin de sağlanması,
- Ahşap atıkların yakılmasının önlenmesi,
- Seramik ve beton atıkların şantiye sahası içerisinde gömülmesinin önlenerek, geri kazanım seçeneklerinin uygulanması,
- Koruma amaçlı geçici olarak kaplı veya boyalı yüzeyler üzerinde kullanılacak karton kâğıt ve plastik malzemelerin, öncelikle ambalaj atıklarından kullanımının sağlanması,
- Şantiyelerde yapılacak geri kazanım uygulamaları sırasında, sadece geri kazanılacak atığın ekonomik katkısının değil çevresel yararının da gözetilmesi ve farkındalığı arttıracak şantiye çalışanlarına yönelik eğitimler

düzenlenmesi, geri kazanımı şirket politikası haline dönüştürebilmek için gerekli teşvik ve desteğin sağlanması,

- Artan malzemeler ve atıklar için ortak depo alanlarının oluşturulması,
- Projelendirme ve yapı ruhsatı alma aşamasında hafriyat atığının belirlenmesi ve dolgu gereksinimi olan projelerin tespiti ile farklı projeler arasında işbirliği sağlanması,

Bertaraf Stratejileri;

- Küçük ölçekli şantiyelerde zararlı atıkların ayrı toplanması ve uygun şekilde bertarafını sağlamaya yönelik uygulamaların yaygınlaştırılması ve bu konuyla ilgili denetimlerin sağlanması,

şeklindedir.

3.5 Bölüm Sonucu

Bu bölümde Türkiye’de şantiyelerde yürütülen yapım atığı yönetimi uygulamaları; atık oluşumu, atık toplama, atık ayırma, depolama, bertaraf ve geri kazanım işlemlerini içerir şekilde bütüncül bir yaklaşımla, İstanbul ili örneği üzerinden ele alınarak bir genel bakış sağlanmıştır. Çalışma şantiyelerde görev yapan mimar ve mühendislerle (inşaat, çevre, kimya) yüz yüze görüşmeler yapılması ve şantiye ziyaretleri gerçekleştirmesi şeklinde yürütülmüştür.

Çalışma sonuçlarına göre; Türkiye’de yer alan şantiyelerde genellikle atık yönetimi planı bulunmamakta ve yapım süreci atık yönetim uygulamaları genellikle sistematik bir şekilde yürütülememektedir. Şantiyelerde en etkili atık oluşum nedenleri; yapım faaliyetleri devam ederken projelerde revizyona gidilmesi, yapı malzemelerinin boyutlandırma amaçlı kesimi ile depolama koşulu ve düzeniyle ilgili problemlerdir. Revizyon kaynaklı atık oluşumunun engellenebilmesi için, kullanıcı tercihlerinin tasarım sürecinde dikkate alınması gibi çözümler geliştirilebilir. Ayrıca tasarım sürecinde standart ürünler ile prefabrike ürünlerinin kullanımının sağlanması/yaygınlaştırılması ile yapım süreci boyutlandırma amaçlı kesim nedeniyle atık oluşumu azaltılabilir.

Türkiye’de genellikle atıkların şantiyelerde toplanması ayrılması, bertarafı ve geri kazanım uygulamaları yüklenicinin sorumluluğunda yürütülmektedir. Şantiyelerde atıkların atık yığını halinde toplanarak daha sonra tamamen veya kısmen ayırma

işlemine tabi tutulması şeklinde bir uygulama yaygın olarak gözlenmiştir. Atıkların geri kazanımının arttırılarak çevresel açıdan en etkin faydanın sağlanabilmesi için, şantiyelerde atıkların kaynağında ayrı ayrı toplaması uygulamalarının ülkemizde yaygınlaşması gerekmektedir. Şantiyelerde seramik, beton vb. atıkların gömülmesi ve ahşap atıkların yakılması uygulamalarının önüne geçilerek, bu atıkların geri kazanımını sağlayacak yaklaşımlar geliştirilmesi çevresel açıdan tercih edilmelidir. Çalışmanın sonuçlarına göre; plastik, kâğıt ve karton artıkların geri dönüşümün sağlanabilmesi için geri dönüşüm firmaları ile yüklenici firmalar arasında yeterli bağlantıların olmadığı, bu durumun da sözü geçen atıkların geri dönüşümünde önemli bir engel oluşturduğu ortaya konulmuştur. Yeniden kullanım uygulamaları genellikle aynı yüklenicilere ait şantiyeler arasında gerçekleşmekte, atıkların yeniden kullanımının sağlanabilmesi için farklı firmalara ait şantiyeler arasında yeterli işbirliği bulunmamaktadır. Bu bağlamda, yeniden kullanımın sağlanması/yaygınlaşması için farklı firmalar arasında gerekli iletişim ağının kurularak işbirliklerinin sağlanmasının, geri kazanımı arttırarak ülkemizde yapım süreci kaynaklı çevresel etkilerin azaltılmasına önemli oranda katkı sağlayacağı düşünülmektedir.

Yürütülen çalışma kapsamında; katılımcılar, görev yaptıkları şantiyelerde atıkların belediyeler tarafından belirlenen döküm sahalarına iletilmediğini ve yasa dışı döküm yapılmadığını bildirmiştir. Çalışma sonuçlarına göre; şantiyelerde üretilen atıkların yasa dışı dökümüne yönelik yaptırımların etkili olduğu ya da bu konuyla ilgili farkındalığın gelişmiş olduğundan söz edilebilir. Ancak aynı farkındalığın zararlı atıklar için henüz yeterinde ortaya konulmadığı görülmüştür.

Şantiyelerde mali kazanç elde etmek, geri dönüşüm veya yeniden kullanım amacının en önemli tetikleyicisidir. Mali açıdan yeterli gelir sağlanılamayacağı düşünülen atıkların geri kazanımı genellikle ihmal edilmektedir. Bu nedenle şantiyelerde çevresel farkındalığı geliştirecek önlemlerin alınması, geri kazanımın arttırılması açısından oldukça önemlidir.



4. DEĞERLENDİRME VE KARAR VERME

Şantiyelerdeki mevcut koşullar içerisinde yapım süreci atık yönetim uygulamalarında değerlendirme yapma ve karar verme süreçleri kaçınılmaz olarak yer almaktadır. Dolayısıyla tez çalışmasının amaçları çerçevesinde yapım süreci atık yönetiminde değerlendirme ve karar vermenin rasyonel ve sistemli bir şekilde yapılabilmesi için, bilimsel bir yönetimin kullanımı gerekmektedir. Çalışmanın bu bölümünde, tez çalışması kapsamında yapım süreci çevresel etkisinin azaltılmasına yönelik geliştirilecek olan modelde yararlanılması düşünülen değerlendirme ve karar verme yönteminin belirlenmesi için; öncelikle model ve değer kavramı açıklanmış, daha sonra karar verme süreci açıklanarak, karar verme problemlerinin çözümünde kullanılan yöntemler aktarılmıştır.

4.1 Değer, Değerlendirme ve Karar Verme Kavramları

Çeşitli alanlarda, farklı açılardan ele alınan “değer kavramı” için birçok tanım bulunmaktadır. Değer TDK’ya göre “bir şeyin önemini belirlemeye yarayan soyut ölçü, bir şeyin değdiği karşılık, kıymet”; değerlendirme ise “değerlendirmek işi, kıymetlendirme” olarak tanımlanmıştır (Url-4). Değer kavramı; Sey ve Tapan (1976) tarafından; “bir hareket yolunun sonucunda meydana gelebilecek yararlar ve zararlar açısından değerlendirilmesinde başvurulmuş ve bir malın, fikir veya hizmetin taşıdığı yararlı nitelikler” şeklinde tanımlanmıştır. Anstey’e göre; değer “bir nesnenin insanlara hizmet etme gücü” iken; Stone’a “göre yararlar arası” ilişkidir. Değer kavramı ile ilgili literatürde yer alan diğer tanımlar ise; Fleming tarafından “seçim yapmak için gerekli temel”; “Markus tarafından “performansın belirli bir görünümü” şeklinde örneklenebilir (Sey ve Tapan, 1976).

Tapan (2004)’e göre değerlendirmenin temel işlevi; belirlenen amaca ulaşmak için gerekli seçenekleri seçmek ve bu seçeneklerin birbirleri ile karşılaştırılmalarını nesnel bir biçimde gerçekleştirmektir. Sey ve Tapan (1976)’ya göre değer sistematığı, değer derecelendirilmelerine bağlı olarak gelişmiş olup; derecelendirmeler: (i) Nitel (güzel, çok güzel, fevkalade vb.); (ii) Karşılaştırmalı

(güzel, daha güzel, en güzel) veya (iii) Nicel olabilmektedir. Değerlendirmenin nitel veya nicel olması amaçların bilgi kaynağına bağlı olarak değişkenlik göstermektedir (Bayazıt, 1994).

Karar vermek TDK tarafından “bir sorunu karara bağlamak, kararlaştırmak” şeklinde tanımlanmıştır (Url-4). Timor (2011) tarafından karar verme; “çok yönlü bir olay içerisinde, seçenekler arasından en uygun seçimi yapmak” olarak tanımlanmıştır. Evren ve Uluengin (1992)’ye göre karar verme “tüm seçenekler arasından amaç veya amaçlara en uygun bir veya birden fazla seçim yapma süreci” olarak ifade edilmiştir.

Gelişmiş biyolojik organizmalar için karar verme yaşamsal öneme sahiptir. İnsanoğlu yaşamının her anında bilinçli olarak veya olmayarak çeşitli kararlar vermektedir. Bir çözüm uzayı içerisinde yer alan farklı çözümler arasından çeşitli ölçütlere göre seçim yapmak karar vermenin esasını oluşturmaktadır. Karar vermenin gerçekleşebilmesi için en az iki seçeneğin bulunması gerekmektedir (Bayazıt, 1994). Karar vermede etkin olan çeşitli bileşenler yer almakta olup, Timor (2011)’a göre bu bileşenler: (i) Karar verici, (ii) Analistler, (iii) Kısıt, (iv) Amaç, (v) Hedef, (vi) Ölçüt, (vii) Nitelik ve (viii) Karar değişkeni olarak sıralanmaktadır. Karar vericiler, amaçlar, ölçütler ve hedefler doğrultusunda, problemi çözüme ulaştırmaya çalışan kişi ya da kişilerdir. Analistler ise problem çözme teknikleri konusunda uzman olan ve karar vericiler ile iletişim halinde olan uzmanlar olarak özetlenebilir. Karar verici ve analistler aynı kişi olabilmektedir. Kısıt ise; sorun sistemi içerisinde tanımlanmış olan amaçları etkileyen varsayımlar ile kaynak veya değişkenler üzerindeki sınırlamalar olarak tanımlanmaktadır (Timor, 2011).

Evren ve Uluengin (1992)’e göre karar vermeyi oluşturan temel bileşenler;

- Karar verici veya karar vericiler,
- Karar ortamı (kısıtlamalar),
- Amaçlar (ölçütler, hedefler),
- Seçenekler,
- Kaynaklar,
- Yöntem,

şeklindedir.

Bayazıt (1994)’e göre karar vermenin en önemli bileşeni seçenekler olup, karar problemlerinde en fazla sekiz bileşen yer almaktadır. Bu bileşenler (Bayazıt, 1994):

1. Karar vericiler: Karar verme sürecinde karara katılan roller,
2. Amaçlar ve ulaşılabacak sonuç,
3. Karar ölçütleri: Karar vericilerin seçimde yararlandığı gelir, fayda maksimizasyonu gibi ölçütler,
4. Kısıtlamalar,
5. Seçenekler-Stratejiler, A_i ($i:1, 2, 3, \dots, m$): Karar vericinin kontrolündeki kaynaklara bağlı olup, seçeceği farklı durumlardır.
6. Olaylar, N_j ($j: 1, 2, 3, 4, \dots, m$): Karar vericinin kontrolü altında olmayan bağımsız değişkenlerdir. Karar vericinin seçenek tercihini etkiler.
7. Sonuç, O_{ij} : Farklı olaylarla ilgili ortaya çıkan değerlerdir.
8. Karar vermede takip edilecek yol,

şeklindedir.

Karar Süreci, karar verirken kullanılacak olan teknik ve modellerle ilgilidir (Özkan, 1976). Bu bağlamda karar verme sürecini ayrıntılandırmadan önce model kavramını açıklamak yerinde olacaktır.

Karasar (1994)'e göre modeller; bir sistemin temsilcisi olup, gerçek durumun, yalnızca önemli görülen değişkenleri içerecek şekilde özetlenmiş halidir. Karayalçın (1993)'a göre modeller; “incelenmekte ve kontrol altına alınması için çalışılmakta olan sistemin bir temsilidir”.

Modeller; bir sistemin yapısını, sistem öğeleri arasında var olan ilişkileri ortaya koyarak, sistemdeki olası değişikliklerin sistem etkinliğine olası etkilerini öngörmeye çalışılır (Karayalçın, 1993). Modeller temsil ettiği sistemlere göre daha yalın özelliktedir (Karasar, 1994). Örneğin; tanık olunan bir olayı aktarırken gereksiz ayrıntılara yer verilmeden olayın amaca uygun olarak özetlenmesi, bir mimarın tasarladığı yapının maketini yapması, bir matematikçinin problemler için formül üretmesi model geliştirme çabalarındandır (Karasar, 1994).

Literatürde modeller ile ilgili farklı niteliklerine göre çeşitli sınıflandırmalar yer almaktadır. Özkun (2011) tarafından modeller: (i) İşlevlerine göre; (ii) Yapılarına göre; (iii) Gösterim biçimlerine göre; (iv) Zamana göre; (v) Bilgi oranına göre; (vi) Kapsamlarına göre sınıflandırılmıştır.

Ackoff'a göre modeller; amaçlarına göre: (i) Açıklama, (ii) Karar verme ve (iii) İletişim şeklinde sınıflandırılmaktadır (Ackoff, 1956; Bayazıt, 1994). Broadbent ise modelleri üç ana gruba ayırmaktadır (Broadbent, 1973; Bayazıt, 1994):

- Açıklayıcı (Isomorfik, Homomorfik)
- Düşünce Kurma (Bilgiyi Tanımlama, Bilgiyi Toplama, Bilgiyi Düzenleme, Bilgiyi Tahmin Etme)
- Araştırmacı (Hipotez Deneme, Hipotez Kurma)

Karayaalçın (1993) modelleri;

- Taklit (İkonik) Modeller (Bir sistemi taklit ederek temsil etmektedir. Taklit modellerde sistem öğeleri arasındaki ilişkileri inceleme olanağı bulunmamaktadır. Bir binanın veya bir uçağın belirli ölçekte yapılmış modeli taklit modele örnek olarak verilebilir.)
- Benzer-Analog Modeller,
- Sembolik (Temsili) Modeller

olarak gruplandırmıştır.

Modeller; açıklama, tahmin, karar verme, tanımlama, keşfetme ve iletişim amaçlarıyla olmak üzere herhangi bir sorunun çözümünde kullanılabilmektedir (Bayazıt, 1994). Sorun; Özkan, (1976) tarafından, ilgili sistemin geri besleme-kontrol bütününe elemanlarını oluşturan, amaçlar, zorunluluklar, ölçütler ile bunlara bağlı olarak çözüme götürecek olan seçeneklerin analiz edilmesi olarak tanımlanmıştır. Genel olarak bir sorunun çözümünde yer alan işlevsel adımlar (Özkan, 1976);

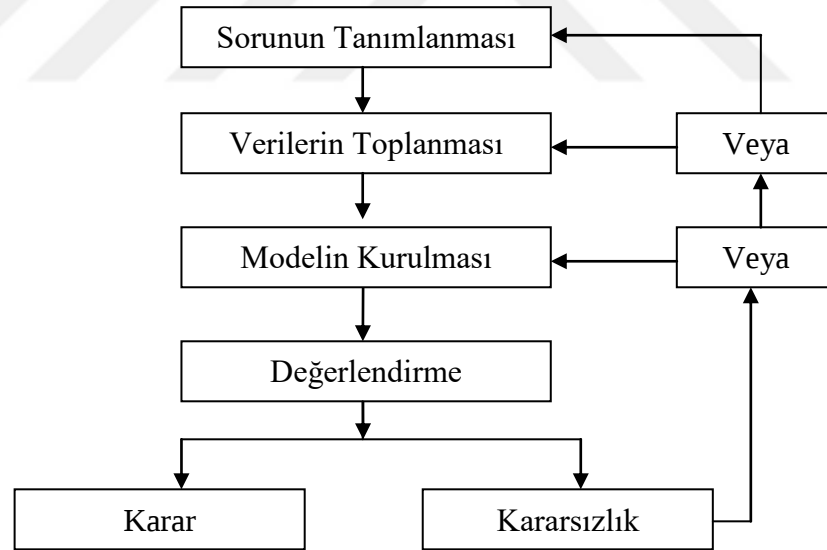
- Sorun'un düzenlenmesi (hedefler, zorunluluklar, seçenekler, ölçütler, kabuller ve risklerin belirlenmesi),
- Sorun üzerinde çalışma (sorunun çözümünde yer alacak süreçlerin belirlenmesi, sorun ve veriler üzerinde çalışılması ve ilk çözümün sağlanması),
- Sorunun çözülmesi (çözümlerin sınanması, en uygun çözümün seçimi ve uygulanması)

şeklindedir.

Riggs'e göre (Özkan, 1976), sorunun düzenlenmesi karar verme sürecinin bir aşaması olup, karar verme veya seçim yapma süreçlerinde genel olarak aşağıdaki evreler yer almaktadır:

- Sorunun düzenlenmesi
 - o Hedeflerin saptanması
 - o Zorunlulukların saptanması
 - o Seçeneklerin saptanması
 - o Ölçütlerin saptanması
- Modelin Kurulması
- Sorunun Çözümü- Seçenekler arasından seçimin yapılması
- Model ve seçilen seçeneğin sınanması
- Uygulama

Özkan (1976) tarafından Riggs'e göre karar verme süreci işlemler dizisi Şekil 4.1'deki gibi uyarlanmıştır.



Şekil 4.1 : Riggs'e göre karar verme süreci işlemler dizisi (Özkan, 1976).

Timor (2011) karar verme süreci aşamalarını aşağıdaki şekilde sıralamıştır;

- Karar probleminin belirlenmesi,
- Karar problemine ilişkin unsurların belirlenmesi,
- Karara ilişkin amaç ve kısıtların belirlenmesi,
- Model oluşturulması

- Çözüm seçeneklerinin belirlenmesi.

Herhangi bir sistemin sağladığı faydayı belirlemek veya sistem seçenekleri arasından seçim yapmak için karar verme sürecinde değerlendirmeye gereksinim duyulmaktadır (Tapan, 2004). Karar verme sürecinde çeşitli aşamalarda yer alan değerlendirme üç aşamada gerçekleşmektedir (Sey ve Tapan, 1976; Tapan, 2004):

- Değer ölçütlerinin belirlenmesi,
- Değer ölçütlerinin ölçülendirilmesi ve ağırlıklarının saptanması; değer ölçütlerinin değerlendirilmesi,
- Tüm sistem değerinin saptanması.

Ölçütler seçeneklerin birbirlerine göre bağıl üstünlüğünü ortaya koyarak seçim yapma amacını gerçekleştirmeye yönelik araçlardır (Özkan, 1976).

Cinemre (2004)'e göre karar verme, karar konusu duruma ilişkin elde edilen bilgi miktarına göre;

- Belirlilik durumunda karar verme,
- Risk durumunda karar verme,
- Belirsizlik durumunda karar verme,

olmak üzere üç gruba ayrılmaktadır.

Belirlilik durumunda karar vermede; karar seçeneklerine ilişkin değerler ile olayın yapısına ilişkin verilerin eksiksiz olarak bulunduğu kabul edilmektedir. Risk durumunda karar vermede; seçeneklere ilişkin değerler ile olayın yapısı olasılıklar ile açıklanmaktadır. Belirsizlik durumunda ise sonuç değerlerinin kısmen biliniyor olmasına karşın olayın yapısına ilişkin olasılıklar ile ilgili bilgi bulunmamaktadır. Belirlilik ve belirsizlik bilgi dercesine göre iki ayrı ucu temsil etmekte olup, risk bu iki uç arasında yer almaktadır (Cinemre, 2004).

Karar verme, Karar amaçları ve ölçütler doğrultusunda öngörüler üzerinden gerçekleştirilebilen bir eylemdir. Bu bağlamda Bayazıt, (1994)'e göre, karar sistemi bileşenleri öngörü (tahmin) sistemi, değer sistemi ile amaçları ve ölçütler olmak üzere 3 temel bileşen olarak özetlenebilir.

Gelecekte olabilecek olayları bilme olanağımız bulunmamaktadır Ancak, daha önce edindiğimiz bilgiler ya da deneyimler gelecek olasılıklarının öngörülmesinde önemli

bir yer tutmaktadır. Bayazıt, (1994)'e göre, Bross (1965) öngörü sistemlerini aşağıdaki şekilde sınıflandırmaktadır:

- Sürekli Öngörü: Olaylara göre öngörü şeklidir. Örneğin belirli alışkanlıkları olan kişilerin davranışlarının sürekliliği üzerinden öngörüler yapılabilir.
- İlerleyen Öngörü: Kısa sürede gözlenen olaylara ilişkin yapılan öngörüler bu sınıfta değerlendirilebilir. Birkaç gün tekrarlayan hava sıcaklığı artışlarına dayalı yeni bir atış öngörüsü bu gruba örnek olarak verilebilir
- Periyodik Öngörü: Periyodik olarak gerçekleşen, mevsim değişiklikleri, gel git vb. doğa olaylarına ilişkin öngörüler bu sınıfta ele alınmaktadır.
- Birleştirici Öngörü: İki veya daha fazla olay arasında ilişki kurularak oluşturulan öngörüler bu grupta ele alınmaktadır. Politik değişikliklerin borsaya olan etkisinin öngörülmesi örnek olarak verilebilir.
- Benzeterek öngörü (Analoji): Temel olarak karşılaştırmaya dayanmakta olup, benzer özellikte olan iki olgu veya nesnenin aynı kabul edilmesi üzerinden öngöründe bulunulur.
- Sonradan gözleyerek öngörü: Performans ve dayanıklılık çalışmaları bu kapsamda değerlendirilmektedir.

Bayazıt, (1994)'e göre mevcutta birçok öngörü çeşidi ve yöntemi olsa da kesin sonuç verecek bir yöntem mevcut değildir. Ancak sayısal olarak ölçülebilir olaylarda belirsizlik durumlarını matematiksel olarak yani olasılık hesabı yaparak çözmek mümkündür.

Bilimsel bir karar verme sürecinde çeşitli yöntem/yöntemlerden yararlanılmaktadır (Evren ve Uluengin, 1992). Bu yöntemler karar verme problemine göre çeşitlenmektedir.

Zhou ve diğ. (2006)'ya göre karar verme ya da karar analiz yöntemleri aşağıdaki şekilde sınıflandırılmıştır:

- Çok Ölçütlü Karar Verme Yöntemleri
 - Çok Amaçlı Karar Verme Yöntemleri,
 - Çok Nitelikli Karar Verme Yöntemleri
 - ELECTRE
 - PROMETHEE
 - Analitik Hiyerarşi Prosesi (AHP)

- MAUT (Multiple attribute utility theory)
- Diğerleri

Bir karar probleminde belirli olmayan sonuçlara sahip mevcut seçeneklerin tek bir amaç için değerlendirildiği yöntemler, tek amaçlı karar verme yöntemleri olarak adlandırılmaktadır (Zhou ve diğ., 2006). Klasik karar verme problemleri bir veya birden fazla kısıt içeren denklemlerden oluşmaktadır.

Bir karar probleminde birden fazla nitelik ve niceliğe sahip amaç ve ölçütler bulunması halinde, problemin çözümünde uygulanan karar süreci “Çok Ölçütlü Karar Verme (ÇÖKV)” olarak adlandırılmaktadır. ÇÖKV sürecine birden fazla kişiyi dahil edebilen, ölçülebilen ve ölçülemeyen faktörleri aynı anda değerlendirme olanağı sağlayan analitik metotlardır (Timor, 2011). ÇÖKV yönetimi; ekonomi, sosyal bilimler, psikoloji gibi karar verilmesi gereken herhangi bir sorunun olduğu birçok alanda kullanılabilmektedir. Bu kararlar, sonuçların zaman perspektifine bağlı olarak taktik, stratejik veya operasyonel özellikte olabilmektedir (Ishizaka, ve Nemery, 2013). Çizelge 4.1’de karar problemlerinin kategorilerine ilişkin nitelikler yer almaktadır.

Çizelge 4.1: Karar problemlerinin kategoriler (Ishizaka, ve Nemery, 2013).

Karar Türleri	Zaman Perspektifi	Yenilik	Yapılandırma Derecesi	Otomasyon
Stratejik	Uzun Vade	Yeni	Düşük	Düşük
Taktik	Orta Vade	Uyarlanabilir	Yarı Yapılandırılmış	Orta
Operasyonel	Kısa Vade	Günlük	Yapılandırılmış	Yüksek

ÇÖKV yönetimlerinde, karar verici karar sürecinin merkezinde yer almakta olup, süreç içerisinde karar verici tarafından sağlanan öznel bilgilerden yararlanılmaktadır. Bu yöntemler kullanılarak farklı karar vericiler için farklı sonuçlar türetilir. Diğer bir deyişle ÇÖKV yöntemleri her karar verici için tek bir çözüme götüren otomatikleştirilebilen yöntemler değildir (Ishizaka ve Nemery, 2013).

ÇÖKV; sonlu sayıda seçeneğin, önceliklendirilmesi, sıralanması, sınıflandırması, seçilmesi veya elenmesi amacıyla genellikle ağırlıklandırılmış, birbirleri ile çelişen

ve aynı ölçü birimini kullanmayan hatta bazıları nitel değerler alan çok sayıda ölçüt kullanılarak değerlendirilmesidir (Hwang ve Yoon, 1981). ÇÖKV; Çok Amaçlı Karar Verme (ÇAKV) ve Çok Nitelikli Karar Verme (ÇNKV) olmak üzere iki gruba ayrılmaktadır. ÇAKV yönteminde tek bir amaç fonksiyonu yerine birden fazla amaç fonksiyonu bulunmaktadır. ÇNKV, ise karar sürecinde birden fazla ölçüte göre değerlendirme yapma olanağı sağlamaktadır (Timor, 2011). ÇNKV yöntemlerine örnek olarak; AHP (Analitic Hierarchy Process), ANP (Analitik Şebeke Süreci), TOPSIS (Technique for Ordered Preference by Similarities to Ideal Solution), MAUT (Multiattribute Utility Theory), ELECTRE (Elimination and Choice Translating Reality) ve UTADIS (Utilities Additives Discriminantes) yöntemleri verilebilir (Gregory, 1998; Timor, 2011).

MAUT yöntemi genellikle ekonomi, finans, hava durumu tahmini gibi alanlarda yaygın olarak kullanılmaktadır. Yöntemin en önemli faydası değerlendirme sürecine belirsizliği dahil etmesidir. Ancak karar vericinin tercihlerinin kaydedilebilmesi için, her aşamada önemli oranda veri girişi gerekliliği bulunmaktadır. MAUT veri ağırlıklı bir yöntem olup, günlük problemlerin çözümü için uygun bir yöntem değildir (Velasquez ve Hester, 2013).

TOPSIS, ideal çözüme en yakın ve negatife en uzak olan seçeneği belirleme mantığına dayalı bir yaklaşım üzerinden karar vermeyi sağlayan bir yöntemdir. Kullanım kolaylığı sunmak ile birlikte, karşılaştırmalar sırasında tutarlılığı koruma ve ağırlıklandırma yapmak görece zor olarak nitelendirilmektedir (Velasquez ve Hester, 2013).

AHP yöntemi, kullanıcının dışında olan fiziksel ve nesnel gerçeklikler ile kullanıcının düşünce, inanç vb. öznel gerçekliklerini birbirinden ödün vermeden değerlendirme sürecine dahil ederek karar vermeyi sağlayan bir araçtır (Saaty ve Vargas 2012). AHP, genel biçimde tümdengelimli ve tümevarımlı düşünce sistemini bir arada uygulatan ve doğrusal olmayan bir çerçeve sunmaktadır. AHP yöntemi hem yargılarda tutarsızlığa izin verirken; aynı zamanda tutarsızlığı iyileştirmek için öneriler sağlamaktadır (Saaty ve Vargas 2012). AHP, kullanıcıya bir dizi seçenek arasından, çeşitli ölçütlere göre rasyonel olarak karar verme olanağı sağlayan bir ÇÖKV yöntemidir (Hwang ve Yoon, 1981; Velasquez ve Hester, 2013). AHP'nin en büyük faydası, ikili karşılaştırmaların yapılması sırasında karar vericinin faktörleri ağırlıklandırması ve seçenekleri karşılaştırmasında kolaylık sağlamasıdır.

Karşılaştırma yapılabilmesi için veri gerektirse de, örneğin MAUT'un aksine veri ağırlıklı bir yöntem değildir (Velasquez ve Hester, 2013).

ANP yöntemi, AHP yönteminden yararlanılarak yine Saaty tarafından geliştirilmiş bir karar verme yöntemidir. Birçok karar problemi hiyerarşik olarak yapılandırılmaz çünkü hiyerarşideki hedefler ve ölçütler gibi daha yüksek düzeydeki elemanların daha düşük düzeyde yer alan elemanlar ile etkileşimli ve bağımlı olabilmektedir. ANP yönteminde, yönteminin strüktürü, hiyerarşi yerine, elemanlar arasındaki bağımlılıkları içeren bir ağ yapısı şeklinde kurulmaktadır. ANP yöntemi karar elemanları arasında bağımlılık ve geri beslemeler bulunan karmaşık problemlerin çözümü için uygundur (Saaty, 2008).

ELECTRE yönteminde belirsizlik ve muğlaklık değerlendirme sürecine dahil edilebilmektedir. Bu yöntemde seçeneklerin güçlü ve zayıf yönleri ortaya konulmakta, karar vermede doğrudan bir seçeneğe ulaşılmamaktadır. Süreç ve çıktıların anlaşılması güçtür ve bu bakımdan kullanımı zor bir yöntem olduğu söylenebilir (Velasquez ve Hester, 2013).

UTADIS yöntemi, yatırım kararlarının alınması gibi finansal kararlar ile , portföy yönetimi gibi konularda uygulanmaktadır (Timor, 2011).

Yapım süreci çok değişkenli yapısı göz önüne alındığında; atık yönetimi konusunda karar vermenin birden fazla seçenek ile ölçüte dayanması kaçınılmazdır. Bu bağlamda, tez çalışması kapsamında yararlanılması düşünülen; kullanım kolaylığı ile kullanıcısına bir dizi seçenek arasından, çeşitli ölçütlere göre rasyonel olarak karar verme olanağı sağlayan ve birçok alanda yaygın olarak kullanılan AHP yöntemi ayrı bir başlık altında açıklanmıştır.

4.2 Analitik Hiyerarşi Prosesi (AHP)

AHP; Myers ve Alpert tarafından ilk olarak 1968 yılında oluşturulmuş ve 1977 yılında Amerikan matematikçi Thomas Saaty tarafından bir model olarak geliştirilmiştir. AHP uzmanların görüşlerine dayanılarak hazırlanan bir üstünlük skalası üzerinden ikili karşılaştırma yaparak sonuca ulaşmayı sağlayan bir yöntemdir. AHP yönteminde ölçütlerin, projelerin veya seçeneklerin kendi aralarında karşılaştırılmasında ikili karşılaştırma matrisleri kullanılmaktadır. Bu bağlamda AHP

aşağıdaki temel aşamadan oluşmaktadır (Deniz, 1999; Munier,2004; Saaty ve Vargas, 2012; Yaralıoğlu, 2013):

- Hiyerarşi modelinin oluşturulması,
- Karşılaştırma matrisleri oluşturulması ve görelî önem derecelerinin belirlenmesi,
- Bileşik görelî önemler vektörünün belirlenmesi (Bütünleştirme).

Karşılaştırma Matrisleri oluşturulması ve Görelî Önem derecelerinin belirlenmesi aşamaları arasında, tutarlılık kontrolü ve duyarlılık analizi olmak üzere uygulanabilecek iki ek adım daha bulunmaktadır. Her iki adım da isteğe bağlıdır ancak sonuçların sağlamlığının teyidi olarak uygulanması önerilmektedir (Ishizaka ve Nemery, 2013).

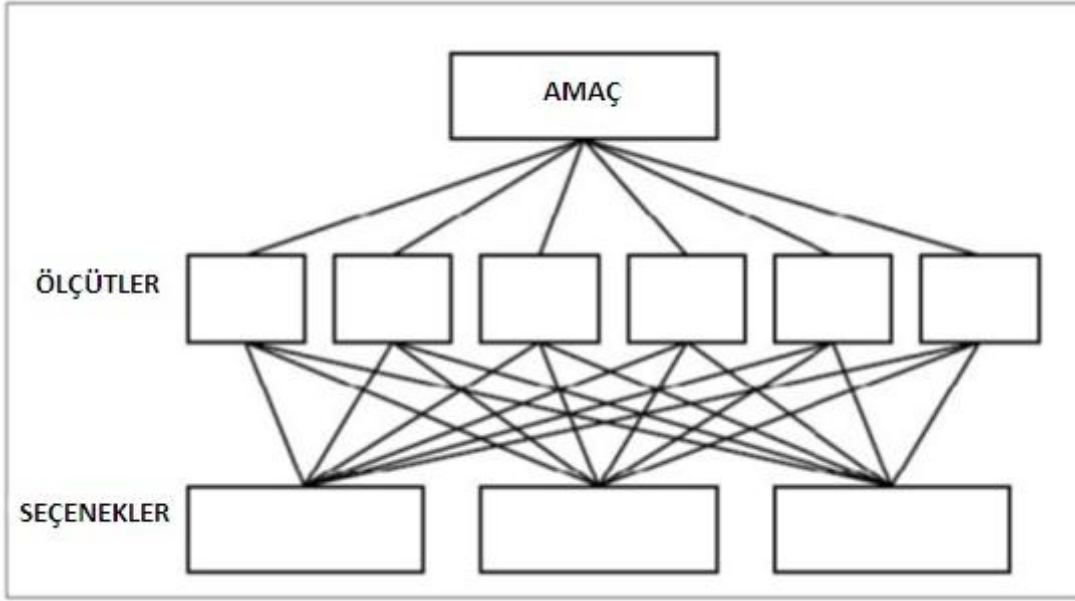
4.2.1 Hiyerarşi modelinin oluşturulması

AHP yöntemiyle bir karar probleminin çözümünde, öncelikle Hiyerarşi modelinin oluşturulması gerekmektedir. Hiyerarşi modelinin oluşturulması için (Ishizaka ve Nemery, 2013; Timor, 2011);

- Amaç listesinin oluşturulması,
- Amaçları gerçekleştirmek için gerekli ölçütlerin belirlenmesi,
- Her bir ölçüt için (n) olası karar seçeneklerinin belirlenmesi

gerekmektedir.

Bir karar verme problemindeki basit hiyerarşik yapılanma üç aşamalıdır. AHP yönteminin hiyerarşik yapısı amaç, ölçütler ve seçenekler olmak üzere en az üç düzeyden oluşmaktadır (Şekil 4.2). En üst düzeyde karar hedefi, ikinci düzeyde ölçütler ve üçüncü düzeyde seçenekler yer almaktadır. Düzeyler karar probleminin yapısına göre artabilmekte, hiyerarşiler ise alt hiyerarşilere bölünebilmektedir (Saaty ve Vargas 2012). AHP yönteminde bir düzeydeki elemanların diğer düzeydeki elemanları etkileyebileceği kabul edilmektedir. Aynı düzeyde yer alan elemanların ise birbirinden bağımsız olduğu kabul edilmektedir. Ayrıca bir düzeyde yer alan herhangi bir elemanın alt düzeyde yer alan tüm elemanlarla ilişkili olması beklenmemektedir (Deniz, 1999).



Şekil 4.2 : AHP Üç düzeyli hiyerarşi (Saaty ve Vargas, 2012).

4.2.2 Karşılaştırma matrisleri oluşturulması ve göreceli önem derecelerinin belirlenmesi

Bilişsel psikolojiye göre insanoğlu tarafından yapılan mutlak ve göreceli olmak üzere iki tür karşılaştırma bulunmaktadır. Mutlak karşılaştırmalarda, seçenekler, kişinin hafızasında var olan ve deneyim yoluyla geliştirilen bir standart veya taban çizgisi aracılığıyla; göreceli karşılaştırmalarda ise seçenekler ortak bir özelliğe göre çiftler halinde karşılaştırılırlar. AHP yönteminde her iki karşılaştırma türü de kullanılmaktadır (Saaty ve Vargas, 2012).

Bu aşamada öncelikle ikili karşılaştırmalar yapılarak her bir seçenek için göreceli önem derecelerinin belirlendiği matrisler oluşturulur. AHP yönteminde karşılaştırma matrisleri oluşturulurken literatürde sıklıkla kullanılan 9 dereceli bir skala olan önem dereceleri skalasından (Çizelge 4.2) yararlanılmaktadır. AHP yönteminde yapılan ikili karşılaştırmalar literatürde parça başı (pairwise) karşılaştırma olarak adlandırılmaktadır. Karşılaştırmalar, hiyerarşilerde her düzeyde yer alan elemanlar, bir üst düzeyde yer alan elemanlar açısından göreceli önem dereceleri esas alınarak yapılmaktadır.

Çizelge 4.2 : Önem derecesi ve değer açıklamaları çizelgesi (Saaty ve Vargas, 2012).

ÖNEM DERECESESİ	DEĞER TANIMI	DEĞER AÇIKLAMALARI
1	Eşit Önem	Her iki ölçütün eşit öneme sahip olması durumu
2	Zayıf	
3	Orta Derecede Önem	Bir ölçütün diğerine göre (muhakeme ve deneyime göre) daha fazla tercih edilmesi durumu
4	Orta Derece Üzeri	
5	Güçlü Önem	Bir ölçütün diğerine göre(muhakeme ve deneyime göre) güçlü bir şekilde tercih edilmesi durumu
6	Güçlü Üzeri	
7	Çok güçlü veya kanıtlanmış önem	Bir ölçütün diğerine göre(muhakeme ve deneyime göre) şiddetli ve baskın bir şekilde tercih edilmesi durumu
8	Çok çok güçlü	
9	Aşırı önem	Bir ölçütün diğerine göre (muhakeme ve deneyime göre) mümkün olan en yüksek üstünlük düzeyinde tercih edilmesi durumu (mutlak üstün bir öneme sahip olması)

Karşılaştırma matrisleri oluşturulması ve görelî önem derecelerinin belirlenmesi aşamasında üç temel karşılaştırma matrisi oluşturulmaktadır (Ishizaka ve Nemery, 2013):

- Ölçütlerin amaçlar doğrultusunda birbirlerine göre önem derecelerinin belirlendiği karşılaştırma matrisleri,
- Seçeneklerin ölçütlere göre önem derecelerinin belirlendiği karşılaştırma matrisleri,
- Seçeneklerin birbirlerine göre önem derecelerinin belirlendiği karşılaştırma matrisleri.

Karşılaştırma matrisleri oluşturulurken karşılaştırmalar $a_{ij} = 1/a_{ji}$ formülüne göre yapılmakta olup, karşılaştırmalar tersinir (reciprocal), ve pozitif niteliktedir (Saaty ve Vargas 2012). Çizelge 4.3'te örnek iki ölçüt için oluşturulmuş bir karşılaştırma matrisi örneği yer almaktadır. Karşılaştırma matrisinde Ölçüt 2'nin Ölçüt 1'e göre,

önem derecesi 5 olarak; Ölçüt 1'in Ölçüt 2'ye göre önem derecesi ise tersinir şekilde 1/5 olarak belirlenmiştir. Karşılaştırma matrislerinde köşegenler 1 değerini almaktadır.

Çizelge 4.3 : Örnek karşılaştırma matrisi.

Ölçütler	Ölçüt 1	Ölçüt 2
Ölçüt 1	1	1/5
Ölçüt 2	5	1

Matris karşılaştırmaları tamamlandıktan sonra matrisin göreceli önemler vektörü ve en büyük özdeğeri hesaplanır (Deniz, 1999). Tüm bu hesaplamalar lineer cebir yardımıyla yapılmaktadır. Göreceli önem vektörleri farklı araştırmacılar tarafından farklı şekilde hesaplanmış olup, bu hesaplamaların yapılmasında özdeğer (eigen) vektörü yöntemi ve geometrik ortalama yöntemi olmak üzere yaygın olarak kullanılan iki temel yöntem kullanılmaktadır. Özdeğer vektörü yöntemi Saaty tarafından, geometrik ortalama yöntemi ise Crawford ve Williams tarafından geliştirilmiştir (Brunelli, 2015). Bu karşılaştırmalarda, matrisler için özdeğer vektörlerini hesaplayan matematiksel işlemler uygulanmaktadır. *Özdeğer vektörleri* her bir ölçütün ağırlığını bulmak için kullanılmaktadır (Velasquez ve Hester, 2013). Seçeneklerin ikili karşılaştırmada belirlenen değerleri daha sonra bu ölçüt ağırlıkları ile ilişkilendirilmektedir. Sonuç olarak da seçeneklerin puanları ortaya konulmaktadır (Munier, 2004). *Göreceli önemler vektörü* karşılaştırmalardaki göreceli önemleri ortaya koyarken, en büyük özdeğer vektörü, oluşturulmuş yargının tutarlılığının ölçülmesini sağlamaktadır. AHP yönteminde verilecek kararın güvenilir olması karar vericinin ikili karşılaştırmalar sırasında tutarlı olması ile doğrudan ilişkilidir. Karar vericinin karşılaştırma sırasında tutarsız olma sorununun çözümü için, tutarlılık derecesi belirleme yöntemi uygulanmaktadır. AHP yönteminin sağlıklı bir şekilde işletilebilmesi için, tutarsızlık oranının 0.1 (10%) den küçük olması gerekmektedir. En büyük özdeğer, matris boyutuna ne kadar yakın ise sonuçlar o kadar tutarlıdır (Deniz, 1999).

4.2.3 Bileşik göreceli önemler vektörünün belirlenmesi (Bütünleştirme)

Bu aşamada, daha önce belirlenen göreceli önemler vektörleri aracılığıyla tüm hiyerarşiyi kapsayan tek bir bileşik göreceli önemler vektörü elde edilmektedir (Deniz,

1999). Diğer bir deyişle matrisler üzerinde uygulanan matematiksel işlemler yardımıyla her bir seçenek için ortalama birer puan elde edilir. En yüksek puanı alan seçenek, karar vericinin değerlendirmesine göre en uygun olan seçenek olarak belirlenir ve karar verme süreci sonuçlandırılır.

Ancak tez çalışması kapsamında önerilecek olan modelin kullanımını kolaylaştırmak amacıyla Münier (2004) tarafından uygulanan hesaplama yöntemi uygulanacaktır. Münier (2004) AHP yöntemi içerisinde matematiksel hesaplamalarda özdeğer vektörlerini hesaplamak yerine; daha pratik bir uygulama olan $\prod_i^n \bar{O}_i$ formülünün her bir satır için uygulanması yöntemiyle matematiksel işlemlerin gerçekleştirilmesini önermektedir. Formüle göre; “Ö”: ölçüt; “i”: ölçüt numarasıdır. Daha sonra ölçüt derecesinden kök alınması şeklinde hesaplanmıştır. Münier (2004) tarafından yapılan matematiksel işlemler aşağıda detaylandırılmış olup; AHP yöntemi kapsamında yapmış olduğu işlemler beş adımdan oluşmaktadır. Bu adımlar, üç farklı seçeneğin, belirlenen beş farklı ölçüte göre değerlendirildiği varsayılarak hazırlanmıştır. Seçenek satırları ve ölçüt satırları artabilir veya azalabilir.

İlk aşamada, belirlenen değerlendirme ölçütleri, Çizelge 4.4’te yer alan önem dereceleri kullanılarak ikili karşılaştırmalar şeklinde değerlendirilir. Eşit önem derecesine sahip ölçütler “1” rakamı kullanılarak puanlanır. İkili karşılaştırmalarda, belirlenen önem derecelerinin tersi durumlarında 1 rakamının, belirlenen önem derecesine oranı yazılır. Örneğin Ölçüt 1’in Ölçüt 2’ye göre önem derecesi 3 ise; Ölçüt 2’nin Ölçüt 1’e göre önem derecesi 1/3’tür. Çizelge 5.14 beş farklı ölçütün birbirleriyle karşılaştırılmasını göstermektedir.

Çizelge 4.4: Ölçüt değerlendirme çizelgesi.

	Ölçüt 1	Ölçüt 2	Ölçüt 3	Ölçüt 4	Ölçüt 5
Ölçüt 1	1	3			
Ölçüt 2	1/3	1			
Ölçüt 3			1		
Ölçüt 4				1	
Ölçüt 5					1

İkinci aşamada, her bir ölçüt için ağırlıklandırma yapılır. Ölçüt değerlendirme çizelgesinde her bir satırda yer alan değerler birbirleri ile çarpılarak ölçüt sayısı kadar kök derecesi alınır. Her bir ölçüt için bulunan kök değerler toplanır ve toplam satırına yazılır. Her bir kök değer, toplam değere bölünerek ölçüt ağırlıkları hesaplanır (Çizelge 4.5).

Çizelge 4.5: Ölçüt ağırlıkları çizelgesi.

Ölçütler	Ölçüt Değerlendirme Çizelgesinde Satırların Çarpımı	$\sqrt[5]{\text{Sütun 2}}$	Ölçüt Ağırlıkları
Sütun 1	Sütun 2	Sütun 3	Sütun 4
Ölçüt 1			
Ölçüt 2			
Ölçüt 3			
Ölçüt 4			
Ölçüt 5			
Toplam			
Sütun 2: Ölçüt Değerlendirme Çizelgesinde her bir satırın çarpılması sonucu elde edilen değer. Sütun 3: Sütun 2’de yer alan değerlerin 5. dereceden köklerinin alınması. Sütun 4: Sütun 3’te yer alan değerlerin toplam değere bölünmesi			

Üçüncü aşamada; ikinci aşamada açıklanan işlemler, her bir ölçüte göre seçenekler için ayrı ayrı uygulanarak her bir seçeneğin ağırlığı belirlenir (Çizelge 4.6.)

Çizelge 4.6 : Ölçüt n’e göre karşılaştırma.

Seçenekler	Seçenek 1	Seçenek 2	Seçenek 3	Çarpım	3. Dereceden Kök	Ağırlık
Seçenek 1						
Seçenek 2	“					
Seçenek 3						
Toplam						
n: 1, 2, 3, 4, 5,						

Dördüncü aşamada; ilk üç aşamadan elde edilen sonuçlar tek bir çizelgede toplanır. Çizelge 4.7’de ölçüt ağırlıkları ile seçeneklerin ölçütlere göre ağırlıkları yer almaktadır.

Çizelge 4.7: Ölçüt ağırlıkları ve seçeneklerin ölçütlere göre ağırlıkları.

Ölçütler	Ölçüt Ağırlıkları	Seçenek 1	Seçenek 2	Seçenek 3
Ölçüt 1				
Ölçüt 2				
Ölçüt 3				
Ölçüt 4				
Ölçüt 5				

Son aşamada; ölçüt ağırlıkları ile seçeneklerin ölçütlere göre ağırlıkları çarpılarak elde edilen sonuçlar Çizelge 4.8.’de bulunan ilgili sütunlara yazılır. Elde edilen sonuçlar her bir seçenek için alt alta toplama işlemi yapılarak toplam satırına yazılır. En yüksek değer alan seçenek seçilerek karar verme işlemi tamamlanır.

Çizelge4.8 : AHP değerlendirme çizelgesi.

Ölçütler	Ölçüt Ağırlıkları	Seçenek Ağırlıkları x Ölçüt Ağırlıkları		
		Seçenek 1	Seçenek 2	Seçenek 3
Ölçüt 1				
Ölçüt 2				
Ölçüt 3				
Ölçüt 4				
Ölçüt 5				
Toplam				

Timor (2011) tarafından AHP yönteminin; büyük ölçekli problemlerin değerlendirilmesinde de kullanılabilen esnek bir yapıda olması, nesnel ve öznel ölçütleri içeren problemlerin çözümü için uygun olması vb. özellikleri olumlu bulunmuştur. Diğer taraftan, değerlendirmeye yeni ölçütler eklenmesi halinde, değerlendirmenin en baştan yapılması zorunluluğu, yöntemin yargısal değerlendirmeler içermesi ve sonuçların analitik bir yolla doğrulama olanağının olmaması vb. özellikler AHP'nin olumsuz özelliklerindendir (Timor, 2011). Ayrıca karşılaştırma konusu olan seçeneğin güçlü ve zayıf yönlerinin ele alınmadan ikili karşılaştırmalar üzerinden kıyaslanması bir diğer olumsuz yönüdür. Yöntem, tek bir özelliği puanlamaya izin vermemekte tüm özellikleri ile kıyaslama yapılmasını sağlamaktadır AHP yönteminin kullanımına ilişkin çeşitli yazılımlar geliştirilmiş olup, bu yazılımlardan yaygın olarak bilinenler Expert Choice ve Super Decisions yazılımlarıdır (Velasquez ve Hester, 2013).

4.3 Bölüm Sonucu

Bu bölümde; Değer, Değerlendirme, Karar Verme ve Model kavramlarından bahsedilmiş ve Çok Ölçütlü Karar Verme Yöntemleri kısaca ele alınarak Analitik Hiyerarşi Yöntemi açıklanmıştır.

Tez çalışmasının İkinci Bölümde aktarıldığı üzere; Yapım süreci doğası gereği birden fazla alt süreçten oluşan, birden fazla aktörün dahil olduğu, çok değişkenli bir yapıdadır. Yapım sürecinin karmaşık yapısı belirsizlikler içerebilmektedir. Bu nedenle tez çalışması kapsamında önerilecek modelin öngörüye yönelik bir sezgisel karar verme ile sonuca yönelik analitik bir karar verme sürecini birlikte barındırması gerekmektedir. Bu bağlamda; sezgisel karar verme ile rasyonel karar verme süreçlerinin birlikte yer aldığı, karmaşık problemlerin sistematik biçimde çözümüne olanak sağlayan ve her kullanıcı tarafından kolaylıkla kullanılabilen, problemin büyüklüğüne ve hiyerarşik yapısına uygun olarak ölçeklendirilebilen, farklı özelliklerdeki seçenekleri farklı ölçütlere göre karşılaştırma olanağı sağlayarak, seçim yapmaya yarayan bir araç olan AHP yönteminin kullanılması uygun bulunmuştur.

5. YAPIM SÜRECİ ATIK YÖNETİM MODELİ (YS-AYM)

Bu bölümde yapım sürecinde çevresel etkinin azaltılmasına yönelik önerilen Yapım Süreci Atık Yönetim Modeli (YS-AYM) tanıtılmakta ve aşamaları ayrıntılı olarak açıklanmaktadır. Öncelikle Model kapsamında kullanılan temel kavramlara ilişkin tanımlar hakkında bilgi verilmiştir.

Yeniden kullanım; Tez çalışmasının 2. Bölümünde bahsedildiği üzere, Avrupa Komisyon Kararı ile Çevre ve Şehircilik Bakanlığı tarafından Avrupa Komisyon kararına uygun olarak hazırlanan Atık Yönetimi Yönetmeliği'nde; “ürünlerin ya da atık olmayan bileşenlerin tasarlandığı şekilde aynı amaçla kullanıldığı herhangi bir işlem” olarak tanımlanmıştır. Ancak YS-AYM kapsamında atığın farklı bir amaçla kullanıldığı uygulamalar da yeniden kullanıma dahil edilmiştir. Dahil edilme ölçütü; çevresel etkinin ihmal edilebilir düzeyde olacağı varsayımı üzerinden, atığın yeniden kullanım amacıyla sadece fiziksel değişime tabii tutulması olarak kısıtlanmıştır. Model kapsamında yeniden kullanım; atık-artık gereç, malzeme, parça ve bileşenin aynı amaçla veya farklı bir amaçla ek fiziksel değişim (ekleme, çıkarma, biçimlendirme vb) işlemi uygulanarak veya uygulanmayarak, yapım sürecine veya yapım süreci dışında herhangi bir üretim sürecine dahil olması işlemidir.

Geri dönüşüm; atık gereç, malzeme, parça ve bileşenin kimyasal özelliklerine göre ayrılarak, aynı ürünün üretim süreci veya farklı bir ürünün üretim sürecine dahil olmak üzere çeşitli işlemlere tabii tutularak (fiziksel ve kimyasal) dönüştürülme sürecidir. Atık Yönetimi Yönetmeliği'ne de uygun olarak enerji kazanımı amacıyla atığın kullanımı geri dönüşümün dışında tutulmuştur, ancak model kapsamında yapım atığının dolgu malzemesi olarak kullanımı geri dönüşüm olarak değerlendirilmektedir.

Geri kazanım; yapım süreci atığının yeniden kullanım ve geri dönüşümü olarak tanımlanmıştır.

Geri kazanım işlemleri; yapım süreci atığının fiziksel ve/veya kimyasal işlemlere tabi olarak temizlenmesi, onarımı vb. işlemler ile yeniden kullanılacak ve/veya geri dönüştürülecek duruma getirilmesi işlemleridir.

Atık Ayırma; yapım süreci atığının zararlılık durumu ile çeşitli özelliklerine göre (fiziksel/kimyasal özellikleri, işlev ve gereç, malzeme, parça, bileşen olarak bitirilmişlik düzeyleri) ayrı ayrı toplanması ve/veya şantiye oluşan atık yığını içerisinde sonradan ayrıştırılması işlemlerini kapsamaktadır.

Bertaraf; geri kazanım uygulamaları ile atıktan enerji kazanımı uygulamaları dışında kalan ve atıkların usulüne uygun olarak toprak üzerinde veya toprak altında düzenli depolanması uygulaması ile Atık Yönetimi Yönetmeliği'nde Ek-2/A'da yer alan işlemleri kapsayan uygulamalardır.

Geçici Depolama; yapım süreci atığının şantiye içinde ve/veya şantiye sahası dışında geçici olarak depolanması işlemidir.

Atık Envanter Listesi; Yapım süreci atığının, çeşitli niteliklerine göre sınıflandırıldığı çizelgelerdir.

Yapım Süreci Atığı; yapım sürecinde çeşitli nedenlerle oluşan (fazla sipariş, işçilik hatası, projede revizyona gidilmesi vb.) farklı işlev, üretim biçimi ve bitirilmişlik düzeyleri ile farklı boyut, şekil ve özelliklerde bulunabilen, yapım sürecine girdi olarak dahil olan ve süreç sonunda farklı miktar ve oranlarda artık haline dönüşebilen her türlü gereç, malzeme, parça, bileşen ve araçtır.

5.1 Modelin Amacı

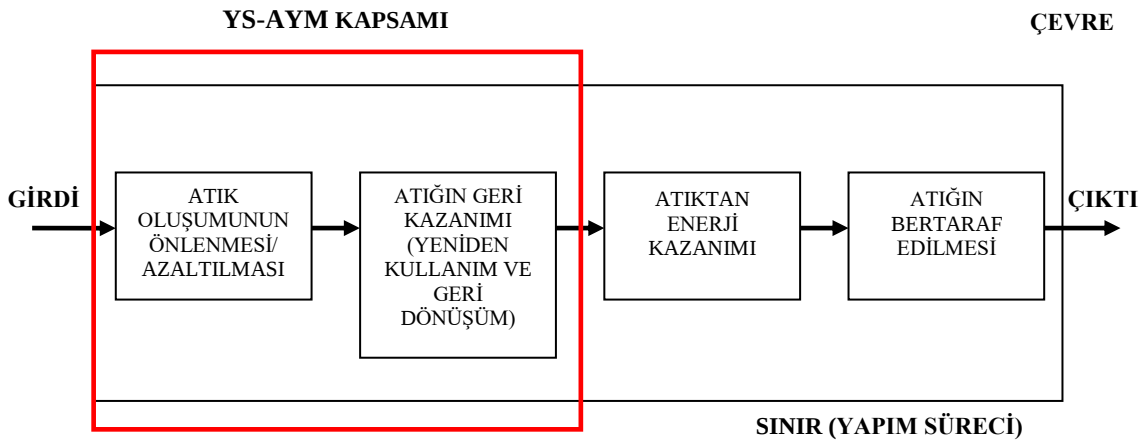
YS-AYM, yapım sürecinde ortaya çıkan atıkların yönetimine (azaltma/önleme, yeniden kullanım, geri dönüşüm) yönelik bir değerlendirme ve karar verme aracıdır. Modelde yapım sırasında ortaya çıkan atıkların önlenmesi/azaltılması ve geri kazanımının sağlanması/arttırılması ve geri kazanım seçenekleri arasından çevresel açıdan seçim yapılması amaçlanmaktadır. Böylelikle yapım sürecinde toplam çevresel etkinin azalacağı varsayılmaktadır. YS-AYM, literatür araştırması ve/veya model kapsamında önerilen veri toplama yöntemleri aracılığıyla elde edilen verilere dayalı temel prensipler (stratejiler) çerçevesinde çevresel açıdan karar vermeyi sağlayan bir araçtır. Modelin şantiyelerde, proje müdürü, şantiye şefi, kısım şefleri vb. pozisyonlarda görev alan mimarlar, inşaat mühendisleri gibi proje uygulayıcıları

ve yöneticileri tarafından kullanılması amaçlanmaktadır. Modelin sözü geçen hedef meslek grupları için çevresel açıdan yönlendirici bir araç olması hedeflenmektedir.

5.2 Kapsam

YS-AYM için; modelin “yapı üretim süreci içerisindeki kapsamı” ve modelin “atık yönetim uygulamalarına ilişkin kapsamı” olmak üzere iki tür kapsamdan söz etmek mümkündür. YS-AYM yapı üretim sürecinde yapım sürecini kapsamakta, aynı zamanda model kapsamında ana çerçeve olarak AYH’ye uyulmaktadır. Şekil 5.1’de YS-AYM’nin atık yönetimi açısından kapsamı yer almaktadır.

AYH, 2. Bölümde de açıklandığı gibi, çevresel açıdan tercih sırasına dayalı bir yaklaşım olup, sırasıyla; (i) Atık oluşumunun önlenmesi/azaltılması, (ii) Atığın yeniden kullanımı, (iii) Atığın geri dönüşümü, (iv) Atıktan enerji kazanımı ve (v) Atığın uygun şekilde yok edilmesi aşamalarından oluşmaktadır. AYH temel bir geri kazanım çerçevesi sunmakla birlikte, hangi atık türleri için hangi geri kazanım stratejilerinin uygulanmasının çevresel açıdan öncelikli olduğuna dair karar verme olanağı sağlamamaktadır. Bu bağlamda YS-AYM’de, AYH’de ilk sırada yer alan atık oluşumunun önlenmesi/azaltılması basamağına sadık kalınmıştır. Ancak YS-AYM’ye göre yapım sürecinde atık oluşumunun önlenmesi/azaltılması çevresel açıdan öncelikli tercihtir. YS-AYM’de ikinci ve üçüncü basamakta yer alan yeniden kullanım ve geri dönüşüm birlikte ele alınarak her bir atık türü için ayrı ayrı değerlendirme ve önceliklendirme yapılması ve bunun sonucunda çevresel açıdan en uygun seçeneğe karar verilmesi sağlanmaktadır.



Şekil: 5.1 : Yapım süreci atık yönetim modeli (YS-AYM kapsamı).

Model kapsamında Atık Yönetim Hiyerarşisinin sonraki adımları olan enerji üretimi ve atıkların uygun şekilde bertaraf edilmesi aşamalarına sadık kalınması önerilmekle birlikte, belirtilen konular farklı uzmanlık gerektirmesi sebebiyle tez kapsamı dışında bırakılmış, modelin alt aşamalarında ele alınmamıştır.

5.3 Zorunluluklar

YS-AYM'nin uygulanacağı şantiyenin yer aldığı bölgede yürürlükte olan ilgili yasa, yönetmelik ve standartlar zorunluluklar olarak belirlenmiştir. Yapım sürecinde atık yönetimi; şantiye alanına ulaşım koşulları, şantiye alanındaki depolama koşulları, şantiyenin bulunduğu arazideki iklim koşulları gibi şantiye olanakları ile doğrudan ilişkilidir. Bu sebeple, model kapsamında atık yönetim modeli uygulanacak şantiyelere özgü zorunluluklar oluşabilir. YS-AYM kapsamında; Çevre ve Şehircilik Bakanlığı tarafından Avrupa Birliği Komisyon Kararı'na (2008) uygun olarak hazırlanan ve 02.04.2015 tarihinde 29314 sayılı resmi gazetede yayınlanarak yürürlüğe giren Atık Yönetim Yönetmeliği esasları genel hatlarıyla kabul edilmektedir.

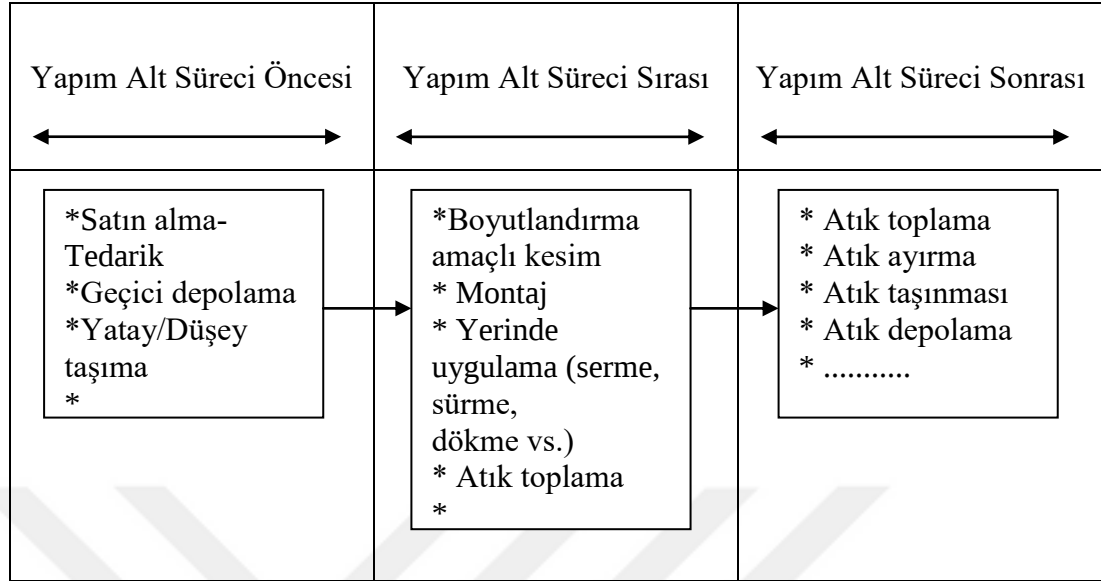
5.4 Kabuller ve Modelin Tanıtılması

YS-AYM, proje ve uygulamaya ait elde edilen bilgilerin model ortamında analiz edilerek şantiye ortamında yapım alt süreçlerinde atık önleme/azaltmaya yönelik önlemler alınması ve atık yönetimine ilişkin uygulamalar yapılması şeklinde bir yaklaşım ortaya koymaktadır. Bu bağlamda YS-AYM, içerdiği iş ve işlemin ait olduğu ana süreç(yapım süreci ve atık yönetim süreci) bakımından iki gruba ayrılmaktadır. Bunlar;

- Yapım sürecine ait (uygulamaya yönelik), iş programı ve planı dahilindeki iş ve işlemler (boyutlandırma, taşıma, depolama, yerinde uygulama vb.)
- Atık yönetimine ait iş ve işlemler (atık önleme/azaltma, atık ayırma, depolama, bertaraf, atık taşıma, yeniden kullanım, geri dönüşüm vb.)

YS-AYM kapsamında ele alınan, yapım sürecine ait sözü geçen iş ve işlemler ile atık yönetimi uygulamalarının üç farklı aşamada uygulanabileceği kabul edilmektedir. Bunlar; yapım alt süreci süreç öncesi, yapım alt süreci sırası ve yapım alt süreci

sonrası şeklindedir. Yapım sürecine ait uygulamaya yönelik iş ve işlemler ile atık yönetimine ait iş ve işlemlerden bazı örnekler Şekil 5.2’de yer almaktadır.



Şekil 5.2 : Yapım süreci iş ve işlemleri ile atık yönetimine ait iş ve işlemler ile uygulama aşamaları.

YS-AYM; yapım alt süreci uygulaması öncesinde ve uygulama sırası ve/veya sonrasında oluşabilecek olası atık türleri, oluşum nedenleri ve olası atık nitelikleri gibi atık oluşumuna ilişkin temel öngörüler üzerinden;

- Yapım alt süreci uygulaması öncesinde, uygun atık yönetim stratejilerinin belirlenerek atık oluşumunun azaltılması/önlenmesi,
- Yapım alt süreci uygulaması sırasında, atık yönetimine ilişkin önlemlerin alınması ve uygulanması,
- Uygulama sonrasında oluşan atıkların; tür, miktar vb. çeşitli nitelikleriyle kayıt altına alınarak şantiyede uygun atık yönetim stratejilerinin (bertaraf, atıkların uygun koşullarda depolanması vb.) uygulanması,
- Şantiye ortamında oluşan ve kayıt altına alınan bu atıkların uygun geri kazanım seçenekleri üzerinden geri kazanımlarının sağlanması yaklaşımlarını ortaya koymaktadır.

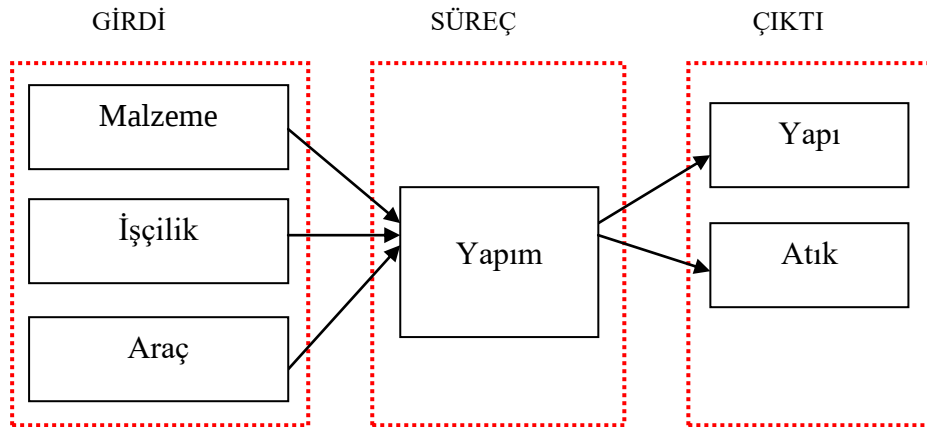
YS-AYM kullanıcılarına atık azaltma ve geri kazanım için sadece seçenekler arasından seçim yapma şeklinde bir yaklaşım ortaya koymamakta, sistemli bir düşünce pratiği ile kendi çözümünü üretme ve ortaya koyma olanağı da sunmaktadır. Sözü edilen esnekliğin yapım sürecinin çok değişkenli bir süreç olması ve tüm

seçeneklerin ortaya koyulma olanađı bulunmaması gibi kısıtlamaları ortadan kaldıracıebileceđi dűşűnűlmektedir.

Model aynı zamanda geliştirilebilir bir yapıdadır. Örneğin gelişen teknoloji ve çeşitlenen malzeme kullanımı gibi değişikliklerle birlikte yeni azaltma ve önleme stratejileri gelişebilir, modelde bu stratejileri ekleme olanağı bulunmaktadır.

YS-AYM kapsamında; yapım sürecine ve atık yönetimine ilişkin verilerin sistemli bir şekilde ele alınarak, tüm girdi, çıktı ve süreçlerin takip edilebilmesi için bir kodlama sistemi geliştirilmiş olup, modelin ileride bir yazılım haline dönüşeceği varsayılmaktadır.

Tez çalışmasının 2. Bölümünde aktarıldığı üzere, yapım süreci doğası gereği birçok alt süreçlerden oluşmakta olup, tüm bu süreçlerdeki girdi ve çıktılar uygulanan projeye özgü farklılıklar içermektedir. Yapımda yer alan kaynaklar; işçilik, araç ve malzeme olarak üç ana başlık altında toplanmaktadır. YS_AYM kapsamında yapım süreci girdileri olarak ifade edilen bu kaynaklar, yapım süreci sonunda çıktıları olan yapı ile yapım atığı türleri ve özellikleri üzerinde doğrudan etkilidirler. Şekil 5.3'te yapım süreci girdi, süreç ve çıktı ilişkisi yer almaktadır. Şekildeki malzeme kelimesi çeşitli bitirilmiş düzeylerinde (gereç, parça, bileşen, eleman) bulunabilen ürünleri ifade etmektedir.



Şekil 5.3 : Yapım süreci girdi-süreç-çıkıı ilişkisi.

Model kapsamında ele alınan yapım süreci girdi, süreç ve çıktılarına ait açıklamalar aşağıda yer almaktadır.

Yapım Süreci Malzeme Girdileri: YS-AYM kapsamında yapım sürecine dahil olan malzeme girdilerine ait bitirilmişlik düzeyleri; gereç, parça, bileşen ve eleman

(GPBE) olarak belirlenmiştir. GPBE’ler çeşitli biçimlerde bulunabilmektedir. Model kapsamında ele alınan biçimler Plowden Sınıflandırma sisteminden yararlanılarak oluşturulmuş olup, biçimler ve kodları Çizelge 5.1’de yer almaktadır.

Çizelge 5.1: YS-AYM biçimler ve kodları (Özkan, 1976’dan uyarlandı).

Biçim	Plowden Sınıflandırma sistemine göre biçimler
BÇ1	Tuğlalar, bloklar ve diğer prizmatikler
BÇ2	Levhalar, Düz ve rijit pano ve plaklar,
BÇ3	Karolar, kiremitler ve kaplanmış levhalar
BÇ4	Boşluklu prizmatikler
BÇ5	Boşluklu pano ve plaklar
BÇ6	Hasırlar ve diğer delikli levhalar
BÇ7	Parça ve profiller
BÇ8	Delinmiş boşluklu biçimler
...	

Yapım Süreci İşçilik ve Araç Girdileri: Yapım sürecinde yer alan işçilik ve araçlar için CBC sınıflandırma sistemi ile Özkan (1976) sınıflandırma sisteminden yararlanılmıştır. Çizelge 5.2 ve Çizelge 5.3’te YS-AYM kapsamında kullanılan yapım sürecinde yer alan işçilik ve araçlar ile kodları yer almaktadır.

Çizelge 5.2 : YS-AYM’de kullanılan işçilik kodları (Özkan, 1976’dan uyarlandı).

İşçilik Kodu	Yapım Sürecinde Yer Alan İşçilik
KRM	GPBE’lerin korunması için gerekli işçilik
DST	GPBE’lerin desteklenmesi için gerekli işçilik
TŞM	GPBE’lerin kullanılması, elle ve makinelerle taşınması ile ilgili işçilik
BİÇ	GPBE’lerin biçimlendirilmesine ilişkin işçilik
KZM	Kazma ve delmeye ilişkin işçilik
İM	Malzemenin yerine konması inşaat ve montaj ile ilgili işçilik
BİT	Bitirme işlemleri ile ilgili işçilik (Badanacılık, boyacılık, cilacılık...)
TEM	Temizlik işleri ile ilgili işçilik
...	

Çizelge 5.3 : YS-AYM’de kullanılan araç kodları (Özkan, 1976’dan uyarlandı).

Araç Kodu	Yapım Sürecinde Yer Alan Araçlar
a.KRM	Koruma için araçlar (örtüler, parmaklıklar, barakalar...)
a.DST	Destekleme için araçlar (iskeleler, payandalar, kuşaklamalar...)
a.TŞM	Taşıyıcılar ve iş araçları (kamyonlar, vinçler, tekerlekli ve paletli taşıma araçları...)
a.BİÇ	Biçimlendirici araçlar (germe ve çekme araçları, kalıplar, planyalar, testereler...)
a.KZM	Kazıcı ve deliciler (ekskavatörler, matkaplar...)
a.İM	Malzeme veya birleşeni yerine koymak için araçlar
a.BİT	Bitirme ve onarım için gerekli araçlar
a.TEM	Temizlik için gerekli araçlar
...	

Yapım Süreci İşlemleri: YS-AYM kapsamında, yapım sürecinde atık oluşumuna etki eden ölçütlerin belirlenebilmesi için, yapım süreci ve süreç girdileri her bir yapım alt süreci için ayrıntılı bir şekilde analiz edilir. Yapım süreci işlemlerine ait kodlar Çizelge 5.4’te yer almaktadır.

Çizelge 5.4 : Yapım süreci işlemleri.

ÇIKARMA		EKLEME		BİÇİMLENDİRME	
Ç1	Kesme	E1	Organik birleşim (yapıştırma, soğuk ve sıcak pres vb.)	B1	Yeniden biçimlendirme
Ç2	Öğüterek Çıkarma	E2	Kaynakla birleşim	B2	Plastik biçimlendirme
Ç3	Vurarak Delme	E3	Mekanik birleşim (perçinleme, vidalama, bulonlama, kıvrak parçaların birbirine geçirilmesi vb)	B3	Döküm
Ç4	Oyarak delme	...	...	...	...
Ç5	Rendeleme				
Ç6	Zımparalama				
Ç7	Parlatma				
....					

YS-AYM kapsamında, yapım sürecinde uygulanan tüm bu işlemlerin, çeşitli bitirilmişlik düzeylerinde olan süreç girdilerine (GPBE) çeşitli etkileri olduğu varsayılmaktadır. Tüm bu olası etkiler Çizelgede 5.5'te verilmiştir.

2. Bölümde belirtildiği üzere herhangi bir üretim sürecinde atık yönetim uygulamalarının etkin bir şekilde yürütülebilmesi için, öncelikle atıklara ilişkin atık türü, atık miktarı, atık oluşum nedeni vb. verilerin tanımlanması gerekmektedir. YS-AYM kapsamında, Tez Çalışmasının 3. Bölümünde gerçekleştirilen Türkiye'de yapım süreci atık yönetim uygulamalarının belirlenmesine yönelik görüşme çalışmalarından elde edilen veriler ile literatür araştırması sırasında elde edilen verilere dayalı olarak hazırlanan olası atık nedenleri ve kodları çizelgesinden (Çizelge 5.6) yararlanılmıştır. Ayrıca atık önleme/azaltma ile yeniden kullanım ve geri dönüşüme yönelik bilimsel araştırma sonuçları, teknik raporlar, veri tabanları (WRAP vb.) gibi literatürde yer alan veriler ile tez çalışması kapsamında gerçekleştirilen Türkiye'de yapım süreci atık yönetim uygulamalarının belirlenmesine yönelik görüşme çalışmaları sonuçlarında yer alan atık yönetim stratejileri ve literatürde yer alan atıkların geri kazanım yöntemlerine ilişkin bilgiler kullanılmıştır.

Çizelge 5.5 : Yapım süreci işlemlerinin GPBE’ye olası etkileri.

YAPIM SÜRECİ İŞLEMLERİ		YAPIM SÜRECİ İŞLEMLERİNİN GEREÇ, PARÇA, BİLEŞEN VE ELEMANA (GPBE) OLASI ETKİLERİ
ÇIKARMA	Kesme	Özgün boyutun değişmesi
		Özgün formun değişmesi
		
	Öğütterek Çıkarma	Özgün boyutun değişmesi
		Özgün formun değişmesi
		
	Vurarak Delme	Özgün formun değişmesi
		Malzemenin uygulanan basınç sonrası deforme olması
		
	Oyarak Delme	Özgün formun değişmesi
		Özgün boyutun değişmesi
		
BİÇİMLENDİRME	Rendeleme	Özgün boyutun değişmesi
		
		
	Zımparalama	Yüzey özelliklerinin değişmesi (Pürüzlü/ Pürüzsüz vb)
		
		
	Parlatma	Yüzey özelliklerinin değişmesi (Pürüzlü/ Pürüzsüz vb)
		
		
		
EKLEME	Yeniden Biçimlendirme	Özgün boyutun değişmesi
		Özgün formun değişmesi
		
	Plastik Biçimlendirme	Boyut değişmesi
		Formun değişmesi
		Kimyasal özelliklerin değişmesi
		
	Döküm	Boyut
		Form
		Kimyasal özelliklerin değişmesi
		
		
EKLEME	Organik birleşim (yapıştırma, soğuk ve sıcak pres vb.)	Özgün boyutun değişmesi
		Özgün formun değişmesi
		Bitirilmişlik düzeyinin değişmesi
		Farklı malzemelerin birbiri ile kirlenmesi
		
	Kaynakla Birleşim	Özgün formun değişmesi
		Özgün boyutun değişmesi
		Bitirilmişlik düzeyinin değişmesi
		
	Mekanik Birleşim (perçinleme, vidalam, bulonlama, kıvrarak parçaların birbirine geçirilmesi vb)	Özgün formun değişmesi
		Özgün boyutun değişmesi
		Bitirilmişlik düzeyinin değişmesi
		
		

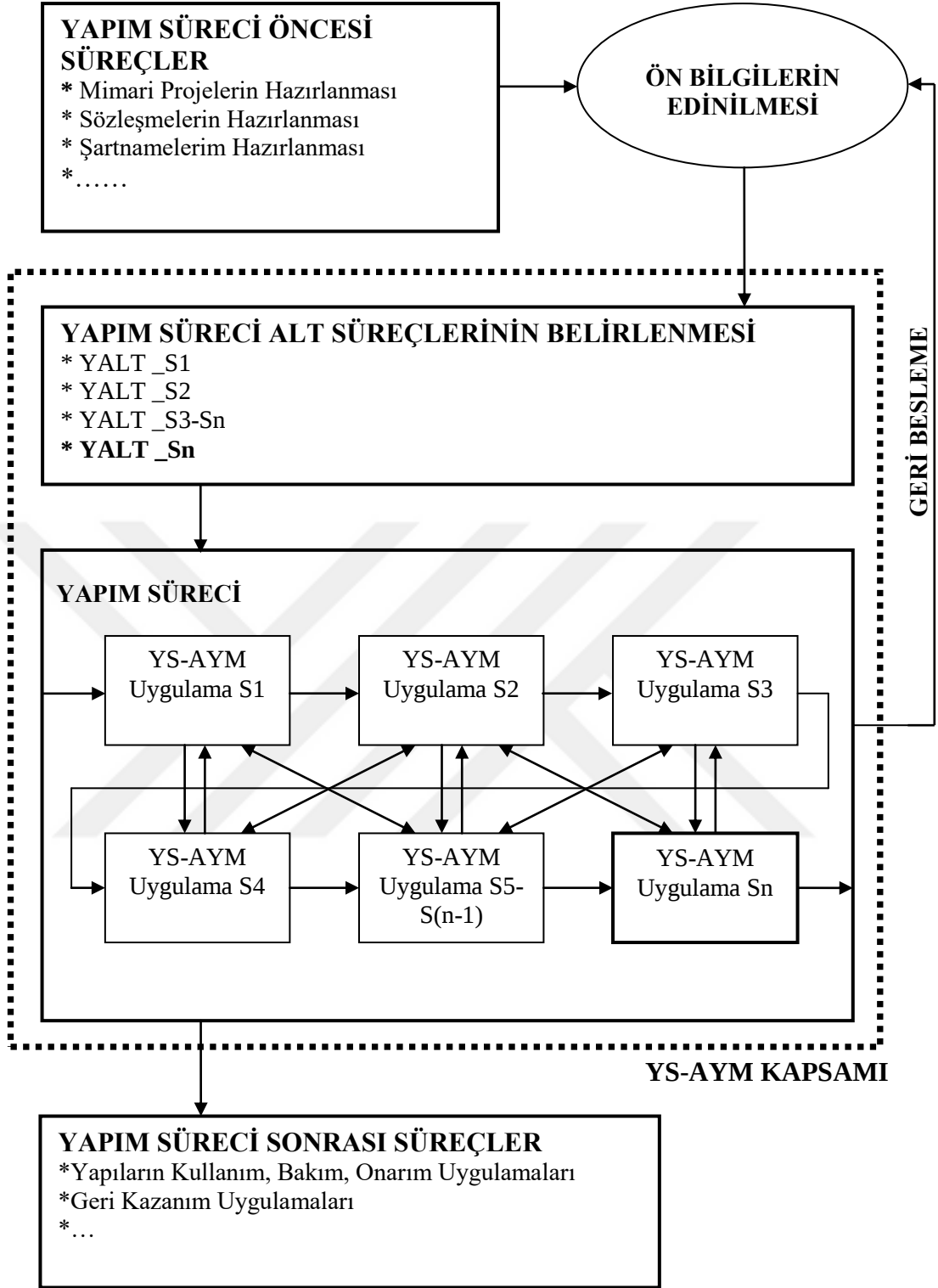
Çizelge 5.6 : Yapım süreci atık oluşum nedenleri.

Atık Oluşum Nedenleri (AN)	
AN1.	Yapım sürecinde revizyon yapılması
	(a) Kullanıcı (Müşteri) isteği kaynaklı revizyon
	(b) Uygulama sırasında karşılaşılan ön görülemeyen zorluklar kaynaklı revizyon (zemin durumu, maliyete ilişkin gerekçeler vb.)
	
AN2.	Yapım süreci doğası gereği atık oluşum nedenleri
	(a) Boyutlandırma amaçlı kesim
	(a1) Malzemenin ekonomik olmayan bir biçimde kesilmesi
	(b) Ürün ambalajları
	(c) Uygulama sırasında kullanılan tüketilmeyen malzemelerin kullanım ömrünün sonlanması
	(d) Taşıma sırasında kullanılan ürünlerin (ahşap paletler vb.) tedarikçi tarafından şantiyede bırakılması
	(e) Uygulama sonrası geçici koruma amaçlı malzeme kullanımı (Seramik zemin kapmasının üzerine karton serilmesi vb.)
	(f) İş güvenliği, geçici barınma gereksiniminin karşılanması vb. gerekçelerle şantiyede geçici amaçlı yapılan imalatlar.
	
AN3.	Tasarım ve detaylandırma hataları
	(a) Malzemenin detaydaki kullanım amacına uygun olmayan malzeme secimi (Örneğin yeterli dayanımı göstermeyen malzeme)
	(b) Detaylandırma hataları
AN4.	İşçilik ve uygulama hataları
	(a) İşçilik tanımlarının malzeme nitelikleri ile örtüşmemesi
	(b) Araç tanımlarının malzeme nitelikleri ile örtüşmemesi
	(c) Süre baskısı kaynaklı işçilik hataları
	
AN5.	Koordinasyon ve denetim hataları
AN6.	Şantiyeye özgü koşullar
	(a) Malzemelerin şantiye içinde kaybolması, uygulama sonrası bulunması
	(b) Şantiyede yapılan geçici özel imalatlar
	
AN7.	Depolama
	(a) Depolama düzeni kaynaklı atık oluşumu
	(b) Depolama koşulu kaynaklı (nem, ısı, rüzgar vb.)
AN8.	Mobilizasyon (şantiye içerisinde malzemenin yatay/düşey taşınması) hataları
	(a)İşçi gücüyle taşıma sırasında oluşan hatalar
	(b) Makine gücüyle taşıma sırasında oluşan hatalar
AN9.	Tedarik hataları
	(a)Fazla sipariş
	(b) Hatalı sipariş
	(c)Tedarikçi kaynaklı hatalar.
	
AN10.	Diğer Nedenler
	Olumsuz hava koşulları
	

5.5 YS-AYM Aşamaları

YS-AYM uygulaması; mimari projelerin hazırlanması, onaylanması, teknik şartnamelerin hazırlanması, yüklenici ve alt yüklenicilerle sözleşmelerin yapılması, proje planlama ve programlarının hazırlanması vb. süreçler sonrası şantiyede uygulama işlemlerinin başlamasıyla birlikte başlamakta ve şantiyedeki tüm bu uygulama süreci içerisinde devam etmektedir (Şekil 5.4). Ancak YS-AYM kapsamında yapım sürecine ait süreç öncesi üretilen bilgi ve belgelerden yararlanılmaktadır. Model kapsamında, yapım öncesindeki süreçlere ait bilgiler ile atık yönetimi uygulamalarına ilişkin bilgilerin toplandığı bu süreç “Ön Bilgilerin Edinilmesi” olarak adlandırılmaktadır. Projede yer alan eylemler; model kapsamında “süreç” ve “alt süreç” olarak tanımlanmış ve her bir yapım alt süreci belirli kodlarla adlandırılmıştır. Kullanıcı süreçler arasındaki ilişki türlerinden yararlanarak geçiş yapabilmekte veya sadece seçeceği belirli olan süreçler için değerlendirme yapabilmektedir. Şekil 5.4’te yer alan oklar bu değerlendirme sürecinde alt süreçler arasındaki olası geçişleri ifade etmektedir. Alt süreçler arası ilişki tiplerinin belirlenebilmesi için YS-AYM kapsamında, daha önce hazırlanmış olduğu varsayılan ve alt süreçler arasında öncelik, sonralık ve beraberlik ilişkilerinin belirlenmiş olduğu iş programlarından yararlanılmaktadır. İş programlarında; iş kalemi kodları, işin tanımı, işin süresi, takip eden iş kalemlerinin kodları, takip eden iş kalemleri ile öncelik ilişkisi durumu, gecikme varsa gecikme süresi bilgilerinin yer aldığı varsayılmaktadır. Model kapsamında, yapım yönetiminde yaygın olarak kullanılan kutu diyagramları, çubuk diyagramları ve denge diyagramları ile diğer bir şebeke diyagram türü olan ok diyagramları gibi proje planlama ve programlama tekniklerinden yararlanma olanağı bulunmaktadır.

İş programlarının oluşturulmadığı küçük ölçekli şantiyelerde ise, Model kullanıcısına süreç ve alt süreçler ile bu süreçlerin ilişki durumlarına ilişkin belgelerin düzenlenmesi olanağı da sunmaktadır. YS-AYM kapsamında, süreç ve alt süreçler arasında bulunan ilişki tipleri ise; proje planlama ve programlama tekniklerinde kullanılan C tipi ilişki, S tipi ilişki ve F tipi ilişki tipleri olarak belirlenmiştir. İş plan ve programlarında tanımlı bulunan her bir alt sürece ait eylem süreleri; karmaşıklığa sebep olacağı ve geri kazanıma doğrudan etki etmeyeceği düşünülerek model kapsamında değerlendirmeye alınmamıştır. Şekil 5.4’te temel akış şeması verilen YS-AYM’nin adımları, izleyen alt başlıklarda açıklanmıştır.

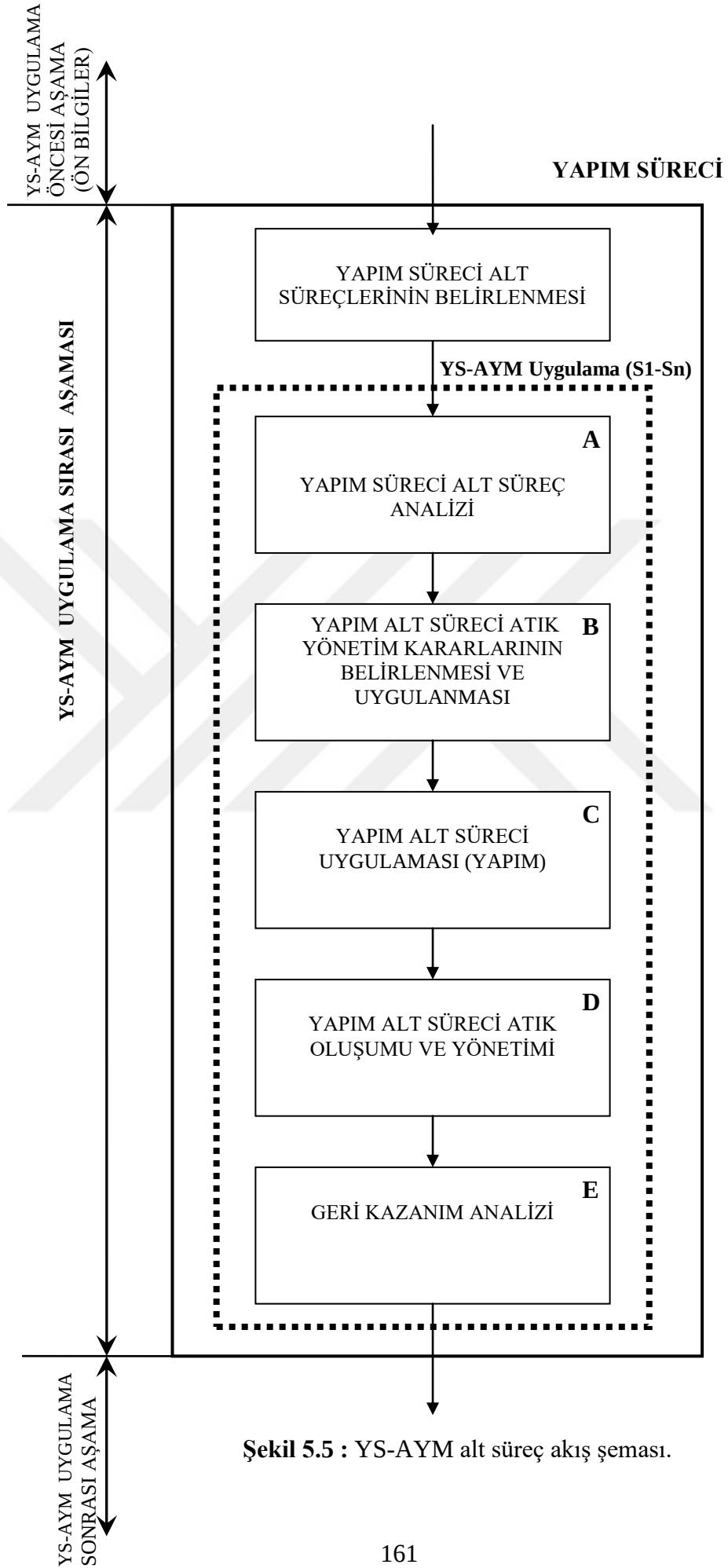


Şekil 5.4 : YS-AYM temel akış şeması.

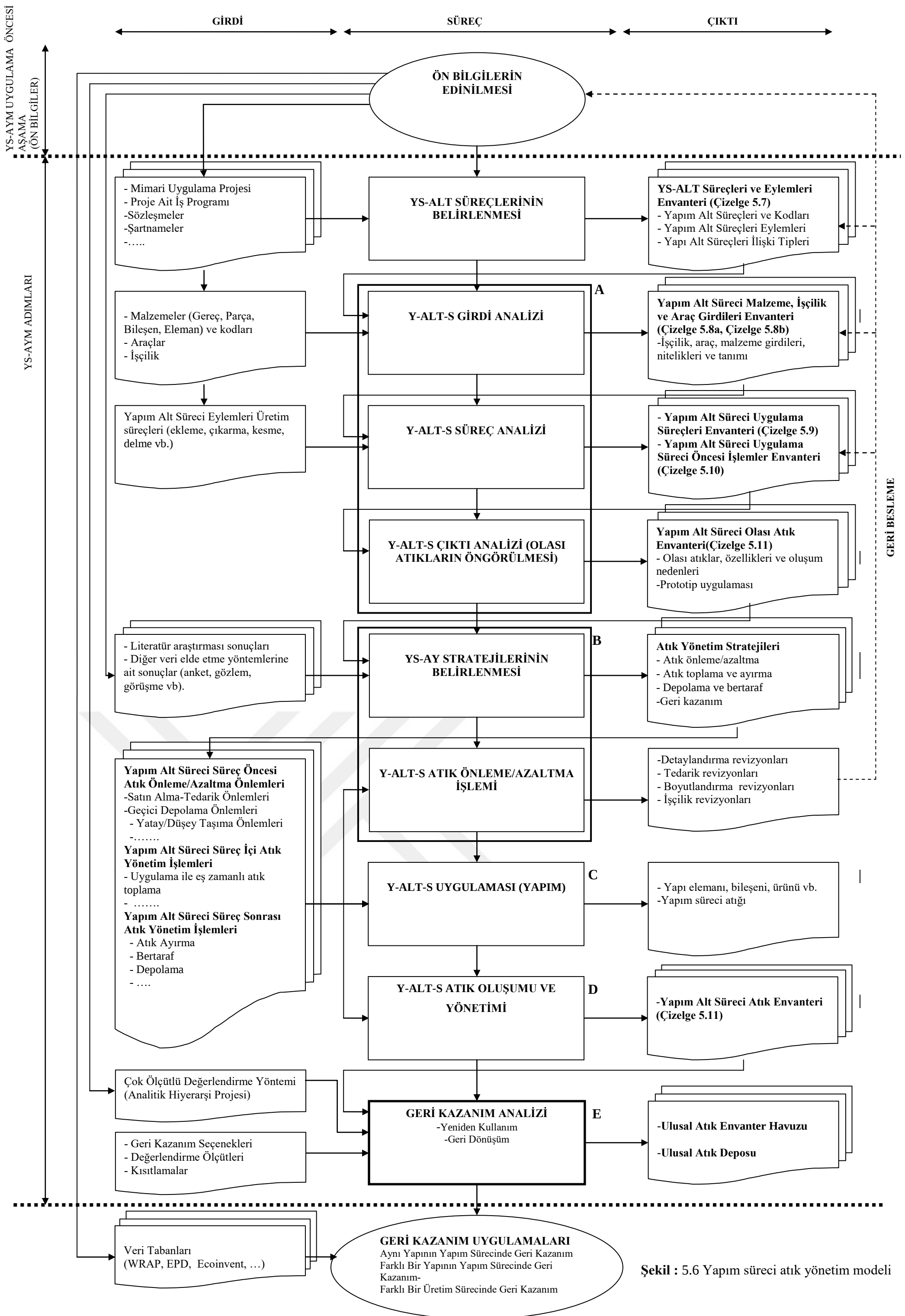
5.5.1 YS-AYM uygulama öncesi ön bilgilerin edinilmesi

Modelin uygulanması öncesi ön bilgilerin edinilmesi sürecinin gerçekleştirilmesi gerekmektedir. Bu aşamada, uygulaması yapılacak olan yapıya ait mimari uygulama

projeleri, iş programı, sözleşmeler, şartnameler, satın alma bilgileri, şantiye depo olanakları, yönetmelikler vb. bilgiler edinilmektedir. Atık yönetimine ilişkin literatür araştırması yapılarak; modelin uygulanacağı bölgede yürürlükte olan yasal düzenlemeler, yerel veriler, istatistikler, standartlar, komisyon kararları, araştırma raporları, basılı veya dijital olarak yayınlanmış çeşitli bilimsel çalışmalar (makale, kitap vb.) ile atık yönetimi ve geri kazanımla ilgili benzetim programlarına ait veri tabanları vb. bilgiler toplanır. Modelin uygulanacağı bölgede (ülke, şehir vb.) yapım süreci atık yönetimi uygulamalarına ilişkin yerel verilerin bulunmaması durumunda, yapım süreci atık yönetimine ilişkin mevcut uygulamaların tespitine yönelik gözlem, anket ve görüşme gibi veri elde etme yöntemleri kullanılır. Ayrıca veri elde etmeye yönelik yapılandırılmış veya yarı yapılandırılmış görüşmelerin kullanılması da önerilmektedir. Varsa projeye ait atık yönetim planı ve kararları edinilir. Modelin uygulanacağı yapım sürecinde revizyonların olması durumunda; gereksinim duyulan bilgilerin güncellenebilmesi için, mimari uygulama projesine ait verilerin elde edildiği ön bilgi edinme sürecine geri dönülmesi (geri besleme) olanağı da bulunmaktadır. Bu dönüş, modele zaman içerisinde teknolojik gelişmelere paralel olarak yapım süreci malzeme ve teknoloji kullanımı vb. değişikliklere uyarlanabilir olma özelliği kazandırmaktadır. YS-AYM, işkırılım yapısına uygun olarak her bir alt süreç kendi içerisinde değerlendirilecek şekilde kurgulanmış olup, ön bilgilerin edinilmesi sonrası modelin uygulanacağı alt süreç veya süreçler belirlenmektedir. Yapım sürecinde yer alan bir alt sürece ait “Alt Süreç Akış Şeması” Şekil 5.5’te yer almaktadır. YS-AYM bir dizi analiz, karar ve uygulama süreçlerini içermekte olup, Şekil 5.6’da Yapım Süreci Atık Yönetim Modeli; girdi, süreç ve çıktı ilişkisi içerisinde sunulmuştur. Alt Süreç Akış Şemasında, alt sürecin belirlenmesi sonrasında, yapım alt sürecine ait bilgilerinin ortaya konulduğu bir analiz aşaması olan “Yapım Süreci Alt Süreç Analizi (A)” aşaması yer almaktadır. Bir sonraki aşama ise, bir karar ve uygulama aşaması olan “Yapım Alt Süreci Atık Yönetim Kararlarının Belirlenmesi ve Uygulanması (B)” aşamasıdır. “Yapım Süreci Alt Süreç Analizi ile “Yapım Alt Süreci Atık Yönetim Kararlarının Belirlenmesi ve Uygulanması” aşamaları birden fazla adımdan oluşmakta olup, sözü geçen aşamalara ait adımlar ile sonraki aşamalar olan “Yapım Alt Süreci Uygulaması (Yapım) (C)”, “Yapım Alt Süreci Atık Oluşumu ve Yönetimi (D)” ve “Geri Kazanım Analizi (E)” aşamalarına ait adımlar ilgili başlıklar altında açıklanmıştır.









5.5.2 Yapım süreci alt süreçlerinin belirlenmesi

Bu aşamada; ön bilgilerin edinilmesi aşamasında elde edilen verilerden yararlanılmakta olup, uygulaması yapılacak yapım sürecine ait bilgilerin işlenebilir hale getirildiği bir veri düzenleme aşamasıdır. Bu aşamada; yapım yönetimi aşamalarından planlama sırasında oluşturulan verilerden yararlanılarak, modelin uygulanacağı yapım sürecinde yer alan alt süreçler, alt süreçlere ait eylemler ile tüm bu alt süreç eylemlerinin birbiriyle ilişki tipleri (başlangıç-bitiş vb.) belirlenir. Tüm alt süreçlere ve alt süreç eylemlerine ait kodlar belirlenerek, “Yapım Alt Süreçleri ve Eylemleri Envanteri” (Çizelge 5.7) şeklinde belgelendirilir. YS-AYM’nin işletileceği alt süreç seçilerek yapım alt süreci girdi analizine geçilir. Örneğin temel yapımı alt süreci seçilerek, YALT_S1 olarak kodlanabilir. YALT; “yapım alt” kelimelerini; “S” harfi süreç kelimesini; “1” rakamı ise süreç numarasını ifade etmektedir. Temel yapımı alt süreci eylemlerinden, temel kazı sınırlarının zemine işaretlenmesi alt süreç eylemi YALT_S1_A olarak kodlanabilir. YALT_S1_A alt süreç eylem kodunda “A” harfi alt süreç eylemini ifade etmektedir. Herhangi bir şantiyede tek bir yapım alt süreci için uygulama yapılması istenildiği durumlarda, “Yapım Alt Süreçleri ve Eylemleri Envanterinde” yer alan “Alt süreç ilişkili eylem adı” ile “Alt süreç eylem ilişkisi tipi” sütunları doldurulmayacaktır.

5.5.3 Yapım alt süreci girdi analizi

Bu aşamada, uygulaması yapılacak yapım alt sürecinin işçilik, araç, malzeme girdileri ve bu girdilere ait bilgiler ve kodlar belirlenir ve tüm girdiler alt süreç ve alt süreç eylem kodları ile ilişkilendirilir. Tüm bu bilgiler “Yapım Alt Süreci Malzeme Girdileri Envanteri” (Çizelge 5.8a) ile “Yapım Alt Süreci İşçilik ve Araç Girdileri Envanteri” (Çizelge 5.8b) şeklinde belgelendirilir. Yapım Alt Süreci Malzeme Girdileri Envanterinde, alt süreç malzeme girdilerine ait gereksinim miktarı, bitirilmişlik düzeyi, malzemenin alt süreçteki kullanım amacı, malzemenin biçimi, formu, boyutu gibi nitelikleri ile performans özellikleri yer almaktadır. Yapım Alt Süreci Malzeme Girdileri Envanterinde yer alan nitelikler; şantiyeye veya üretimi yapılacak alt sürece göre (renk, yüzey özelliği vb. malzemeye ilişkin özellikler) çeşitlenebilmektedir. Yapım Alt Süreci İşçilik ve Araç Girdileri Envanterinde ise, yapım alt sürecinde yer alan işçilik ve araçlar belirlenerek, alt süreç, alt süreç eylemleri ve alt süreçlerde kullanılan malzeme girdileri ile ilişkilendirilir ve işçilik ve

araç tanımları yapılır. İşçilik ve araç kodları için “Yapım Sürecine Ait Kabuller” başlığı altında belirlenen kodlardan yararlanılır. Yapım alt süreci malzeme girdilerinden tüketilmeyen özellikteki malzemeler ile zararlı nitelikteki malzemeler ayrıca ifade edilmektedir.



Çizelge 5.7 : Yapım alt süreçleri ve eylemleri envanteri.

ALT SÜREÇ KODU	ALT SÜREÇ ADI	ALT SÜREÇ EYLEM KODU	ALT SÜREÇ EYLEM ADI	ALT SÜREÇ İLİŞKİLİ EYLEM ADI	ALT SÜREÇ EYLEM İLİŞKİ TİPİ
YALT_S1		YALT_S1_A	.....	.....	.....
		YALT_S1_B	.....	.....	.....
		YALT_S1_C	.....	.....	.....
					
YALT_S2		YALT_S2_A	.....	.....	.....
		YALT_S2_B	.....	.....	.....
		YALT_S2_C	.....	.....	.....
					



Çizelge 5.8a : Yapım alt süreci malzeme girdileri envanteri.

ALT SÜREÇ KODU	ALT SÜREÇ EYLEM KODU	MALZEME KODU	MALZEME ADI	GİRDİ (MALZEME) NİTELİKLERİ																										
				MİKTARI		BİTİRİLMİŞLİK DÜZEYİ				KULLANIM AMACI				BİÇİMİ				FORMU		BOYUTU			PERFORMANS ÖZELLİKLERİ							
				GEREKSİNİM MİKTARI (Birim Uygulama için)	BİRİM (kg, m, m ² , ton vb.)	GEREÇ	PARÇA	BİLEŞEN	ELEMAN	AMÇ1. TAŞIMA	AMÇ2. KAPLAMA	AMÇ. 3 YALITIM (ISI, SU, SES)	....	BÇ1.TUĞLALAR, BLOKLAR	BÇ2. LEVHALAR, DÜZ VE RİJİT PANOLAR	BÇ3. KAROLAR, KİREMİTLER	.....	UYGULAMA FORMU	TEDARİK FORMU	UYGULAMA BOYUTU	TEDARİK BOYUTU	BİRİMİ (kg, m, m ² , ton vb.)	GEVREK-KIRILGAN	DÜŞÜK DARBE DAYANIMI	SU GEÇİRGENLİK	DÜŞÜK ISI DAYANIMI	....	....	....	
YALT_S1	YALT_S1_A																													
	YALT_S1_B																													
.....																														
																														
																														

Not: 1. Alt süreç girdilerinden tüketilmeyen özellikteki malzemeler ayrıca belirtilmelidir (Örneğin malzeme adı önüne * işareti konulması vb.)
2. Alt süreç girdilerinden zararlı özellikteki malzemeler ayrıca belirtilmelidir. (Örneğin malzeme adı önüne # işareti konulması vb.)

Çizelge 5.8b : Yapım alt süreci işçilik ve araç girdileri envanteri.

ALT SÜREÇ KODU	ALT SÜREÇ EYLEM KODU	MALZEME KODU	MALZEME ADI	MALZEME ZAYİAT ORANI (%)	İŞÇİLİK GİRDİ KODU								İŞÇİLİK GİRDİSİ TANIMI	ARAÇ GİRDİ KODU								ARAÇ GİRDİSİ TANIMI
					KRM	DST	TŞM	BiÇ	KZM	İM	BiT	...		a.KRM	a.DST	a.TaŞM	a.BiÇ	a.KZM	a.İM	a.BiT	...	
YALT_S1	YALT_S1_A																					
	YALT_S1_B																					
.....																						

5.5.4 Yapım alt süreci süreç analizi

Bu aşamada yerinde uygulanacak alt süreç ve alt süreç eylemlerinin barındırdıkları süreçler(ekleme, çıkarma, kesme, delme vb) ile yapım alt süreci öncesi işlemler (tedarik, nakliyat ve depolama) belirlenerek, tüm bu üretim süreçleri ve işlemler, malzeme kodları ile ilişkilendirilir. Elde edilen veriler “Yapım Alt Süreci Uygulama Süreçleri Envanteri” (Çizelge 5.9) ile “Yapım Alt Süreci Uygulama Süreci Öncesi İşlemler Envanteri” (Çizelge 5.10) olarak belgelendirilir.

5.5.5 Yapım alt süreci çıktı analizi (Olası atıkların öngörülmesi)

Yapım alt süreci uygulaması sırasında ortaya çıkabilecek olası atıklar ve olası atık oluşum nedenlerinin belirlendiği aşamadır. Analizler; “Yapım Alt süreci girdi analizi” aşamalarında hazırlanan alt sürece ait girdilerin “Yapım alt süreci süreç analizi” aşamasında belirlenen süreçlerle ilişkilendirilmesi yoluyla gerçekleştirilmektedir. Olası atıkların öngörülmesi sürecinde Yapım Alt Süreci Malzeme Girdileri Envanteri; Yapım Alt Süreci İşçilik ve Araç Girdileri Envanteri; Yapım Alt Süreci Uygulama Süreçleri Envanteri ile Yapım Alt Süreci Uygulama Süreci Öncesi İşlemler Envanterinde yer alan bilgilerden yararlanılarak, aşağıdaki temel değerlendirmelerin yapılması önerilmektedir.

- Yapım alt süreci malzeme girdisi gereksinim miktarı ile tedarik miktarının karşılaştırılarak, fazla sipariş sebebiyle oluşabilecek olası atığın belirlenmesi,
- Malzeme girdileri uygulama boyutu ile tedarik boyutunun karşılaştırılarak olası atıkların belirlenmesi,
- Malzeme girdileri uygulama formu ile tedarik formunun karşılaştırılarak olası atıkların belirlenmesi,
- Malzemenin performans özellikleri kullanım amacına uygunluğunun değerlendirilerek olası atıkların belirlenmesi,
- Ambalajlı malzemelerin olası ambalaj atıklarının belirlenmesi,
- Tüketilmeyen destek araç ve malzemelerin olası atık oluşumu durumlarının belirlenmesi,
- Yapım alt süreci işlemlerinin malzeme niteliklerine olası etkisi (Çizelge 5.5) aracılığıyla olası atık malzeme niteliklerinin belirlenmesi,

- Malzeme zayıflık oranları ile malzemenin tedarik boyutu ile uygulama boyutu arasındaki boyutsal uygunluktan yararlanılarak olası atık malzeme miktarlarının tahmini,
- Yukarıda yer alan değerlendirmeler çerçevesinde olası atık oluşum nedenlerinin belirlenmesi,
- Tüketilmeyen malzemelerin yeniden kullanım sayıları (örneğin ahşap kalıplar belirli bir kullanım süresi sonrası atık haline dönüşmektedir), alt süreç işlemlerinin tüketilmeyen malzemelere olası etkilerinin (olası deformasyon durumları vb.) değerlendirilerek olası tüketilmeyen atık malzeme ve niteliklerinin öngörülmesi,
- Yapım alt süreci malzeme girdilerine ait performans özellikleri üzerinden işçilik ve araç girdisi tanımlarının olası etkilerinin değerlendirilerek olası atıkların belirlenmesi (Örneğin gevrek-kırılgan özellikteki bir malzemeye uygun olmayan bir araç ile uygun olmayan bir işlem uygulanması malzemenin kırılarak atık haline dönmesine neden olabilir.),
- İşçilik ve araç tanımlarının incelenerek olası uygulama güçlükleri ve hataları belirlenerek atık oluşumunun öngörülmesi.

YS-AYM kapsamında, model kullanıcısının uzmanlığı ve uygulama (şantiye) tecrübesinden yararlanarak, Yapım Alt Süreci Malzeme Girdileri Envanterinde yer alan malzeme niteliklerinin şantiyeye veya üretimi yapılacak alt sürece göre (renk, yüzey özelliği gibi malzemeye ilişkin özellikler) çeşitlenmesiyle birlikte ek değerlendirmeler yapılması mümkündür.

Sözü geçen değerlendirmeler ile model kullanıcısı tarafından yapılabilecek ek değerlendirmeler sonucu oluşturulan olası atıklar ve özelliklerine ilişkin elde edilen öngörüler “Yapım Alt Süreci Olası Atık Envanteri” (Çizelge 5.11) olarak kaydedilir. Gerektiği durumlarda şantiyede üretilecek detayın 1/1 ölçekte prototip (şantiyelerdeki kullanım şekliyle “numune”) uygulaması yapılır. Elde edilen sonuçlar yapım alt süreci olası atık envanterine işlenir ve bir sonraki aşamaya geçilir.

5.5.6 Yapım süreci atık yönetim (YS-AY) stratejilerinin belirlenmesi

Ön bilgilerin edinilmesi aşamasında elde edilen yapım süreci atık yönetimi uygulamalarına ilişkin verilere dayalı olarak yapım süreci atık yönetim stratejilerinin

belirlendiği aşamadır. Bu aşamada belirlenen stratejiler yapım sürecine ilişkin genel önlemler olabileceği gibi, yapım alt süreçlerine özgü önlemler (yapım alt süreci öncesi; yapım alt süreci sırası, yapım alt süreci sonrası) de olabilmektedir.

5.5.7 Yapım alt süreci atık önleme/azaltma işlemi

Bu aşama; literatür araştırması ve/veya görüşme çalışması vb. yöntemlerle, ön bilgilerin edinilmesi aşamasında elde edilen verilere dayalı olarak belirlenen atık yönetim stratejilerinin uygulanmasını içermektedir. “Yapım Alt Süreci Çıktı Analizi (Olası Atıkların Belirlenmesi) aşamasında belirlenen olası atıklar ve olası atık oluşum nedenleri doğrultusunda, atık önlemeye ve/veya azaltmaya yönelik yapılabilir değişikliklerin olup olmadığı irdelenir ve varsa alınabilecek önlemler veya yapılması uygun olan revizyonlar belirlenir. Bu durumda; Ön Bilgilerin Edinilmesi, Yapım Süreci Alt Süreçlerinin Belirlenmesi (2. Aşama), Yapım Alt Süreci Girdi Analizi (3. Aşama) ve Yapım Alt Süreci Süreç Analizi (4. Aşama) aşamalarına geri dönülerek alt süreçte yer alan eylemler, girdiler ve süreçler üzerinde revizyona gidilir.

Revizyonların belirlenmesinde, özellikle boyutlandırma amaçlı kesim sırasında çıkabilecek atıkların azaltılmasına yönelik optimizasyon amaçlı oluşturulan benzetim programlarının kullanılması önerilmektedir. Örneğin cephe kaplama malzemesi üretimi ve uygulaması yapan bazı firmalar kesim sırasında atıkların minimizasyonunu sağlayan programlar kullanmaktadır. Atık önlemeye ve/oluşabilecek veya azaltmaya yönelik yapılabilir değişiklikler irdelenirken aşağıdaki değerlendirmelere başvurulabilir:

- Olası atık miktarının fazlalığı veya çeşitli nedeniyle üretim sırasında eş zamanlı atık toplama gerekliliğinin irdelenmesi,
- Boyut değişikliği olan malzemeler için, iş ve işlemleri dolayısıyla olası çevresel etkileri azaltacak şekilde uygulaması yapılacak detaya uygun boyutlarda malzeme tedarik etme olanağının irdelenmesi,
- Form değişikliği olan malzemeler için, iş ve işlemleri dolayısıyla olası çevresel etkileri azaltacak şekilde uygulaması yapılacak detaya uygun formlarda malzeme tedarik etme olanağının irdelenmesi,

- Olası atık malzemenin niteliği nedeniyle (zararlı atıklar dahil) özel atık ayırma, taşıma geçici depolama koşulları gerekliliğinin irdelenmesi,
- Olası atık malzemenin kimyasal özelliğini koruyacak önlemlerin irdelenmesi,
- Olası atık malzemenin farklı malzeme ile kirlenmesini önleyecek yöntemlerin irdelenmesi,
- Olası atık malzemenin yüzey özelliği koruyacak önlemlerin irdelenmesi,
- Olası atık malzemenin yüzey özelliği koruyacak önlemlerin irdelenmesi,

5.5.8 Yapım alt süreci uygulaması (Yapım)

Bu aşamada yapım alt sürecinin şantiye alanında (reel ortam) uygulaması gerçekleştirilmektedir. Uygulama sırasında, uygun atık yönetim stratejileri (örneğin; uygulamayla eş zamanlı atıkların toplanması) de uygulanır.

5.5.9 Yapım alt süreci atık oluşumu ve yönetimi

Yapım alt süreci uygulaması sırasında oluşan atıklar; miktar ve çeşitli özelliklerine göre “Yapım Alt Süreci Atık Envanteri” (Çizelge 5.12) oluşturularak kayıt altına alınır. Zararlı atıkların uygun şekilde şantiye alanından uzaklaştırılarak uygun koşullarda bertaraf edilmesi sağlanır. Yapım sırasında oluşan atıkların malzeme türlerine göre şantiye sahasında veya dışında olmak üzere ayrı ayrı toplanarak, atıkların uygun koşullarda depolanması gibi atık yönetim stratejileri uygulanır.

Çizelge 5.9 : Yapım alt süreci uygulama süreçleri envanteri.

ALT SÜREÇ KODU	ALT SÜREÇ EYLEM KODU	MALZEME KODU	MALZEME ADI	YAPIM ALT SÜRECİ İŞLEMLERİ																					
				ÇIKARMA								EKLEME								BİÇİMLENDİRME					
				Ç1. KESME	Ç2. ÖĞÜTEREK ÇIKARMA	Ç3. VURARAK DELME	Ç4. OYARAK DELME	Ç5. RENDELEME	Ç6. ZIMPARALAMA	Ç7. PARLATMA	ÇN.....	E1.ORGANİK BİRLEŞİM				E2. KAYNAKLA BİRLEŞİM	E3.MEKANİK BİRLEŞİM				B1. YENİDEN BİÇİMLENDİRME	B2. PLASTİK BİÇİMLENDİRME	B3.DÖKÜM	BN.....	
												E1.A.YAPIŞTIRMA	E1.B.SICAK PRES	E1.C.SOĞUK PRES			E3.A.PERÇİNLEME	E3.B. VIDALAMA	E3.C. BULONLAMA	E3.D. GEÇME (KIVIRARAK)					E3.N.....
YALT_S1	YALT_S1_A																								
	YALT_S1_B																								
....																									

Çizelge 5.10 : Yapım alt süreci uygulama süreci öncesi işlemler envanteri.

ALT SÜREÇ KODU	ALT SÜREÇ EYLEM KODU	MALZEME KODU	MALZEME GİRDİSİ SÜREÇ ÖNCESİ İŞLEMLER																										
			TEDARİK																NAKLİYAT								GEÇİCİ DEPOLAMA GEREKLİLİĞİ		
			TEDARİK MİKTARI	TEDARİK YÖNTEMİ	AMBALAJ	MALZEME AMBALAJINA AİT BİLGİLER								DESTEK ARAÇ VE MALZEME KULLANIMI	NAKLİYAT SIRASINDA KULLANILAN YARDIMCI ÜRÜN BİLGİLERİ														
						MALZEME	BİÇİM			BİRİM BOYUT	MİKTAR	MALZEME	BİÇİM		BİRİM BOYUT	MİKTAR													
			TEDARİK MİKTARI	BİRİM (kg, ton, m, m ² , vb.)	SATIN ALMA	GERİ KAZANIM	MALZEME AMBALÂJLI	MALZEME AMBALAJLI DEĞİL	MALZEME KODU	MALZEME ADI	BÇ1.TUĞLALAR, BLOKLAR	BÇ2.LEVHALAR-	BOYUTU	BİRİMİ (kg, ton, m, m ² , vb.)	MİKTARI	BİRİMİ (kg, ton, m, m ² , vb.)	DESTEK (TÜKETİLMEYEN) ARAÇ VE MALZEME KULLANIIMI YOK	DESTEK (TÜKETİLMEYEN) ARAÇ VE MALZEME KULLANIMI VAR	MALZEME KODU	MALZEME ADI	BÇ1.TUĞLALAR, BLOKLAR	BÇ2.LEVHALAR-	BOYUTU	BİRİMİ (kg, ton, m, m ² , vb.)	MİKTARI	BİRİMİ (kg, ton, m, m ² , vb.)	DEPOLAMA GEREKLİ	DEPOLAMA GEREKLİ DEĞİL	
YALT_S1	YALT_S1_A																												
YALT_S1_B																													
....	...																												

Çizelge 5.11: Yapım alt süreci olası atık envanteri.

ALT SÜREÇ KODU	ALT SÜREÇ EYLEM KODU	OLASI ATIK MALZEME KODU	OLASI ATIK MALZEME ADI	OLASI ATIK MALZEME OLUŞUM NEDENİ	OLASI ATIK MALZEME NİTELİKLERİ																	
					MİKTARI			BİTİRİLMİŞLİK DÜZEYİ		FORM DEĞİŞİKLİĞİ		BOYUT DEĞİŞİKLİĞİ		KİMYASAL ÖZELLİK		KİRLİLİK		YÜZEY ÖZELLİĞİ		DEFORMASYON		
					MOLASI ATIK MALZEME MİKTARI	OLASI ATIK MALZEME OLUŞUM ORANI	BİRİMİ (kg, ton , m, m2, vb.)	BİTİRİLMİŞLİK DÜZEYİNİN KORUNMASI	BİTİRİLMİŞLİK DÜZEYİNİN DEĞİŞMESİ	ÖZGÜN FORMUN KORUNMASI	ÖZGÜN FORMUN DEĞİŞMESİ	ÖZGÜN BOYUTUN KORUNMASI	ÖZGÜN BOYUTUN KÜÇÜLMESİ	KİMYASAL ÖZELLİĞİNİN DEĞİŞMESİ	KİMYASAL ÖZELLİĞİN KORUNMASI	FARKLI BİR MALZEME İLE KİRLENME OLMASI	KİRLENME OLMAMASI	YÜZEY ÖZELLİĞİNİN DEĞİŞMESİ	YÜZEY ÖZELLİĞİNİN KORUNMASI	MALZEMENİN BASINÇ ALTINDA DEFORME OLMASI	MALZEMEDE BASINÇ KAYNAKLI DEFORMASYON OLMAMASI	.....
YALT_S1	YALT_S1_A																					
	YALT_S1_B																					
.....																						

Çizelge 5.12: Yapım alt süreci atık envanteri.

ATIK MALZEME KODU	ATIK MALZEME ADI	ATIK MALZEME OLUŞUM NEDENİ	ATIK MALZEME NİTELİKLERİ																			GERİ KAZANIM OLANAKLARI						
			MİKTAR		ÖZGÜN KULLANIM AMACI				BİÇİMİ				FORMU		BOYUTU (EBAT)			PERFORMANS ÖZELLİKLERİ							YENİDEN KULLANIM		GERİ DÖNÜŞÜM	
			ATIK MİKTARI	BİRİM (kg, ton, m, m ² tvb.)	AMÇ1. TAŞIMA	AMÇ2. KAPLAMA	AMÇ3 YALITIM	...	BÇ1.TUĞLALAR, BLOKLAR	BÇ2.LEVHALAR, DÜZ RİJİT PANOLAR....	BÇ3. KAROLAR, KİREMİTLER...		MEVCUT FORMU	TEDARİK FORMU	MEVCUT BOYUTU	TEDARİK BOYUTU	BİRİMİ (kg, ton, m, m ² tvb.)	GEVREK-KIRILGAN	DÜŞÜK DARBE DAYANIMI	SU GEÇİRGENLİK	DÜŞÜK ISI DAYANIMI				YAPIM SÜRECİNDE	FARKLI BİR ÜRETİM SÜRECİNDE	YAPIM SÜRECİNDE	FARKLI BİR ÜRETİM SÜRECİNDE
.....																												
.....																												
.....																												
.....																												
.....																												
.....																												

5.5.10 Geri kazanım analizi

Geri kazanım analizi aşaması, yeniden kullanım ve geri dönüşüm kararlarının verildiği aşamadır. “Yapım Alt Süreci Atık Envanterinde” yer alan her bir atık için modelin kullanıcısı tarafından belirlenen ölçütlere göre geri kazanım seçenekleri arasından geri kazanım uygulaması seçimi yapılmaktadır. YS-AYM kapsamında geri kazanım sürecinde atık malzemenin uğrayacağı her türlü fiziksel, kimyasal vb. dönüşüm süreçlerinin geri kazanım sürecinin çevresel etkisini arttıracak kabul edilmektedir. Bu nedenle geri kazanım analizinin, her türlü fiziksel, kimyasal dönüşüm vb. süreçlerin önlenmesi ve/veya azaltılabilmesi için hiyerarşik olarak, aynı yapının yapım sürecinde geri kazanım; farklı bir yapım sürecinde geri kazanım ve farklı bir üretim sürecinde geri kazanım olarak değerlendirilmesi önerilmektedir.

Geri kazanım analizinde aşağıdaki adımlar uygulanmaktadır.

1. **Seçeneklerin belirlenmesi:** Kullanıcı, atık envanter listesinde yer alan atıkların miktar ve nitelikleri ile aralarında bitiş-başlangıç ilişkisi bulunan yapım alt süreçleri ve süreç girdilerini (malzeme gereksinimi) inceleyerek atık envanter listesinde yer alan atıkların geri kazanım olanaklarını belirler.
2. **Değerlendirme ölçütlerinin belirlenmesi:** Yapım sürecinde oluşan atıkların geri kazanımına yönelik seçeneklerinin değerlendirilebilmesi için, öncelikle değerlendirme ölçütlerinin belirlenmesi gerekmektedir. Değerlendirme ölçütleri belirlenirken; yapım süreci işlemleri ile işçilik ve araç girdilerinin, GPBE girdisini yapım süreci çıktılarından yapım süreci atığına dönüştürdüğü ve yapım süreci atığının fiziksel, kimyasal, vb. özelliklerinin yapım süreci girdileri ile doğrudan ilişkili olduğu varsayılmaktadır. Bu bağlamda Çizelge 5.5’te tanımlanan dönüşümler de ele alınarak, yapım alt süreci işlemlerinin azaltılması amacıyla; Boyutsal uygunluk, Biçimsel uyum, Kirlilik düzeyi, Hasar durumu; Performans değeri (Yalıtım Performansı vb.) ölçütlerinin kullanılması önerilmektedir. Gerekli durumlarda YS-AYM kapsamında kullanıcı tarafından ek ölçütler de belirlenebilir.
3. **Değerlendirme ve karar verme:** Bu aşamada; Tez çalışmasının 4. Bölümünde açıklanan “Analitik Hiyerarşi Prosesi” adımları

doğrultusunda geri kazanım seçenekleri arasından seçim yapılır. AHP adımları, üç farklı geri kazanım seçeneğinin, belirlenen beş farklı ölçüte göre değerlendirildiği varsayılarak uygulanmıştır. Seçenek satırları ve ölçüt satırları artabilir veya azalabilir.

3.1: İlk olarak, belirlenen değerlendirme ölçütleri, Çizelge 4.2’de yer alan önem dereceleri kullanılarak ikili karşılaştırmalar şeklinde değerlendirilir. Eşit önem derecesine sahip ölçütler “1” rakamı kullanılarak puanlanır. İkili karşılaştırmalarda, belirlenen önem derecelerinin tersi durumlarında 1 rakamının, belirlenen önem derecesine oranı yazılır. Örneğin Ölçüt 1’in Ölçüt 2’ye göre önem derecesi 3 ise; Ölçüt 2’nin Ölçüt 1’e göre önem derecesi $1/3$ ’tür. Çizelge 5.13’te beş farklı ölçütün birbirleriyle karşılaştırılmasını göstermektedir.

Çizelge 5.13: Ölçüt değerlendirme çizelgesi.

	Ölçüt 1	Ölçüt 2	Ölçüt 3	Ölçüt 4	Ölçüt 5
Ölçüt 1	1	3			
Ölçüt 2	$1/3$	1			
Ölçüt 3			1		
Ölçüt 4				1	
Ölçüt 5					1

3.2: İkinci aşamada her bir ölçüt için ağırlıklandırma yapılır. Ölçüt değerlendirme çizelgesinde her bir satırda yer alan değerler birbirleri ile çarpılarak ölçüt sayısı kadar kök derecesi alınır. Her bir ölçüt için bulunan kök değerler toplanır ve toplam satırına yazılır. Her bir kök değer, toplam değere bölünerek ölçüt ağırlıkları hesaplanır (Çizelge 5.14).

Çizelge 5.14: Ölçüt ağırlıkları çizelgesi.

Ölçütler	Ölçüt Değerlendirme Çizelgesinde Satırların Çarpımı	$\sqrt[5]{\text{Sütun 2}}$	Ölçüt Ağırlıkları
Sütun 1	Sütun 2	Sütun 3	Sütun 4
Ölçüt 1			
Ölçüt 2			
Ölçüt 3			
Ölçüt 4			
Ölçüt 5			
Toplam			
Sütun 2: Ölçüt Değerlendirme Çizelgesinde her bir satırın çarpılması sonucu elde edilen değer. Sütun 3: Sütun 2’de yer alan değerlerin 5. dereceden köklerinin alınması. Sütun 4: Sütun 3’te yer alan değerlerin toplam değere bölünmesi			

3.3: İkinci aşamada açıklanan işlemler, her bir ölçüte göre seçenekler için ayrı ayrı uygulanarak her bir seçeneğin ağırlığı belirlenir (Çizelge 5.15).

Çizelge 5.15 : Ölçüt n’e göre karşılaştırma.

Seçenekler	Seçenek 1	Seçenek 2	Seçenek 3	Çarpım	3. Dereceden Kök	Ağırlık
Seçenek 1						
Seçenek 2						
Seçenek 3						
Toplam						
n: 1, 2, 3, 4, 5,						

3.4: Dördüncü aşamada ilk üç aşamadan elde edilen sonuçlar tek bir çizelgede toplanır. Çizelge 5.16’da ölçüt ağırlıkları ile seçeneklerin ölçütlere göre ağırlıkları yer almaktadır.

Çizelge 5.16 : Ölçüt ağırlıkları ve seçeneklerin ölçütlere göre ağırlıkları.

Ölçütler	Ölçüt Ağırlıkları	Seçenek 1	Seçenek 2	Seçenek 3
Ölçüt 1				
Ölçüt 2				
Ölçüt 3				
Ölçüt 4				
Ölçüt 5				

3.5: Ölçüt ağırlıkları ile seçeneklerin ölçütlere göre ağırlıkları çarpılarak elde edilen sonuçlar Çizelge 5.17.’de bulunan ilgili sütunlara yazılır. Elde edilen sonuçlar her bir seçenek için alt alta toplama işlemi yapılarak toplam satırına yazılır. En yüksek değer alan seçenek seçilerek karar verme işlemi tamamlanır.

Çizelge 5.17: AHP değerlendirme çizelgesi.

Ölçütler	Ölçüt Ağırlıkları	Seçenek Ağırlıkları x Ölçüt Ağırlıkları		
		Seçenek 1	Seçenek 2	Seçenek 3
Ölçüt 1				
Ölçüt 2				
Ölçüt 3				
Ölçüt 4				
Ölçüt 5				
Toplam				

Aynı yapının yapım sürecinde geri kazanım olanağı bulunmayan atıklar, model kapsamında oluşturulması önerilen “Ulusal Atık Envanter Havuzuna” dahil edilirler. Ulusal Atık Envanter Havuzu, model kapsamında oluşturulan Yapım Alt Süreci Atık Envanterinin işlendiği ve otomasyon sistemleri aracılığıyla sorgulama yapıldığı bir veri tabanı olarak önerilmektedir. Bu veri tabanına ait “Ulusal Atık Depoları” oluşturulduğu ve veri tabanında kayıt altına alınan atıkların bu depolarda uygun koşullarda depolandığı varsayılmaktadır. Ulusal atık depolarının her ilçede yerel yönetimler tarafından takip edilen bir sistem içerisinde yönetilmesi önerilmektedir.

Farklı bir yapının yapım sürecinde geri kazanım değerlendirmesi, model kapsamında oluşturulması önerilen “Ulusal Atık Envanter Havuzunda” yer alan atıklar için, kullanıcı tarafından belirlenecek ölçütler esas alınarak AHP adımlarına uygun olarak yapılır. Bu süreçte nakliyat sırasında ek çevresel etkiler ortaya çıkabileceği düşünülerek, şantiyenin Ulusal Atık Deposu’na olan mesafesinin de değerlendirmeye alınması önerilmektedir. Geri kazanım olanağı bulunmayan atıklar ise uygun koşullarda bertaraf edilir.

Farklı bir üretim sürecinde geri kazanım değerlendirilmesi; çevresel ürün beyanname belgeleri (Environmental Product Declaration -EPD); yaşam döngüsü envanter veri tabanları (Ecoinvent vb) ve araştırma sonuçlarından yararlanılarak belirlenen geri kazanım olanaklarına göre yapılır.

5.6 Bölüm Sonucu

Tez çalışmasının daha önceki bölümlerinde belirtildiği üzere, yapım süreci, doğal kaynak tüketimi, gürültü, kirlilik vb. birçok çevresel etkiye neden olmaktadır. Yapım sürecinin en önemli çevresel etkilerinden biri atık oluşumudur. Bu bölümde yapım sürecinin çevresel etkisinin azaltılmasına yönelik bir Atık Yönetim Modeli (YS-AYM) geliştirilmiştir. YS-AYM, yapım sürecinde ortaya çıkan atıkların yönetimine (azaltma/önleme, yeniden kullanım, geri dönüşüm) yönelik bir değerlendirme ve karar verme aracı olup; literatür araştırması ve/veya model kapsamında önerilen veri toplama yöntemleri aracılığıyla elde edilen verilere dayalı temel prensipler (stratejiler) çerçevesinde çevresel açıdan karar vermeyi sağlamaktadır. Yapım sürecinde, proje müdürü, şantiye şefi, kısım şefleri vb. pozisyonlarda görev alan mimarlar, inşaat mühendisleri gibi proje uygulayıcıları ve yöneticilerinin YS-

AYM'yi kullanarak; yapım atığı için sürdürülebilir yönetim stratejileri geliştirmeleri ve uygulamaları beklenmektedir.

Bu bağlamda YS-AYM kapsamında aşağıda yer alan temel uygulamalar yapılmaktadır.

- Yapım sürecinde her bir alt süreç ayrı ayrı ele alınarak; girdi-süreç ve çıktı ilişkisi içeride analiz edilmekte ve böylelikle şantiyeye ve projeye özgü çeşitli koşullar değerlendirme sürecine dahil edilmektedir.
- YS-AYM kapsamında; işçilik, malzeme ve araç girdileri ile süreç içi işlemlerin yapım süreci girdilerine uğrattıkları olası dönüşüm üzerinden; olası atıklar, oluşum miktarları, özellikleri ve oluşum nedenleri öngörülleri doğrultusunda; atık oluşumunun önlenmesine yönelik stratejiler belirlenmektedir.
- Yapım süreci atık yönetimi için tez çalışmasının 2. bölümünde de aktarıldığı gibi, literatürde pek çok stratejinin varlığından söz edilebilir. YS-AYM kapsamında tez çalışmasının 3. bölümde aktarılan görüşme çalışmalarından elde edilen yerelverilere dayalı olarak oluşturulan stratejiler ile literatürde yer alan atık yönetim stratejilerinden yararlanılmaktadır.
- Yapım alt süreci uygulaması sırasında, yerelveriler ile literatürde yer alan verilere dayalı olarak belirlenen atık yönetim stratejilerinin uygulaması yapılmaktadır.
- Yapım alt süreci uygulaması sonrasında ise oluşan atıklar çeşitli nitelikleri ile kayıt altına alınarak Atık Envanterleri oluşturulmaktadır.
- Atık Envanterlerinde yer alan atıklar için yapım süreci geri kazanım seçenekleri değerlendirilmekte, geri kazanımı sağlanamayan atıklar ise YS-AYM kapsamında geliştirilmesi önerilen Ulusal Atık Envanter Havuzuna dahil edilmektedir.
- Ulusal Atık Envanter Havuzunda yer alan atıkların, farklı bir yapının yapım sürecinde veya farklı bir üretim sürecinde geri kazanılması için geri kazanım analizleri yapılması önerilmektedir.

Tez çalışmasının sonraki aşamasında YS-AYM'nin uygulaması yapılmış olup, elde edilen sonuçlar; 6. Bölümde sunulmuştur.

6. YAPIM SÜRECİ ATIK YÖNETİM MODELİNİN (YS-AYM) UYGULANMASI

Bu bölümde, 5'inci bölümde adımları açıklanan YS-AYM'nin uygulaması yer almaktadır. Modelin uygulaması, İstanbul İli, Büyükçekmece İlçesinde yer alan bir konut şantiyesinde yapılmış olup; Şekil 6.1'de şantiyeden genel bir görünüm yer almaktadır.



Şekil 6.1: Şantiyeden bir görünüm.

Modelin uygulanması şantiyede kısım şefi olarak görev yapan, 15 yıl uygulama tecrübesi olan bir mimar tarafından gerçekleştirilmiştir. Uygulama öncesi modelin kullanıcısı/uygulayıcısı mimara, YS-AYM'nin temel adımlarına ilişkin bilgiler aktarılmış ve modelin her bir aşamasında doldurulması gereken formlar kullanıcıya teslim edilmiştir.

6.1 YS-AYM Uygulama Aşamaları

Uygulama YS-AYM adımlarının çatı elemanı yapım alt süreci için sırasıyla uygulanması şeklinde gerçekleştirilmiştir. Modelin “Yapım Alt Süreci Uygulaması

(Yapım)”aşaması kullanıcı ile birlikte yerinde incelenerek, uygulamalar fotoğraflarla belgelendirilmiştir. Uygulama adımları5. Bölümde açıklanan model adımları doğrultusunda detaylandırılmıştır.

6.1.1 YS-AYM Uygulama öncesi ön bilgilerin edinilmesi

YS-AYM kapsamında yapım sürecine ait süreç öncesi edinilen bilgi ve belgelerden yararlanılmıştır. Model kapsamında “Ön Bilgilerin Edinilmesi” aşamasında mimari uygulama projeleri, iş programı, sözleşmeler, şartnameler, satın alma bilgileri, şantiye depo olanakları, yönetmelikler vb. bilgiler edinilmektedir. Atık yönetimine ilişkin literatür araştırması yapılarak; modelin uygulanacağı bölgede yürürlükte olan yasal düzenlemeler, yerel veriler, istatistikler, standartlar, komisyon kararları, araştırma raporları, basılı veya dijital olarak yayınlanmış çeşitli bilimsel çalışmalar (makale, kitap vb.) ile atık yönetimi ve geri kazanımla ilgili benzetim programlarına ait veri tabanları vb. bilgiler toplanmaktadır. Ancak Yüklenici firma mimari uygulama projesi ile detay çizimleri, iş programı, sözleşmeler vb. verileri paylaşmayı tercih etmediğinden, ön bilgilerin edinilmesi aşamasında projeye ait elde edilen bilgiler genel açıklamalar düzeyindedir.

Elde edilen bilgilere göre; proje etaplar halinde yapımı devam eden villa tipi konutlardan oluşmaktadır. Şantiyede yapım faaliyetleri; aynı tip villa bloğunun çoklu şekilde üretimi şeklinde gerçekleştirildiğinden, tekrar eden alt süreçler barındırmaktadır. Model uygulamasında tez çalışması kapsamında yapım süreci atık yönetimi uygulamalarına ilişkin yerel veriler elde etmek amacıyla gerçekleştirilen çalışmaya ait sonuçlardan ve sonuçlara dayalı olarak oluşturulan stratejilerden yararlanılmıştır.

6.1.2 Yapım süreci alt süreçlerinin belirlenmesi

Bu aşamada, modelin uygulanacağı yapım sürecinde yer alan alt süreçler, alt süreçlere ait eylemler ile tüm bu alt süreç eylemlerinin birbiriyle ilişki tipleri (başlangıç-bitiş vb.) belirlenmekte ve YS-AYM’nin işletileceği alt süreç seçilerek yapım alt süreci girdi analizine geçilmektedir. Bu bağlamda; YS-AYM’nin uygulanacağı alt süreç; şantiyede uygulaması devam eden süreçlerden çatı elemanının yapım süreci olarak belirlenmiştir. Tez çalışmasının 5. Bölümünde belirtildiği üzere; herhangi bir şantiyede tek bir yapım alt süreci için uygulama yapılması istenildiği durumlarda, “Yapım Alt Süreçleri ve Eylemleri Envanterinde”

yer alan “Alt süreç ilişkili eylem adı” ile “Alt süreç eylem ilişki tipi” sütunları doldurulmamaktadır. Bu aşamada; sadece uygulaması yapılan “Çatı Elemanının Yapımı Alt Sürecine” ait bilgiler yer almakta olup, modelin uygulandığı “Çatı Elemanının Yapımı” yapım alt sürecine ait eylemler ile tüm bu alt süreç eylemlerinin birbiriyle ilişki tipleri (başlangıç-bitiş vb.) belirlenmiş ve tüm alt süreçlere ve alt süreç eylemlerine ait kodlar belirlenerek “Yapım Alt Süreçleri ve Eylemleri Envanteri” (Çizelge 6.1) şeklinde belgelendirilmiştir.

6.1.3 Yapım alt süreci girdi analizi

Bu aşamada, uygulaması yapılan Çatı Elemanının Yapımı Alt Sürecinin, işçilik, araç, malzeme girdileri ve bu girdilere ait bilgiler ve kodlar belirlenmiş ve tüm girdiler alt süreç ve alt süreç eylem kodları ile ilişkilendirilmiştir. Tüm bu bilgiler “Çatı Elemanının Yapımı Alt Süreci Malzeme Girdileri Envanteri” (Çizelge 6.2.a) ile “Çatı Elemanının Yapımı Alt Süreci İşçilik ve Araç Girdileri Envanteri” (Çizelge 6.2.b) şeklinde belgelendirilmiştir. Çatı Elemanının Yapımı Alt Süreci Malzeme Girdileri Envanterinde malzemelere ait gereksinim miktarı ve tedarik miktarı ile uygulama boyutu bilgileri “Ön Bilgilerin Edinilmesi Aşamasında” karşılaşılan veri kısıtlılığı nedeniyle elde edilemediğinden, çizelgede yer alan ilgili hücreler boş bırakılmıştır.

6.1.4 Yapım alt süreci süreç analizi

Bu aşamada; Çatı Elemanının Yapımı Süreç ve Alt Süreç Eylemlerinin barındırdıkları süreçler (ekleme, çıkarma, kesme, delme vb.) ile yapım alt süreci öncesi işlemler belirlenerek, tüm bu üretim süreçleri ve işlemler, malzeme kodları ile ilişkilendirilmiştir. Elde edilen veriler “Çatı Elemanının Yapımı Alt Süreci Uygulama Süreçleri Envanteri” (Çizelge 6.3) ile “Çatı Elemanının Yapımı Alt Süreci Uygulama Süreci Öncesi İşlemler Envanteri” (Çizelge 6.4) olarak sunulmuştur.

Çizelge 6.1 : Yapım alt süreçleri ve eylemleri envanteri.

ALT SÜREÇ KODU	ALT SÜREÇ ADI	ALT SÜREÇ EYLEM KODU	ALT SÜREÇ EYLEM ADI	ALT SÜREÇ İLİŞKİLİ EYLEM ADI	ALT SÜREÇ EYLEM İLİŞKİ TİPİ
YALT_S1	Çatı elemanının yapımı (Kenetli metal çatı uygulaması)	YALT_S1_A	Çatı strüktürünün kurulması	Yapının son kat döşemesinin tamamlanması	C tipi
		YALT_S1_B	Kaplama altı levhası uygulaması	Çatı strüktürünün kurulması	C tipi
		YALT_S1_C	Su yatılım uygulaması	Kaplama altı levha uygulaması	C tipi
		YALT_S1_E	Metal kenetli çatı kaplama uygulamasının yapımı	Su yatılım uygulaması	C tipi

Çizelge 6.2.a : Çatı elemanının yapımı alt süreci malzeme girdileri envanteri.

ALT SÜREÇ KODU	ALT SÜREÇ EYLEM KODU	MALZEME KODU	MALZEME ADI	GİRDİ (MALZEME) NİTELİKLERİ																			
				MİKTARI		BİTİRİLMİŞLİK DÜZEYİ				KULLANIM AMACI				BİÇİMİ			FORMU		BOYUTU (EBAT)			PERFORMANS ÖZELLİKLERİ	
				GEREKSİNİM MİKTARI (Birim Uygulama için)	BİRİM (kg, m, m ² , ton vb.)	GEREÇ	PARÇA	BİLEŞEN	ELEMAN	AMÇ1. TAŞIMA	AMÇ2. KAPLAMA	AMÇ.3 . SU YALITIMI	....	BÇ1. TUĞLALAR, BLOKLAR	BÇ2. LEVHALAR, DÜZ VE RİJİT PANOLAR	....	.BÇ7. PARÇA VE PROFİLLER	UYGULAMA FORMU	TEDARİK FORMU	UYGULAMA BOYUTU	TEDARİK BOYUTU	BİRİM (kg, m, m ² , ton vb.)	
YALT_S1	YALT_S1_A	YALT_S1_A1	Çelik kutu profiller	-	-		X			X							X	Dikdörtgen kesit	Dikdörtgen kesit	Proje ebatlar 1	6 uzunluk	m	-Yük Taşıma (Çekmeye Dayanım) (Basınca Dayanım)
	YALT_S1_B	YALT_S1_B1	Kontrplak kaplama	-	-		X			X	X				X			Dikdörtgen kesit	Dikdörtgen kesit	Proje ebatlar 1	125x250	cm	-Yük taşıma -Uygulama yüzeyi sağlıyor -Tutuşur Nitelikte
	YALT_S1_C	YALT_S1_C1	#Membran malzeme	-	-	-	X					X						Dikdörtgen Şeritler	Rulo	Proje ebatlar 1	100	cm	-Su geçirimsiz -Düşük ısı dayanımı
	YALT_S1_D	YALT_S1_D1	Alüminyum kaplama malzemesi	-	-		X				X				X			Dikdörtgen Şeritler	Rulo	Proje ebatlar 1			-Genleşme -Kolay şekillendirilebilme
		YALT_S1_D2	Alüminyum kenetler																				

Çizelge 6.2.b : Çatı elemanının yapımı alt süreci işçilik ve araç girdileri envanteri.

ALT SÜREÇ KODU	ALT SÜREÇ EYLEM KODU	MALZEME KODU	MALZEME ADI	MALZEME ZAYİAT ORANI (%)	İŞÇİLİK GİRDİ KODU								İŞÇİLİK GİRDİSİ TANIMI	ARAÇ GİRDİ KODU								ARAÇ GİRDİSİ TANIMI
					KRM	DST	TŞM	BİÇ	KZM	İM	BİT	...		a.KRM	a.DST	a.TaŞM	a.BİÇ	a.KZM	a.İM	a.BİT	...	
YALT_S1	YALT_S1_A	YALT_S1_A1	Çelik kutu profiller	-				X					Kesme ve kaynak işleri						X			Kaynak makinesi kullanımı
	YALT_S1_B	YALT_S1_B1	Kontrplak kaplama	-				X					Kesme									
	YALT_S1_C	YALT_S1_C1	#Membran mazleme	-				X		X			Isı ile yapıştırma işleri						X			Şaloma kullanımı
	YALT_S1_D	YALT_S1_D1	Alüminyum kaplama malzemesi	-				X														
		YALT_S1_D2	Alüminyum kenetler	-						X												

Çizelge 6.3 : Çatı elemanının yapımı alt süreci uygulama süreçleri envanteri.

ALT SÜREÇ KODU	ALT SÜREÇ EYLEM KODU	MALZEME KODU	MALZEME ADI	YAPIM ALT SÜRECİ İŞLEMLERİ																					
				ÇIKARMA								EKLEME								BİÇİMLENDİRME					
				Ç1. KESME	Ç2. ÖĞÜTEREK ÇIKARMA	Ç3. VURARAK DELME	Ç4. OYARAK DELME	Ç5. RENDELEME	Ç6. ZIMPARALAMA	Ç7. PARLATMA	ÇN.....	E1.ORGANİK BİRLEŞİM				E2. KAYNAKLA BİRLEŞİM	E3.MEKANİK BİRLEŞİM				B1. YENİDEN BİÇİMLENDİRME	B2. PLASTİK BİÇİMLENDİRME	B3.DÖKÜM	BN.....	
												E1.A.YAPIŞTIRMA	E1.B.SICAK PRES	E1.C.SOĞUK PRES	.....		E3.A.PERÇİNLEME	E3.B. VIDALAMA	E3.C. BULONLAMA	E3.D. KIVIRARAK PARÇALARın GEÇİRİLMESİ					E3.N.....
YALT_SN	YALT_S1_A	YALT_S1_A1	Çelik kutu profiller	X											X										
	YALT_S1_B	YALT_S1_B1	Kontrplak kaplama	X													X								
	YALT_S1_C	YALT_S1_C1	#Membran malzeme	X								X													
	YALT_S1_D	YALT_S1_D1	Alüminyum kaplama malzemesi	X										X					X						
		YALT_S1_D2	Alüminyum kenetler											X											

Çizelge 6.4 : Çatı elemanının yapımı alt süreci uygulama süreci öncesi işlemler envanteri.

ALT SÜREÇ KODU	ALT SÜREÇ EYLEM KODU	MALZEME KODU	MALZEME GİRDİSİ SÜREÇ ÖNCESİ İŞLEMLER																											
			TEDARİK														NAKLİYAT										GEÇİCİ DEPOLAMA GEREKLİLİĞİ			
			TEDARİK MİKTARI	TEDARİK YÖNTEMİ	AMBALAJ	MALZEME AMBALAJINA AİT BİLGİLER								DESTEK (TÜKETİLMEYEN) ARAÇ VE MALZEME KULLANIMI	NAKLİYAT SIRASINDA KULLANILAN YARDIMCI ÜRÜN BİLGİLERİ															
						MALZEME	BİÇİM	BİRİM BOYUT	MİKTAR	MALZEME	BİÇİM	BİRİM BOYUT	MİKTAR		MALZEME	BİÇİM	BİRİM BOYUT	MİKTAR												
YALT_ SN 	YALT_S1_A	YALT_S1_A1	-	-	X		X											X												X
	YALT_S1_B	YALT_S1_B1	-	-	X		X					X						X												X
	YALT_S1_C	YALT_S1_C1	-		X		X											X												X
	YALT_S1_D	YALT_S1_D1	-		X		X		Karton			X						X												X
		YALT_S1_D2			X													X												X

6.1.5 Yapım alt süreci çıktı analizi (Olası atıkların öngörülmesi)

Bu aşamada “Çatı Elemanı Yapım Alt Süreci” uygulaması sırasında ortaya çıkabilecek olası atıklar ve olası atık oluşum nedenleri belirlenmiştir. Analizler; “Çatı elemanı yapım alt süreci girdi analizi” aşamalarında hazırlanan alt sürece ait girdilerin “Çatı elemanı yapım alt süreci süreç analizi” aşamasında belirlenen süreçlerle ilişkilendirilmesi yoluyla gerçekleştirilmektedir. Olası atıkların öngörülmesi sürecinde “Çatı Elemanı Yapım Alt Süreci Malzeme Girdileri Envanteri”; “Çatı Elemanı Yapım Alt Süreci İşçilik ve Araç Girdileri Envanteri”; “Çatı Elemanı Yapım Alt Süreci Uygulama Süreçleri Envanteri” ile “Çatı Elemanı Yapım Alt Süreci Uygulama Süreci Öncesi İşlemler Envanteri”nde yer alan bilgilerden yararlanılarak, elde edilen verilere göre YS-AYM modelinde önerilen temel değerlendirmeler yapılmış, aşağıdaki ön görüler elde edilmiştir:

- Çatı elemanı yapım alt süreci malzeme girdisi gereksinim miktarı ile tedarik miktarına ilişkin veri bulunmadığından fazla sipariş sebebiyle oluşabilecek olası atıklar öngörülememiştir.
- Çatı elemanı yapım alt süreci malzeme girdileri, uygulama boyutu ile tedarik boyutuna ilişkin veri bulunmadığından karşılaştırma yapılamamıştır.
- Çatı elemanı Yapım Alt Süreci Uygulama Süreçleri Envanteri’ne göre alt süreç girdisi malzemelere kesim işlemi uygulanacağından, aşağıdaki malzemelerden çeşitli miktarlarda atık oluşması öngörülmektedir.
 - YALT_S1_A1 Çelik Kutu Profiller
 - YALT_S1_B1 Kontrplak Kaplama
 - YALT_S1_C1#Membran Malzeme (Zararlı Atık)
 - YALT_S1_D1 Alüminyum Malzeme (Kaplama ve Kenetler)
 - Girdi malzemelerin yanı sıra rulo biçiminde karton ambalaj atığının oluşması öngörülmüştür.
 - Kaynak Makinesi Kullanımı nedeniyle kaynak tüplerinin atık haline geleceği öngörülmüştür.

Öngörülen atıklara ilişkin bilgiler Çizelge 6.5’te kayıt altına alınmıştır. Olası atık envanteri doldurulurken tüketilmeyen malzemeler ile ambalaj atıklarına ait olası atık malzeme nitelik bilgileri doldurulmayacaktır. Olası atık oluşum nedenleri Çizelge 5.6’dan yararlanılarak belirlenmiştir.



Çizelge 6.5 : Çatı elemanının yapımı alt süreci olası atık envanteri.

ALT SÜREÇ EYLEM KODU	OLASI ATIK MALZEME KODU	OLASI ATIK MALZEME ADI	OLASI ATIK MALZEME OLUŞUM NEDENİ	OLASI ATIK MALZEME NİTELİKLERİ																	
				MİKTAR			BİTİRİLMİŞLİK DÜZEYİ		FORM DEĞİŞİKLİĞİ		BOYUT DEĞİŞİKLİĞİ		KİMYASAL ÖZELLİK		KİRLİLİK		YÜZEY ÖZELLİĞİ		DEFORMASYON		
				OLASI ATIK MALZEME MİKTARI	OLASI ATIK MALZEME OLUŞUM ORANI	BİRİMİ (kg, m, m2, ton vb.)	BİR İTİLMİŞLİK DÜZEYİNİN KORUNMASI	BİTİRİLMİŞLİK DÜZEYİNİN DEĞİŞMESİ	ÖZGÜN FORMUN KORUNMASI	ÖZGÜN FORMUN DEĞİŞMESİ	ÖZGÜN BOYUTUN KORUNMASI	ÖZGÜN BOYUTUN KÜÇÜLMESİ	KİMYASAL ÖZELLİĞİNİN DEĞİŞMESİ	KİMYASAL ÖZELLİĞİN KORUNMASI	FARKLI BİR MALZEME İLE KİRLENME OLMASI	KİRLENME OLMAMASI	YÜZEY ÖZELLİĞİNİN DEĞİŞMESİ	YÜZEY ÖZELLİĞİNİN KORUNMASI	MALZEMENİN BASINÇ ALTINDA DEFORME OLMASI	MALZEMEDE BASINÇ KAYNAKLI DEFORMASYON OLMAMASI	.....
YALT_S1_A	YALT_S1_A1	Çelik Kutu Profiller	AN2(a) AN2(b)	-	-		X		X			X		X		X		X	-	X	-
YALT_S1_B	YALT_S1_B1	Kontrplak Kaplama	AN2(a) AN2(b)	-	-		X			X		X		X	X	X		X	-	X	
YALT_S1_C	YALT_S1_C1	#Membran Malzeme	AN2(a)	-	-		X			X		X	X	X		X		X		X	
	YALT_S1_C1	Atık Tüpler	AN2 (c)				X		X		X			X		X		X		X	
YALT_S1_D	YALT_S1_D1	Alüminyum Malzeme	AN2(a) AN2(b)	-	-		-		-		-	-	-	-		-	-	-	-	-	-
	YALT_S1_D2	Karton Malzeme	AN2(b)																		-



6.1.6 Yapım süreci atık yönetim stratejilerinin belirlenmesi

Ön bilgilerin edinilmesi aşamasında elde edilen yapım süreci atık yönetimi uygulamalarına ilişkin verilere dayalı olarak yapım süreci atık yönetim stratejilerinin belirlendiği (Çizelge 6.6) aşamadır. Tez çalışmasının 5. Bölümü'nde belirtildiği üzere, Atık yönetim stratejileri belirlenirken Ayrıca atık önleme/azaltma ile yeniden kullanım ve geri dönüşüme yönelik bilimsel araştırma sonuçları, teknik raporlar, veri tabanları (WRAP vb.) gibi literatür verileri ile tez çalışması kapsamında gerçekleştirilen Türkiye'de yapım süreci atık yönetim uygulamalarının belirlenmesine yönelik görüşme çalışmaları sonuçlarından yararlanılmıştır. Bu aşamada, atık yönetimine ilişkin stratejilerin sağlıklı bir şekilde belirlenebilmesi için sözü geçen veri tabanları, bilimsel araştırma sonuçları vb. verilerin taranması ve ülkemiz için uygun olan sonuçların yerel verilere uyarlanması gerekmektedir. Ancak bu durum farklı bir çalışmanın konusudur. Bu bağlamda, YS-AYM'nin uygulanabilirliğinin sağlanması için; YS-AYM kapsamında yararlanılmak üzere, Türkiye'de yapım süreci atık yönetim uygulamalarının belirlenmesine yönelik görüşme çalışması (Bkz. 3'üncü Bölüm) sonuçlarına dayanılarak Türkiye'deki yapım süreci atıklarının önlenmesi/azaltılması, geri kazanımı ve uygun şekilde şantiyeden uzaklaştırılmasına yönelik "Yapım Süreci Atık Yönetim Stratejileri Çizelgesi" (Çizelge 6.6) hazırlanmıştır. Bu çizelgede yer alan "Atık Yönetim Stratejileri" kodlanarak, belirlenen kodlar "Yapım Süreci Atık Oluşum Nedenleri Çizelgesinde" yer alan (Çizelge 5.6) atık oluşum nedenlerine ait kodlar ile ilişkilendirilmiştir.

"Yapım Süreci Atık Yönetim Stratejileri Çizelgesi"nin geliştirilebilir ve canlı nitelikte bir çizelge olduğu varsayılmakta olup, Türkiye'de yapım süreci atık yönetimine ilişkin yeni yapılacak çalışmalardan elde edilecek veriler ile YS-AYM kapsamında yararlanıldığı kabul edilen veri tabanları, bilimsel araştırma sonuçları vb. çalışmaların, araştırılması, incelenmesi ve değerlendirilmesi sonucu ülkemiz için uygun olan atık yönetim stratejilerinin yerel verilere uyarlanması yöntemiyle elde edilecek bilgilere göre güncellenebilir bir yapıda olduğu kabul edilmektedir.

Çizelge 6.6 :Yapım süreci atık yönetim stratejileri.

Strateji Kodu	Atık Azaltma Stratejileri	Atık Nedeni Kodu
1.	Stokta yer alan son tüketim tarihleri bulunan gereç, parça, birleşen ve elemanların (GPBE) son kullanma tarihlerinin düzenli aralıklarla kontrol edilmesi ve yapı üretimi sırasında gereksinim duyulan GPBE'lerden son kullanma tarihi daha yakın olanların öncelikle kullanılmasının sağlanması	TN (Tüm Nedenler)
2.	Şantiyede üretim sürecinde gereksinim duyulan GPBE siparişi verilmesinde, mevcut uygulamalarda "sipariş ayar bloğu" olarak tanımlanan uygulamanın yapılması(Sipariş ayar bloğu uygulaması; toplu konut vb gibi birbirini tekrar eden birden fazla yapı kütlelerinin üretildiği şantiyelerde, son blok için gerekli ürünlerin siparişinin, diğer blokların üretiminden artan GPBE'ler gözetilerek yapılması ve böylece fazla sipariş sebebiyle atık üretiminin önüne geçilmesidir.)..	AN9
3.	Şantiye alanında geçici amaçlı kullanılacak yapı ürünlerinin, işlevini tamamlaması sonrası, yapım sürecinde yeniden kullanım olanağı olacak şekilde tasarlanması. Bunun sağlanabilmesi amacıyla, geçici amaçlı kullanılacak yapı ürünlerinin tasarımlarında işlevininin tamamlaması sonrası, üretimi yapılacak diğer yapım alt sürecinde gereksinim duyulacak uygun özelliklerdeki yapı malzemelerinden tasarlanması veya geçici amaçlı kullanılacak yapı ürünlerinin atık malzemeler kullanılarak üretilmesi.	AN2
4.	Şantiye alanında üretilen her türlü atık malzemenin miktar, tür, ebat vb bilgileriyle kayıt altına alınarak bir veri tabanı oluşturulması.	TN
5.	Firmanın daha önceki uygulamalarına atık bilgilerinin yer aldığı ve atık azaltmaya yönelik önlemlerin alınması sırasında faydalanılabilecek bir veri tabanı oluşturulması.	TN
6.	Yapım sürecinde kullanılmak üzere siparişi verilen GPBE'lerin şantiyeye nakliyesi veya şantiye içerisinde yatay/düşey taşınması ve geçici depolanması sırasında olası hataların önlenmesi ve bu süreçte yardımcı ürün (örneğin ahşap palet) kullanımı varsa bu ürünlerin geri kazanım olanaklarının değerlendirilmesi.	AN2 AN8
7.	Şantiyeye iletilen yapı ürünlerinin, yapımda kullanılmasına kadar geçen süre içerisinde geçici depolama yapıyorsa, depolama alanında ısı, nem, rüzgâr vb gözetilerek, ürünler zarar görmeyecek şekilde uygun koşullarda depolanmasının sağlanması ve depolama koşullarının iyileştirilmesi.	AN7
8.	Boyutlandırma amacıyla kesim sırasında oluşacak atığı önlemek veya azaltmak açısından, uygulaması yapılacak projede yer alan GPBE boyutları dikkate alınarak uygun ebatlarda veya özel ebatlarda sipariş verilmesi.	AN2,
9.	Boyutlandırma amacıyla kesim sırasında oluşacak atığı önlemek veya azaltmak için proje boyutlarına uygun olacak şekilde optimum kesim düzeninin belirlenmesi	AN2,
10.	Uygulaması yapılacak projede yer alan GPBE boyutlarının (özellikler cephe kaplaması gibi yüzey alanı fazla uygulamaların) piyasada bulunan mevcut ürünlere uygun olarak diğer bir deyişle standard boyutlara uygun olacak şekilde revize edilmesi.	AN3

Çizelge 6.6 (devam) :Yapım süreci atık yönetim stratejileri

11.	Uygulama hatalarını minimize ederek atık oluşumunun önüne geçmek için numune (üretimi yapılacak olan ürünün 1/1 ölçekte yerinde veya şantiye içerisinde kısmen deneme amaçlı uygulanması) uygulaması yapılması.	AN3 AN4
12.	Yapımda kullanılacak malzemelerin seçiminde, özellikle cephe kaplaması, yüzey alanı itibariyle geniş bir üretim alanı oluşturması sebebiyle, uygulama sırasında kırılma ve deformasyonların minimize edilebilmesi açısından dayanıklı malzemelerin kullanılması	AN3
13.	Mimari projedeki revizyonların önlenmesi veya minimize edilmesi.	AN1
14.	İşçilik, montaj ve uygulama hataları kaynaklı atık oluşumunu engellemek için iş süresi baskısını ortadan kaldırılacak yaklaşımlar geliştirilmesi. Şantiyedeki imalatların doğru planlanmış iş programına uygun bir şekilde yürütülmesi.	AN4 AN5
15.	Atık Yönetim Planı oluşturulmasının yaygınlaştırılması	TN
16.	Şantiyede üretimi yapılacak yapı ürününün uygulama sonrası korunması amaçlı (oluklu kartonların seramik zemin kaplaması üzerinde koruma amaçlı geçici olarak kullanımı) GPBE kullanımı gerekli ise, kullanılacak GPBE'nin atık malzemelerden (ambalaj atığı) kullanım olanağının değerlendirilmesi	AN2
17.	Şantiyede üretimi yapılacak yapı ürününün uygulanması sırasında eş zamanlı olarak atık toplama gereksini mi varsa uygulama sırasında atık ayırma ve toplama işlemlerinin eş zamanlı olarak yürütülmesinin sağlanması.	AN6
18.	Satın alma sırasında ürün seçimi yapılırken, şantiyede uygulaması yapılacak olan GPBE'nin uygulama sırasında zarar görmemesi açısından içerdiği işlemlere uygun olarak dayanıklı ürünlerden seçilmesi.	AN3 AN9
19.	.....	
	Geri Kazanım Stratejileri	
20.	Yapım sürecinde kullanılmak üzere siparişi verilen GPBE'lerden ambalajlı olarak şantiyeye iletilen ürünlerin ambalajlarının tedarikçi firmaya iadesiveya çeşitli firmalar aracılığıyla geri kazanımı yoluyla değerlendirilmesi	AN2
21.	Plastik atıkların geri kazanımının yaygınlaştırılması ve bunun sağlanması için geri kazanım yapan firmalar ile şantiyeler arasındaki işbirliğinin (networkun) sağlanması	TN
22.	Yeniden kullanımın artması için aynı yükleniciye ait şantiyeler arası mevcut işbirliklerinin yanı sıra farklı yüklenicilere ait şantiyeler arası işbirliğinin sağlanması ve/veya güçlendirilmesi.	TN
23.	Geri kazanımın sağlanması açısından atıkların farklı üretim süreçlerinde geri kazanımının sağlanması açısından çeşitli kuruluş veya şirketler ile işbirliği yapılması.	TN

Çizelge 6.6 (devam) :Yapım süreci atık yönetim stratejileri.

24.	Ahşap atıkların yakılmasının önlenmesi	TN
25.	Seramik ve beton atıkların şantiye sahası içerisinde gömülmesinin önlenerek, geri kazanım seçeneklerinin uygulanması.	TN
26.	Koruma amaçlı geçici olarak kaplı veya boyalı yüzeyler üzerinde kullanılacak karton kağıt ve plastik malzemelerin öncelikle ambalaj atıklarından kullanımının sağlanması	AN2
27.	Şantiyelerde yapılacak geri kazanım uygulamaları sırasında, sadece geri kazanılacak atığın ekonomik katkısının değil çevresel yararının da gözetilmesi, bunun için farkındalığı arttıracak şantiye çalışanlarına yönelik eğitimler düzenlenmesi. Geri kazanımı şirket politikası haline dönüştürebilmek için gerekli teşvik ve desteğin sağlanması.	TN
28.	Artan malzemeler ve atıklar için ortak depo alanlarının oluşturulması.	TN AN7
29.	Henüz projelendirme ve yapı ruhsatı alma aşamasında hafriyat atığının belirlenmesi ve dolgu gereksinimi olan projelerin belirlenerek farklı projeler arasında işbirliği sağlanması.	TN
30.	Şantiyede revizyon sebebiyle ortaya çıkan atık GPBE'nin geri kazanım olanaklarının değerlendirilmesi.	AN1
31.	Şantiyelerde oluşan atıkların geri kazanımlarının; önceliklere üretildikleri alt süreçlerde, üretildikleri alt süreçlerde geri kazanım olanağı bulunmayan atıkların aynı yapım sürecinin farklı bir alt sürecinde, aynı yapım sürecinde geri kazanım olanağı olmayan atıkların ise farklı bir üretim sürecinde geri kazanımının sağlanması.	TN
Bertaraf Stratejileri		
32.	Küçük ölçekli şantiyelerde zararlı atıkların ayrı toplanması ve uygun şekilde bertarafını sağlayamaya yönelik uygulamaların yaygınlaştırılması ve bu konuyla ilgili denetimlerin sağlanması	TN
33.	Zararlı özellikteki atıkların, kirlilik yaratmayacak şekilde şantiyelerde uygun koşullarda toplama ve depolanmasının sağlanarak, Atık Yönetmeliğine uygun olarak bertaraf edilmesi.	TN
34.	.....	

6.1.7 Yapım alt süreci atık önleme/azaltma işlemi

Bu aşama; atık yönetim stratejilerinin uygulanmasını içermektedir. “Yapım Alt Süreci Çıktı Analizi (Olası Atıkların Belirlenmesi) aşamasında belirlenen olası atıklar ve olası atık oluşum nedenleri doğrultusunda belirlenen atık yönetim stratejileri Çizelge 6.7’de yer almaktadır. Katılımcı tarafından uygulama sürecince yapılması sağlanacak işlemlere ait kararlar ile kararlara ilişkin açıklamalar;

- Çatı elemanı yapım alt sürecinin uygulanması sırasında geçici amaçlı uygulanacak güvenlik (koruma) tedbirlerinin atık malzemelerden sağlanması [3],
- Kullanılacak malzemeler için en az atık oluşturacak şekilde boyutlandırma amaçlı kesimin optimum düzende yapılması [9],
- Uygulama sırasında ısıtım işlem kullanımı (şaloma) bulunduğundan, olası yangın riskinin ortadan kaldırılabilmesi için, ısıtım işlem uygulaması süresince atıkların uygulamayla eş zamanlı olarak toplanması [17],
- Karton ambalaj malzemenin geri dönüşümünün sağlanması [20],
- Ahşap atıkların yakılmasının önlenmesi [24],
- Atık kontrplak malzemelerin çatı uygulaması süreci içerisinde geri kazanımının sağlanması [31],
- Su Yalıtım malzemelerin küçük parçalar halinde kullanımının yalıtımda sızdırmalara neden olabileceği düşünülerek atık membranların çatı yapımı alt sürecinde yeniden kullanılmaması sağlanarak, doğrudan şantiyede zararlı atıkların depolandığı geçici depolama alanına iletilmesinin sağlanması [33]

şeklinde belirlenmiştir.

Çizelge 6.7 : Olası atıklar ve atık yönetim stratejileri.

ALT SÜREÇ EYLEM KODU	OLASI ATIKLAR	OLASI ATIK OLUŞUM NEDENLERİ	ATIK YÖNETİMİ STRATEJİ KODU
YALT_S1_A1	Çelik kutu profiller	AN2(a), AN2(b)	[9], [31]
YALT_S1_B1	Kontrplak kaplama	AN2(a), AN2(b), AN6	[9], [3], [31], [24], [17]
YALT_S1_C1	#Membran malzeme	AN2(a), AN6	[9], [33], [17]
YALT_S1_C1	Atık tüpler	AN2 (c)	*
YALT_S1_D1	Alüminyum malzeme	AN2(a), AN2(b)	[9], [31]
YALT_S1_D2	Karton malzeme	AN2 (b)	[20]
*Atık tüplerin doldurularak yeniden kullanımı			

6.1.8 Yapım alt süreci uygulaması (Yapım)

Bu aşamada çatı elemanı yapım alt sürecinin şantiye alanında (reel ortam) uygulaması gerçekleştirilerek, bir önceki adımda belirlenen atık yönetim stratejileri

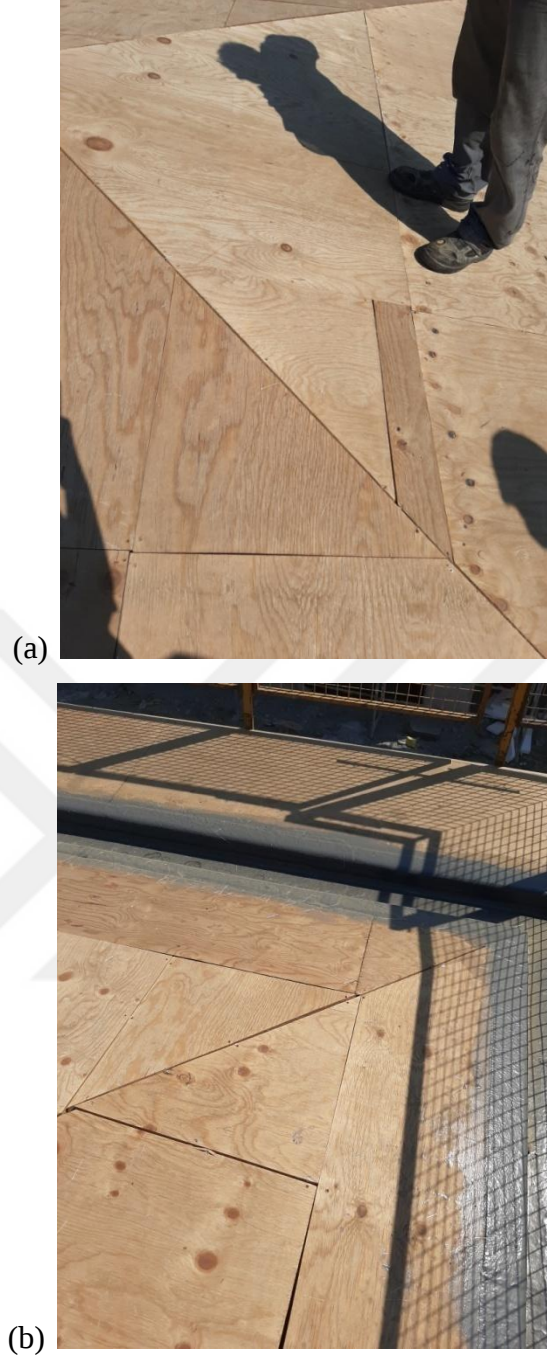
YALT_S1_B Kaplama altı levhası uygulaması:

Bu aşamada [9], [3], [31], [24], [17] ve [31] numaralı stratejiler uygulanmıştır. Çatı yüzeyinde yer alan boşlukların (baca boşluğu) güvenlik (koruma) tedbiri alma amaçlı geçici olarak kapatılması Şekil 6.3'te yer almaktadır.



Şekil 6.3 : Kiremit altı kapma uygulaması sırasında atıkların yeniden kullanımı.

Kiremit altı kaplama levhasının boyutlandırma amaçlı kesimi sırasında oluşan atık parçaların; iki farklı yönde eğimli yüzeylerin bir araya geldiği mail mahya birleşimlerinde yeniden kullanımı Şekil 6.4 (a-b)'de yer almaktadır.



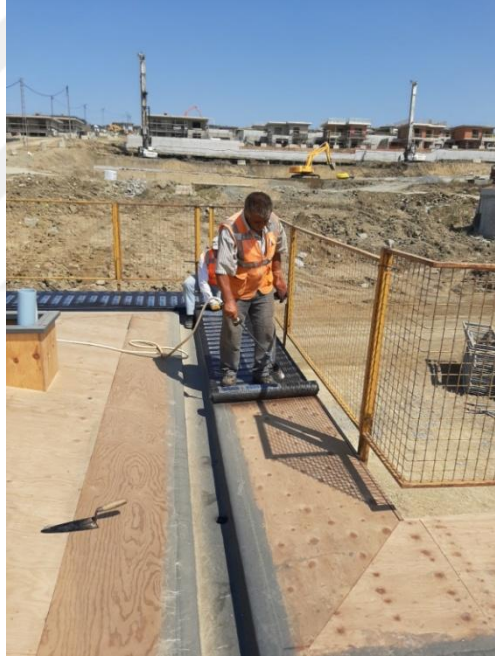
Şekil 6.4 (a-b) : Kiremit altı kapma levhası atıklarının eğimli yüzeyin bir araya geldiği mail mahya birleşimlerinde yeniden kullanımı.

YALT_S1_C Su yalıtım uygulaması:

Bu aşamada [9], [33] ve [17] numaralı stratejiler uygulanmıştır. Şekil 6.5'te su yalıtım malzemesinin (membran) uygulamasına ait görseller yer almakta olup, Şekil 6.5(a)'da boyutlandırma amaçlı kesim sonrası oluşan atık membran parçaları görülmekte; Şekil 6.5(b)'de ise şaloma kullanılarak yalıtım malzemesinin kiremit altı tahtası üzerine ısıtılma işlemi ile yapıştırılması uygulanması yer almaktadır.



(a)



(b)

Şekil 6.5 (a-b) : Kiremit altı kapma levhası üzerine su yatılım uygulaması yapılması.

YALT_S1_E Metal kenetli çatı kaplama uygulamasının yapılması:

Bu aşamada [9], [31] numaralı stratejiler uygulanmıştır. Metal kenetli çatı yapımı bir dizi kesim ve biçimlendirme işlemlerinden oluşmakta olup, öncelikle rulo şeklinde tedarik edilen metal levhaların (Şekil 6.6) uygun ebatlarda kesimi yapılmaktadır.



Şekil 6.6 : Metal kenetli çatı kaplama uygulamasında kullanılan metal rulo malzeme.

Metal levhanın kesimi sonrası kenetlerin oluşturulması için biçimlendirme işlemi yapılmaktadır. Biçimlendirme işlemi soğuk press uygulayan bir araç yardımıyla yapılmakta olup, işçinin kesimi yapılan levhaları aracın giriş bölümüne elle yerleştirmesi ve işlem sonrası aracın çıkış bölümünden şekillendirilmiş levhayı alması şeklinde gerçekleştirilmektedir (Şekil 6.7-6.8).



Şekil 6.7 : Rulo malzemeden kesilen levhaların kenetlerinin oluşturulması amacıyla araç yardımıyla şekillendirilmesi.



Şekil 6.8 : Şekillendirme sonucu oluşan kenetli levha.

Levhaların biçimlendirilmesi sonrası köşelere el işçiliği kullanılarak bükme işlemi uygulanmaktadır. Şekil 6.9’da bükme işlemi uygulaması yer almaktadır. Daha sonra ise levha köşelerine yine el işçiliği kullanılarak kesme işlemi uygulanmakta, bu işlem sırasında küçük parça atıklar oluşmaktadır (Şekil 6.10).



Şekil 6.9 : Metal levhaların köşelerinin bükülmesi.



Şekil 6.10 : Metal levhaların köşelerinin kesilmesi.

Metal kenetli levhaların birbirine geçirilmesi sırasında kenetler kullanılmaktadır. Bu kenetlerin yapımında metal levhaların kesimi sırasında oluşan atık parçalar kullanılmaktadır. Belirli ebatlarda kesilen parçalar basınç altında biçimlendirilmektedir (Şekil 6.11).



Şekil 6.11 : Metal kenetlerin biçimlendirilmesi.

Böylece levhaların biçimlendirme işlemleri tamamlanmış olmaktadır. Kenetler levhaların kenar yüzlerine (Şekil 6.12) yerleştirilerek iki levha geçme yapacak şekilde birleştirilmektedir.



Şekil 6.12 : İki levhanın geçme yapılarak mekanik birleşimi.



Şekil 6.13 : Atık metal parçalar ile atık karton rulolar.

Uygulama sonrasında öngörüldüğü üzere, metal levha parçaları ile karton rulolar atık olarak oluşmuştur. Şekil 6.13'te kesim sonucu oluşan metal parçalar ile atık karton rulolar görülmektedir. Metal kenetli levhaların çatı yüzeyine uygulanması, çatıya çakılamaması sebebiyle belgelendirilememiştir.

6.1.9 Yapım alt süreci atık oluşumu ve yönetimi

Yapım alt süreci uygulaması sırasında oluşan atıklar; miktar ve çeşitli özelliklerine göre “Yapım Alt Süreci Atık Envanteri” (Çizelge 6.8) oluşturularak kayıt altına alınmıştır. Şantiyede, Çatı ElemanıYapım Alt Sürecinin tamamı boyunca üretilen atıklar için türlerine göre miktar ölçümü yapılma olanağı bulunmadığından, katılımcı tarafından Yapım Alt Süreci Atık Envanterinde atık miktar bilgisi verileri doldurulamamıştır. Ayrıca şantiyede alınan sağlık ve güvenliğe ilişkin tedbirler nedeniyle, çalışmanın atıkların ayrılması ve geçici depolanması bölümünde gözlem yapılamamıştır. Katılımcıdan edinilen bilgiye göre; blok önünde geçici olarak toplanan atıkların; atık oluşum envanterinde yer alan türlere göre (çelik, ahşap, karton ve alüminyum olmak üzere) ayrılması sağlanmıştır. Ayırma işlemi sonrası sözü geçen atıklar şantiye içerisinde geçici atık depolama alanında bulunan konteynerlerde, (geri kazanılmak üzere) geçici olarak depolanmıştır. Membran malzemenin, diğer atıklarla karıştırılmadan, şantiye sahası içerisinde bulunan zararlı atık depolama alanında uygun koşullarda depolanması sağlanmıştır.

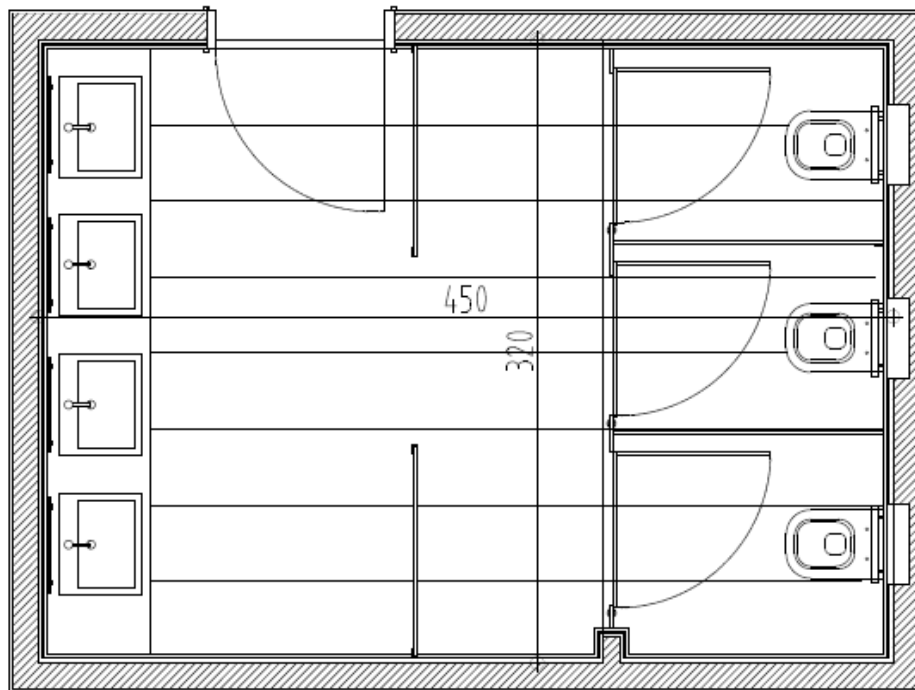
Çizelge 6.8 : Yapım alt süreci atık envanteri.

ATIK MALZEME KODU	ATIK MALZEME ADI	ATIK MALZEME OLUŞUM NEDENİ	ATIK MALZEME NİTELİKLERİ														PERFORMANS ÖZELLİKLERİ	GERİ KAZANIM OLANAKLARI				
			MİKTAR		ÖZGÜN KULLANIM AMACI				BİÇİM				FORM		BOYUT (EBAT)				YENİDEN KULLANIM	GERİ DÖNÜŞÜM		
			ATIK MİKTARI	BİRİM (kg, ton, m, m ² tvb.)	AMÇ1. TAŞIMA	AMÇ2. KAPLAMA	AMÇ3 YALITIM	...	BÇ1.TUĞLALAR, BLOKLAR	BÇ2.LEVHALAR, DÜZ RİJİT PANOLAR....	.....	.BÇ7. PARÇA VE PROFİLLER	MEVCUT FORMU	TEDARİK FORMU	MEVCUT BOYUTU	TEDARİK BOYUTU	BİRİMİ (kg, ton, m, m ² tvb.)					
YALT_S1_A	YALT_S1_A1	Çelik kutu profiller	-		X						X	Dikdörtgen kesit	Dikdörtgen kesit	10 cm'den küçük	6	m	-Yük Taşıma (Basınç ve çekmeye dayanım)	X	X		X	
YALT_S1_B	YALT_S1_B1	Kontrplak kaplama	-		X	X				X			Dikdörtgen kesit		-	125x250	cm	-Yük taşıma -Uygulama yüzeyi sağlama -Tutuşur Nitelikte	X	X		X
YALT_S1_C	YALT_S1_C1	#Membran malzeme	-				X											-Su geçirimsiz -Düşük ısı dayanımı				
YALT_S1_D	YALT_S1_D1	Alüminyum malzeme	-		X					X		Küçük parçalar	Rulo	15 cm'den küçük				-Genleşme -Kolay şekillendirilebilme				X
	YALT_S1_D2	Karton malzeme	-						X									-Tutuşur Nitelikte -Geçici koruyucu -Düşük su dayanımı	X	X		X



Bu aşama, projede yer alan alt süreçler ile alt süreç girdilerine ait bilgi edinilemediğinden; oluşturulan bir senaryoya göre bir “Geri Kazanım Analizi Uygulaması” yapılmıştır. Senaryoya göre; yapım süreci sırasında zemin kaplaması amacıyla kullanılan bir miktar doğal taş (traverten) atığı ortaya çıkmış ve çıkan bu atıklar, Yapım Alt Süreci Atık Envanterine kaydedilmiştir. Yapım Alt Süreci Atık Envanteri incelendiğinde; traverten atığının revizyon sebebiyle ortaya çıkmış olduğu, 60 cm genişliğinde, 200 cm boyunda 15 adet parçadan oluştuğu, özgün kullanım amacının zemin kaplama malzemesi olduğu görülmüştür. Oluşan bu atığın miktar ve nitelikleri göz önüne alınarak geri kazanılması düşünülmüştür. Bu bağlamda YS-AYM geri kazanım analizi aşağıdaki şekilde uygulanmıştır.

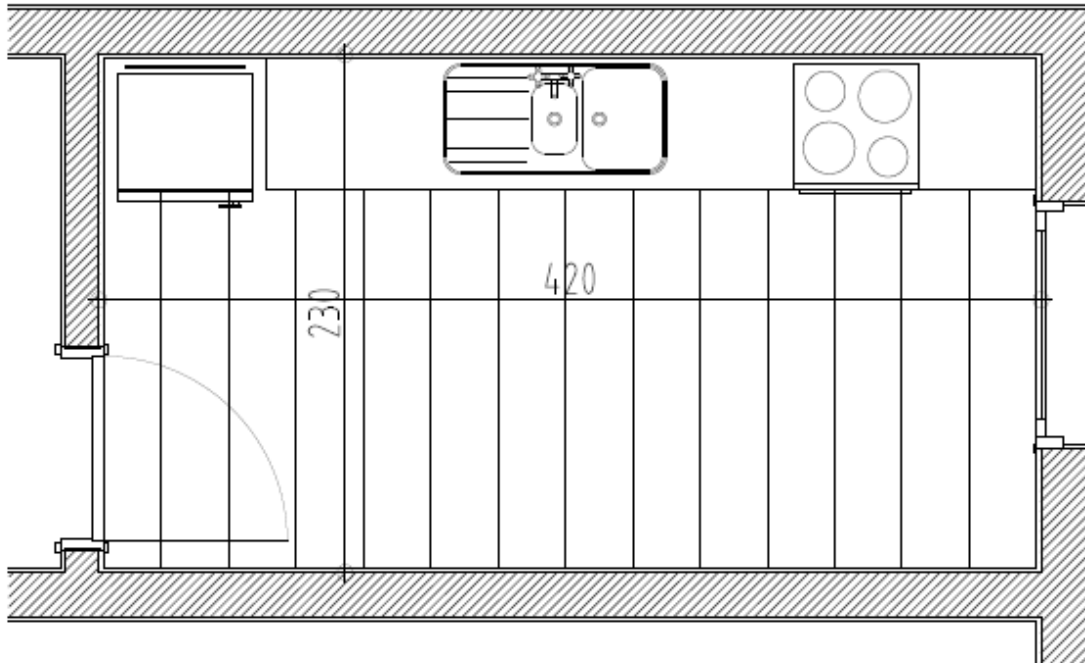
- Seçenek 1: Traverten atığının YALT_SX sürecinde ıslak hacim döşeme kaplaması (Şekil 6.14) olarak yeniden kullanımı, bir geri kazanım seçeneği olarak belirlenmiştir.



213

Seçenek 1’de yer alan zemin kaplaması 40 cm genişliğinde ve mekân boyunca devam eden parçalardan oluşacak şekilde tasarlanmıştır. Ancak zemin kaplama malzemesinin uzunluğu doğrultusunda parçalı bir şekilde düzenlenmesi kabul edilebilir bir yaklaşım olarak ele alınabilir. Seçenek 1 yükseltilmiş döşeme uygulaması olarak detaylandırılmıştır.

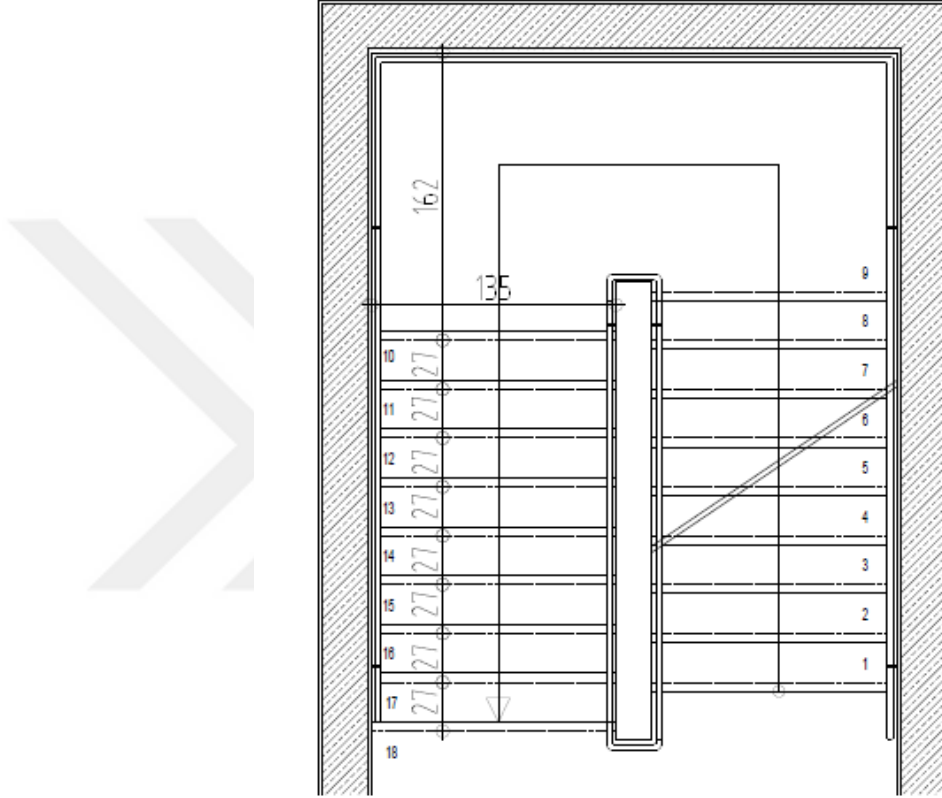
- Seçenek 2: Traverten atığının YALT_SY sürecinde mutfak mekânı döşeme kaplaması (Şekil 6.15) şeklinde yeniden kullanımı bir geri kazanım seçeneğı olarak belirlenmiştir. Seçenek 2’de yer alan zemin kaplaması 30 cm genişliğinde ve mekânın kısa kenarı doğrultusunda devam eden parçalardan oluşacak şekilde tasarlanmıştır. Zemin kaplamasının, mekânda derinlik etkisi sağlaması bakımından, mekânın kısa kenarı doğrultusunda tek parça olarak devam etmesi, mimari açıdan tercih edilmiş bir yaklaşımdır. Dolayısıyla zemin kaplamasının mekânsal etkisinin korunması nedeniyle mekanın eni boyunca tek parça olarak tasarlanmış zemin kaplama malzemesi düzenine uyulması gerekmektedir. Kaplama malzemesi şap üzerine yapıştırma harcı ile uygulanacaktır.



Şekil 6.15 : Seçenek 2- zemin kaplamasının yapılacağı mekana ait plan.

- Seçenek 3: Traverten atığının YALT_SY sürecinde merdiven yapımında basamak kaplaması (Şekil 6.16) olarak yeniden kullanımı, bir geri kazanım seçeneği olarak belirlenmiştir.

Basamak kaplamaları 27 cm genişliğinde ve 135 cm uzunluğunda tek parça olacak şekilde detaylandırılmıştır. Sahanlık kaplamasında ise bordür yapımı sonrası parçalı bir kaplama düzeni oluşturmak mümkündür.



Şekil 6.16 : Seçenek 3 - zemin kaplamasının yapılacağı merdivene ait plan.

Seçenek 3'te kaplama malzemesi yapıştırma harcı ile merdiven döşemesi üzerine uygulanacak ve traverten malzeme basamak rıhtlarında da kullanılacaktır.

2. Değerlendirme Ölçütlerinin Belirlenmesi: Yapım sürecinde oluşan atıkların geri kazanımına yönelik seçeneklerin değerlendirilebilmesi için, öncelikle değerlendirme ölçütlerinin belirlenmesi gerekmektedir. Bu bağlamda yapım alt süreci işlemlerinin dolayısıyla çevresel etkinin azaltılması ve yapım süreci içerisinde malzeme gereksiniminin bütüncül bir yaklaşımla en etkin şekilde sağlanması amacıyla; **Boyutsal uyum; Form uyumu; Renk uyumu, Yüzeysel uyum** (yüzey özelliği); **Detay uyumluluğu**(montaj ve uygulama uyumu) ölçütleri belirlenmiştir. *Boyutsal uyum;* atık malzeme boyutlarının, detay seçeneklerinde tanımlanan malzeme

boyutları ile uygunluğunu ifade etmektedir. Örneğin Seçenek 2’de kullanılan kaplama malzemesi genişliği (30 cm), atık malzeme ile aynı genişliktedir. Burada boyutsal bir uyumdan söz edilebilir. *Form uyumu*; kaplama malzemesinin geometrik form uyumunu ifade etmektedir. Seçenekler, tamamında dikdörtgen formda kaplama malzemesi kullanılmış olduğundan geometrik açıdan atık malzemelerle benzer form uyumu özelliği göstermektedir. *Renk Uyumu*; mekâna ait diğer detaylarla olan renk uyumunu (duvar kaplaması rengi, kapı-pencere rengi vb.) ifade etmektedir. *Yüzeysel uyum (yüzey özelliği)*; mekâna ait diğer detaylarla olan matlık-parlaklık, pürüzlülük vb. yüzey özelliği uyumunu ifade etmektedir. *Detay uyumluluğu ise*; detay uygulamasına ilişkin montaj ve uygulama uyumunu ifade etmektedir. Örneğin Seçenek 2’de yükseltilmiş döşeme uygulaması yapılacaktır. Bu nedenle, detay boyutlarının döşemeyi oluşturan konstrüksiyon ile uyumu bu seçenek için önem kazanmaktadır. Özgün kullanım amacından farklı bir amaçla geri kazanılması düşünülen atık malzemeler için, performans ölçütünün de değerlendirmeye alınması yerinde olacaktır. Ancak yapılan uygulamada, tüm seçenekler atık malzemenin özgün kullanım amacına uygun geri kazanım önerisi içerdiğinden (zemin kaplama malzemesi) bu aşamada malzemenin performans ölçütü değerlendirmeye alınmamıştır. Malzemenin kendinden beklenen performans değerlerini karşıladığı kabul edilmiştir.

3. Değerlendirme ve Karar Verme: Bu aşamada aşağıda yer alan adımlar uygulanarak geri kazanım seçenekleri arasından seçim yapılacaktır.

3.1: Birinci adımda AHP yöntemine ait 9 dereceli skala kullanılarak (Bakınız Çizelge 4.2), ikili karşılaştırmalar aracılığıyla ölçütlerin önem dereceleri belirlenmiştir (Çizelge 6.9).

Çizelge 6.9 : Ölçüt değerlendirme çizelgesi.

Ölçütler	Boyutsal Uyum	Form Uyumu	Renk Uyumu	Yüzeysel Uyum	Detay Uyumu
Boyutsal Uyum	1	5	7	7	3
Form Uyumu	1/5	1	5	5	1/3
Renk Uyumu	1/7	1/5	1	1/3	1/7
Yüzeysel Uyum	1/7	1/5	3	1	1/5
Detay Uyumu	1/3	3	7	5	1

3.2: Her bir ölçüt için ağırlıklandırma yapılan bu adımda; ölçüt değerlendirme çizelgesinde her bir satırda yer alan değerler birbirleri ile çarpılarak ölçüt sayısı kadar kök derecesi alınmış ve her bir ölçüt için bulunan kök değerler toplanarak toplam satırına yazılmıştır. Sonrasında ise her bir kök değer, toplam değere bölünerek ölçüt ağırlıkları hesaplanmıştır (Çizelge 6.10).

Çizelge 6.10 : Ölçüt ağırlıkları çizelgesi.

Ölçütler	Ölçüt Değerlendirme Çizelgesinde Satırların Çarpımı	$\sqrt[5]{\text{Sütun 2}}$	Ölçüt Ağırlıkları
Sütun 1	Sütun 2	Sütun 3	Sütun 4
Boyutsal Uyum	735	3,743	0,494
Form Uyumu	1,666	1,107	0,146
Renk Uyumu	0,001	0,251	0,033
Yüzeysel Uyum	0,017	0,442	0,058
Detay Uyumu	35	2,036	0.269
Toplam		7,579	
Sütun 1: Ölçütler. Sütun 2: Ölçüt Değerlendirme Çizelgesi'nde her bir satırın yan yana çarpılması sonucu elde edilen değerler. Sütun 3: Sütun 2'de yer alan değerlerin 5. dereceden köklerinin alınması sonucu elde edilen değerler. Sütun 4: Sütun 3'te yer alan değerlerin toplam değere bölünmesi sonucu elde edilen değerler.			

3.3: İkinci adımda açıklanan işlemler, her bir ölçüte göre tüm seçenekler için ayrı ayrı uygulanarak her bir seçeneğin ağırlığı belirlenmiştir (Çizelge 6.11- Çizelge 6.15).

Çizelge 6.11 :Boyutsal uyum ölçütüne göre karşılaştırma.

Seçenekler	Seçenek 1	Seçenek 2	Seçenek 3	Çarpım	$\sqrt[3]{\text{Sütun 2}}$	Ağırlık
Sütun 1				Sütun 2	Sütun 3	Sütun 4
Seçenek 1	1	1/7	1/3	0,048	0,363	0,081
Seçenek 2	7	1	5	35	3.271	0,730
Seçenek 3	3	1/5	1	0,6	0,843	0,188
Toplam					4,477	
Sütun 1: Seçenekler. Sütun 2: Seçenek karşılaştırma değerlerinin yer aldığı her bir satırın yan yana çarpılması sonucu elde edilen değerler. Sütun 3: Sütun 2'de yer alan değerlerin 3. dereceden köklerinin alınması sonucu elde edilen değerler. Sütun 4: Sütun 3'te yer alan değerlerin toplam değere bölünmesi sonucu elde edilen değerler.						

Çizelge 6.12 : Form uyumu ölçütüne göre karşılaştırma.

Seçenekler	Seçenek 1	Seçenek 2	Seçenek 3	Çarpım	$\sqrt[3]{\text{Sütun 2}}$	Ağırlık
Sütun 1				Sütun 2	Sütun 3	Sütun 4
Seçenek 1	1	1/9	1/5	0,022	1,094	0,199
Seçenek 2	9	1	7	63	2,571	0,468
Seçenek 3	5	1/7	1	0,714	1,831	0,333
Toplam					5,497	
Sütun 1: Seçenekler. Sütun 2: Seçenek karşılaştırma değerlerinin yer aldığı her bir satırın yan yana çarpılması sonucu elde edilen değerler. Sütun 3: Sütun 2’de yer alan değerlerin 3. dereceden köklerinin alınması sonucu elde edilen değerler. Sütun 4: Sütun 3’te yer alan değerlerin toplam değere bölünmesi sonucu elde edilen değerler.						

Çizelge 6.13 :Renk uyumu ölçütüne göre karşılaştırma.

Seçenekler	Seçenek 1	Seçenek 2	Seçenek 3	Çarpım	$\sqrt[3]{\text{Sütun 2}}$	Ağırlık
Sütun 1				Sütun 2	Sütun 3	Sütun 4
Seçenek 1	1	1/5	1/9	0,022	1,094	0,182
Seçenek 2	5	1	7	35	2,351	0,391
Seçenek 3	9	7	1	63	2,571	0,427
Toplam					6,017	
Sütun 1: Seçenekler. Sütun 2: Seçenek karşılaştırma değerlerinin yer aldığı her bir satırın yan yana çarpılması sonucu elde edilen değerler. Sütun 3: Sütun 2’de yer alan değerlerin 3. dereceden köklerinin alınması sonucu elde edilen değerler. Sütun 4: Sütun 3’te yer alan değerlerin toplam değere bölünmesi sonucu elde edilen değerler.						

Çizelge 6.14:Yüzeysel uyum ölçütüne göre karşılaştırma.

Seçenekler	Seçenek 1	Seçenek 2	Seçenek 3	Çarpım	$\sqrt[3]{\text{Sütun 2}}$	Ağırlık
Sütun 1				Sütun 2	Sütun 3	Sütun 4
Seçenek 1	1	1/5	1/9	1,311	1,094	0,203
Seçenek 2	5	1	1/5	6,2	1,837	0,340
Seçenek 3	9	5	1	15	2,466	0,457
Toplam					5,398	
Sütun 1: Seçenekler. Sütun 2: Seçenek karşılaştırma değerlerinin yer aldığı her bir satırın yan yana çarpılması sonucu elde edilen değerler. Sütun 3: Sütun 2’de yer alan değerlerin 3. dereceden köklerinin alınması sonucu elde edilen değerler. Sütun 4: Sütun 3’te yer alan değerlerin toplam değere bölünmesi sonucu elde edilen değerler.						

Çizelge 6.15 : Detay uyumu ölçütüne göre karşılaştırma.

Seçenekler	Seçenek 1	Seçenek 2	Seçenek 3	Çarpım	$\sqrt[3]{\text{Sütun 2}}$	Ağırlık
Sütun 1				Sütun 2	Sütun 3	Sütun 4
Seçenek 1	1	1/5	1/3	1,533	1,153	0,237
Seçenek 2	5	1	3	9	2,080	0,428
Seçenek 3	3	1/3	1	4,333	1,630	0,335
Toplam					4,863	
Sütun 1: Seçenekler. Sütun 2: Seçenek karşılaştırma değerlerinin yer aldığı her bir satırın yan yana çarpılması sonucu elde edilen değerler. Sütun 3: Sütun 2’de yer alan değerlerin 3. dereceden köklerinin alınması sonucu elde edilen değerler. Sütun 4: Sütun 3’te yer alan değerlerin toplam değere bölünmesi sonucu elde edilen değerler.						

3.4: Bu adımda A.1, A.2 ve A.3 adımlarında elde edilen sonuçlar tek bir çizelgede toplanmıştır. Çizelge 6.15’de ölçüt ağırlıkları ile seçeneklerin ölçütlere göre ağırlıkları yer almaktadır.

Çizelge 6.16 : Ölçüt ağırlıkları ve seçeneklerin ölçütlere göre ağırlıkları.

Ölçütler	Ölçüt Ağırlıkları	Seçenek 1	Seçenek 2	Seçenek 3
Boyutsal Uyum	0,494	0,081	0,730	0,188
Form Uyum	0,146	0,199	0,468	0,333
Renk Uyum	0,033	0,182	0,391	0,427
Yüzeysel Uyum	0,058	0,203	0,340	0,457
Detay Uyum	0.269	0,237	0,428	0,335

3.5: Ölçüt ağırlıkları ile seçeneklerin ölçütlere göre ağırlıkları çarpılarak elde edilen sonuçlar Çizelge 6.16’da ilgili sütunlara yazılarak, her bir seçenek için alt alta toplama işlemi yapılmış ve sonuç toplam satırına yazılmıştır. En yüksek değer alan **Seçenek 2** seçilerek karar verme işlemi tamamlanmıştır.

Çizelge 6.17 : Geri kazanım değerlendirme çizelgesi.

Ölçütler	Ölçüt Ağırlıkları	Seçenek Ağırlıkları x Ölçüt Ağırlıkları		
		Seçenek1	Seçenek2	Seçenek3
Boyutsal Uyum	0,494	0,040014	0,36062	0,092872
Form Uyumu	0,146	0,029054	0,068328	0,048618
Renk Uyumu	0,033	0,006006	0,012903	0,014091
Yüzeysel Uyum	0,058	0,011774	0,01972	0,026506
Detay Uyumu	0.269	0,063753	0,115132	0,090115
Toplam		0,150601	0,576703	0,272202

6.2 Bölüm Sonucu

Bu bölümde YS-AYM'nin yapımı devam eden villa tipi konutlardan oluşan bir şantiyede uygulanması sonucu elde edilen bilgiler yer almaktadır. Modelin uygulanması şantiyede kısım şefi olarak görev yapan, 15 yıl uygulama tecrübesi olan bir mimar tarafından yapılmış olup, uygulama YS-AYM adımlarının, çatı elemanı yapım alt süreci için sırasıyla uygulanması şeklinde gerçekleştirilmiştir. Modelin “Yapım Alt Süreci Uygulaması (Yapım)” aşaması kullanıcı ile birlikte yerinde incelenerek, uygulamalar fotoğraflarla belgelendirilmiş ve uygulama adımlarına ait ilgili başlıklar altında sunulmuştur.

Uygulama sırasında; modelin kullanıcısının şantiyede mevcut iş yoğunluğu içerisinde zaman ayırmakta yaşadığı güçlük ve pandemi nedeniyle alınan sağlık ve güvenlik önemleri çerçevesinde, çalışmanın kısa sürede tamamlanması gerekliliği ile yüklenici firmanın şirket politikası gereği uygulanan projeye ait verileri paylaşma konusunda isteksiz olması şeklinde zorluklarla karşılaşmıştır. Çatı elemanı yapım alt süreci için model kullanıcı tarafından; Çatı Strüktürünün Kurulması, Kaplamaaltı levhası uygulaması, Su yalıtım uygulaması ile Metal kenetli çatı kaplama uygulaması temel imalatlarını içerecek şekilde uygulanmıştır.

YS-AYM adımlarına uygun olarak öncelikle Çatı elemanı yapım alt sürecinin girdi, süreç ve çıktı analizleri yapılarak, olası atıklar ve atık oluşum nedenleri ele alınarak, atık yönetim stratejileri belirlenmiş ve uygulanmıştır. Atık yönetim stratejilerinin belirlenmesinde Tez Çalışmasının 3'üncü Bölümünde gerçekleştirilen nitel araştırma verilerine dayanılarak elde edilen Atık Yönetim Stratejileri Çizelgesi'nden

yararlanılmıştır. Sırasıyla Yapım Alt Süreci Atık Önleme/Azaltma İşlemi aşaması ile Yapım Alt Süreci Uygulaması gerçekleştirilerek yapım süreci oluşan atıklar; Yapım Alt Süreci Atık Envanteri olarak kayıt altına alınmıştır. Uygulama sırasında yaşanan yukarıda sözü geçen zorluklar ile atık miktarı belirleme işleminin şantiye uygulamaları içerisinde rutin işler arasında yer almaması gibi nedenlerle oluşan atık miktarı bilgisi edinilememiş ve kayıt altına alınamamıştır. Böylelikle her bir yapım alt süreci için atık miktarının kayıt edilmesi konusunda zorluklar yaşanabileceği ve atık miktarı tespitine yönelik uygulanabilir yöntemler gerekliliği sonucuna ulaşılmıştır.

Modelin geri kazanım analizi aşaması; modelin uygulandığı projeye ait diğer alt süreçlere ilişkin bilgi (alt süreçler, alt süreç malzeme, işçilik, araç girdiler vb.) edinilemediğinden, uygulama oluşturulan bir senaryoya göre gerçekleştirilmiştir. Oluşturulan senaryoya göre; revizyon nedeniyle ortaya çıkan, zemin kaplaması amacıyla kullanılan, belirli boyutlarda bir miktar doğal taş kaplama (traverten) atığının olduğu varsayılarak, üç farklı mekânda zemin kaplaması olarak kullanılması durumu için geri kazanım analizi yapılmıştır. Ölçütler mekânsal gereksinimleri de dikkate alacak şekilde, çevresel etkinin azaltılması ve yapım süreci içerisinde malzeme gereksiniminin bütüncül bir yaklaşımla en etkin şekilde sağlanması amacıyla; (i) Boyutsal uyum, (ii) Form uyumu, (iii) Renk uyumu, (iv) Yüzeysel uyum (yüzey özelliği) ve (v) Detay uyumluluğu (montaj ve uygulama uyumu) ölçütleri olarak belirlenmiştir. Geri kazanım analizi AHP yöntemi kullanılarak yapılmıştır. Değerlendirme; seçenekler arasından belirlenen ölçütlere göre kullanıcının öncelik ve taleplerini en iyi şekilde karşılayarak, çevresel açıdan (atık oluşumu) en etkin sonuç veren seçeneğin seçilmesi ile tamamlanmıştır.

Sonuç olarak, YS-AYM kapsamında yapılan atık öngörülleri ve öngörülere dayalı olarak oluşturulan yapım süreci atık yönetimi stratejileri; yapım alt süreci uygulaması sırasında uygulanarak, atıkların azaltılarak geri kazanımının sağlanması yönünde olumlu sonuçlar elde edilmiştir. Ancak atık miktarı tespitine yönelik, şantiyedeki iş akışı içerisinde uygulanabilir yöntemler geliştirilmesi, modelin uygulanabilirliğini kolaylaştıracaktır.



7. SONUÇ VE ÖNERİLER

Yeryüzünde artan nüfus artışına paralel olarak yapı üretimi artmakta, yapı üretimindeki bu artış küresel ısınma, doğal kaynak tüketimi, arazi kullanımı vb. birçok çevresel etkilerde de artışa neden olmaktadır. Yapı endüstrisi kaynaklı çevresel etkilerden biri de yapım sürecinin fiziksel çıktılarından biri olan atık oluşumudur. Literatürde, “İnşaat ve Yıkıntı Atıkları”, “Yapısal Atık”, “Yapım ve Yıkım Atığı” ve “Tadilat Atığı” olmak üzere yapı endüstrisi kaynaklı atıklar için farklı kavramlar kullanılmıştır. Bu kavramların kapsamı ve içerikleri araştırmacılar arasında farklılık göstermektedir. Tez çalışması kapsamında “Yapım ve Yıkım Atığı (YYA)” ile “Yapım Atığı (YA)” kavramları kullanılmış olup; YYA kavramı yapım ve yıkım süreçlerinde oluşan atığı malzeme düzeyinde ifade ederken; tez çalışmasının ana konusu olan YA kavramı ise yapım sürecinde oluşan atığı ifade etmektedir.

Yapım süreci çok sayıda aktörün rol aldığı, proje türü, kullanılan yapım tekniği vb. birçok değişkeni bünyesinde barındıran karmaşık bir süreçtir. Bu nedenle yapım atığı miktar ve içeriği, şantiyeden şantiye değişkenlik gösterebilmektedir. Şantiyenin çok değişkenli yapısı atık yönetimi konusunda önemli bir kısıt oluşturmaktadır. Yapım atığı önlenebilir nitelikte olmasına rağmen az sayıda araştırmacının dikkatini çekmiştir.

Türkiye’de küresel ve bölgesel ekonomik gelişmelere paralel olarak son on beş yıl içerisinde yapım faaliyetlerinde önemli artışlar gözlenmiştir. Ülkemizde yapım atığı miktarına ilişkin veri bulunmamakla birlikte, yapım faaliyetlerindeki bu artışın yapım atığı miktarını arttırması kaçınılmazdır. Ülkemizde yapım faaliyetlerindeki dolayısıyla yapım atığı miktarındaki artış, yapım sürecinde oluşan atıklar için sürdürülebilir atık yönetim stratejilerinin geliştirilmesi ve uygulanması konusunu, çevresel açıdan günden güne daha önemli hale getirmektedir.

Tez çalışmasının 2. bölümünde belirtildiği üzere; atık yönetimi konusu küresel ölçekte gelişmiş veya gelişmekte olan ülkelerde önemli bir sorun teşkil etmektedir. Literatürde atık yönetimiyle ilgili çeşitli ilke ve stratejiler yer almaktadır. Bu

stratejilerden yaygın olarak kabul gören ve YYA yönetiminde de kullanılan Atık Yönetim Hiyerarşisidir (AYH). AYH, Avrupa Birliği üyesi ülkeler başta olmak üzere birçok ülke tarafından benimsenmiştir. AYH çevresel açıdan tercih sırasına dayalı bir yaklaşımdır. AYH’de çevresel açıdan tercih sırası; öncelikli olarak atığın önlenmesi/azaltılması, atığın önlenmesi/azaltılmasının mümkün olmaması durumunda atığın yeniden kullanılması, yeniden kullanımın mümkün olmaması durumunda ise bir sonraki uygulama olarak atığın geri dönüştürülmesi şeklindedir. UNEP’in hiyerarşi öncelikli tercih sırasına göre: Atık Önleme, Yeniden Kullanım, Geri dönüşüm, Atıktan Enerji Kazanımı ve Bertaraf şeklindedir. Geleneksel olarak AYH, literatürde yer alan araştırmalarda YYA yönetimi için en etkili atık yönetim stratejisi olarak benimsenmiştir. Ayrıca yapım süreci kaynaklı atıkların yönetilmesine ilişkin farklı kuruluşlarca geliştirilmiş literatürde bazı araçlar bulunmaktadır. Ancak sözü geçen araçlar; veritabanlarının üretildiği ülkeye ait yerel verilere (atık oluşum endeksleri ve hacimsel veriler) dayanılarak üretilmiş olması nedeniyle, farklı ülke ve koşullarda kullanılmaları durumunda güvenilir sonuçlar vermemektedir. Sözü geçen araçlarda; atıklar genellikle miktar ve tür olarak kayıt altına alınmakta, atıkların boyutsal özellikleri ile atık oluşum nedenlerine ilişkin bilgiler bulunmamakta ve ayrıca atık oluşumunu etkileyen proje türü, büyüklüğü, yeri, yapım tekniği vb. değişkenler değerlendirmeye alınamamaktadır. Dolayısıyla, projeye özgü koşullar ile şantiyeye özgü koşulların değerlendirmeye alındığı bir Yapım Süreci Atık Yönetim Modelinin geliştirilmesi; atık oluşumunun önlenmesi/azaltılması ile yapım atığının geri kazanımının sağlanarak ve/veya arttırılarak, yapım sürecinin çevresel etkisinin azaltılması açısından önem taşımaktadır. Bu bağlamda, “Problemin Tanımlanması” başlığında belirtildiği üzere; tez çalışmasının temel problemi; *Yapım sırasında ortaya çıkan atıkların(i) Önlenmesi/azaltılması,(ii) Geri kazanımının (yeniden kullanım ve geri dönüşüm) sağlanması/arttırılması (iii) Geri kazanım seçenekleri arasından çevresel açıdan seçim yapılması, (iv) Değerlendirme ve karar verme sürecine yapım süreci değişkenleri ile yerel veriler ve literatür verilerinin dahil edilerek, konunun sistematik bir yaklaşımla ele alınmasının nasıl sağlanacağıdır.*

AYH’nin uygulanabilmesi için öncelikle atıkların öngörülmesi ve niteliklerinin oluşum nedenlerinin bilinmesi önem taşımaktadır. Dolayısıyla, tez çalışmasının temel problemi kapsamında yer alan alt problemler; (i) *Türkiye’de yapım sürecinde*

üretileen atık türü, miktarları ve oluşum nedenlerine ilişkin veri eksikliği ve (iii) Atık yönetim uygulamalarına (toplama, ayırma, geri dönüşüm, yeniden kullanım vb.) ilişkin veri eksikliği olarak belirlenmiştir.

Tez çalışması kapsamında, Türkiye’de yapım süreci atık yönetimi uygulamalarına ilişkin verileri elde etmeye yönelik yüze görüşme tekniği ve gerekli izin alınabilen şantiyelerin yerinde incelenmesi yöntemiyle nitel bir araştırma çalışması gerçekleştirilmiştir.

Tez çalışmasının 3. bölümünde; çalışma kapsamında elde edilen veriler ile verilerin analiz sonuçları ayrıntılı bir biçimde aktarılmıştır. Sonuçlar ayrıca; tez çalışmasının temel problemine uygun olarak belirlenen alt amaçlara göre aşağıda özetlenmiştir.

Türkiye’de yapım sürecinde üretileen atık türü, miktarları ve oluşum nedenlerine ilişkin elde edilen sonuçlar:

- Çalışmada; atık oluşum miktarına ilişkin anlamlı bir nicel veri elde edilememiş olup; katılımcılardan biri (K_B) çeşitli malzemelerin atık oluşum miktarlarına ilişkin oransal tahminlerde bulunmuştur.
- Türkiye’de, yapım süreci devam ederken, projede revizyona gidilmesi ve malzemelerin boyutlandırma amaçlı kesilmesi en etkili atık oluşum nedenleridir. Revizyonlar genellikle kullanıcıların istekleri doğrultusunda yapılmaktadır. Ticari alanlarda genellikle mekânsal değişiklikler (duvar yerlerinin değiştirilmesi vb.) talep edilirken, konut işlevli yapılarda ise ince yapı elemanlarında değişiklik talep edilmektedir. Bir diğer önemli revizyon nedeni ise, proje kaynaklı hatalardır.
- Binaların cephelerinin geniş bir yüzey alanı kaplamaları nedeniyle, cephe kaplama malzemesi olarak düşük dayanımlı bir malzeme kullanılması, atık oluşum oranını artmaktadır.
- Şantiyelerde yeterli denetimin sağlanmaması; işçilik, montaj ve uygulama hatalarını arttırarak atık oluşumuna neden olmaktadır.
- Yapım faaliyetleri devam ederken çeşitli gerekçelerle işi yapan alt yüklenicinin değişmesi, atık oluşumuna neden olan bir diğer etkidir.
- Proje teslim tarihinin öne alınması sebebiyle iş süresi baskısının artması, uygulama ve işçilik hatalarını dolayısıyla atık oluşumunu arttırmaktadır.

- Şantiyelerde bazı uygulamalar sonrası (seramik zemin kaplaması vb.) malzemenin zarar görmemesi için, uygulama yüzeyine koruma amaçlı oluklu kartonlar serilmektedir. Bu kartonların işlevlerini tamamlaması sonrası atık oluşturmaktadır. Bu tür atıklar tez çalışması kapsamında “koruma atığı” olarak adlandırılmıştır.
- Proje ile ilgili hatalar; iş koordinasyonu sorunları ve inşaat malzemelerinin işçiler tarafından farklı amaçlar için kullanılması ve depolama organizasyonu bozuklukları görece daha az etkili atık oluşum nedenleri arasındadır.
- Bazı şantiyelerde;
 - Boyutlandırma amaçlı kesim nedeniyle oluşan atıkların önlenmesi/azaltılabilmesi için; özellikle cephe kaplama malzemesi gibi geniş yüzey alanı oluşturan uygulamalarda cephelerin standart ürünlerin kullanımı ile projeye özgü ölçülerde sipariş verilmesi (çelik donatıların statik projedeki ölçülere uygun olarak satın alınması),
 - İşçilik ve montaj hatalarının önüne geçilebilmesi için, detayın yerinde veya şantiye içerisinde uygun bir yerde 1/1 ölçekte bir örneğinin yapılarak, detayda oluşabilecek uygulama hatalarının tespit edilmesi,
 - Fazla sipariş nedeniyle atık oluşumunu önlenmesi için ise, malzeme siparişinin gereksinim duyulan miktarının altında verilmesi ve son blok için gereksinim duyulan malzeme miktarının diğer blokların yapımı sırasında artan malzemeler dikkate alınarak siparişin tamamlanması,

uygulamaları yapılmaktadır.

- Çalışma sonuçlarına göre Türkiye’de atık oluşumuna neden olan faktörler (NE) ile atık oluşumunu azaltan faktörler (AF) aşağıdaki şekilde belirlenmiştir:
 - NE1. Kullanıcı istekleri,
 - NE2. Malzeme dayanımı düşüklüğü,
 - NE3. Uygulanan yüzey alanı,
 - AF1. Proje özgü ebatlarda sipariş,
 - AF2. Tasarımda standart ürünlerin kullanımı,
 - AF3. Şantiyede prototip yapılması,
 - AF4. Yüklenici firmanın ölçeği.

Türkiye’de şantiyelerde yapım süreci atık yönetim uygulamalarına (toplama, ayırma, önleme/azaltma geri dönüşüm, yeniden kullanım vb.) ilişkin elde edilen sonuçlar:

- Şantiyelerde atık yönetimi genellikle atık yönetimi planı çerçevesinde uygulanmamaktadır.
- Şantiye olanakları (depolama olanağı vb.) ile yüklenici firmanın ölçeğine bağlı olarak atık toplama ve ayırma uygulama yöntemleri değişiklik göstermektedir. Ancak genellikle yüklenici firmanın sorumluluğunda yürütülmektedir. Büyük ölçekli şantiyelerde altyüklenicilerle yapılan anlaşmalarda, genellikle altyükleniciler ürettikleri atıklarını toplamakla yükümlü tutulmaktadır.
- Büyük ölçekli yüklenicilerin, küçük ölçekli yüklenicilere kıyasla atık ayırmada daha istekli oluğu görülmüştür. Bu durumun şantiyede oluşan atık miktarı ile ilgili olduğu sonucuna ulaşılmıştır.
- Şantiyelerde atıklar genellikle atık yığını şeklinde karışık bir şekilde toplanmakta, daha sonra tamamen veya kısmen türlerine göre ayrılmaktadır.
- Şantiyelerde mali kazanç, geri dönüşüm veya yeniden kullanım amacının en önemli tetikleyicisidir. Mali açıdan yeterli gelir sağlanılamayacağı düşünülen atıkların geri kazanımı genellikle ihmal edilmektedir.
- Çalışma kapsamında incelenen tüm şantiyelerde, ekonomik açıdan kazanç sağlayan ve yüksek geri dönüşüm oranına sahip bir malzeme olan çeliğin geri dönüştürüldüğü görülmüştür.
- Şantiyelerde ayırma işlemi uygulanan atık türleri; çelik, plastik, ahşap ve kağıt atıklardır.
- Atıkların toplanması için cephelerde atık borusu kullanımı doğrudan şantiye olanakları ve inşa edilen yapının kat sayısı ile ilgilidir. Bu bağlamda yüksek bloklarda ve dar parselli şantiyelerde atık borusu kullanımı daha yaygındır.
- Küçük ölçekli yükleniciler tarafından yürütülen şantiyelerde zararlı atığın uygun koşullarda bertarafı konusuna yeterince önem verilmemektedir.
- Atık toplama ve uzaklaştırma dönemleri, şantiyedeki üretim sürecine de bağlı olarak şantiyeden şantiyeye farklılık göstermektedir.

- Atıkların şantiye sahası içinde geçici olarak depolanması uygulamaları şantiye olanaklarına bağlı olarak değişkenlik göstermektedir. Atıkların şantiye sahasında yer kaplaması sebebiyle, genellikle mümkün olan en kısa sürede saha dışına çıkarılması tercih edilmektedir.
- Katılımcılar, görev yaptıkları şantiyelerde atıkların belediyeler tarafından belirlenen döküm sahalarına iletildiğini ve yasa dışı döküm yapılmadığını bildirmiştir. Ancak Türkiye’de zararlı atıkların uygun koşullarda bertarafının sağlanması konusunda farkındalık henüz yeterince gelişmemiştir.
- Görüşme çalışması sırasında katılımcılar tarafından, geri kazanımın sağlanması için geri dönüşüm firmaları ile yükleniciler arasında yeterli iletişim ağı bulunmadığı belirtilmiştir. Bu durum Türkiye’de geri dönüşüm uygulamaları açısından önemli bir kısıttır.
- Genellikle aynı yüklenici tarafından yürütülen şantiyeler arasında işbirliği bulunmaktadır. Ancak farklı yükleniciler tarafından yürütülen şantiyeler arasında işbirliği yeterince sağlanamamaktadır.
- Türkiye’de atıkların toplama-ayırma, depolama ve bertaraf uygulamalarında etkili faktörler;
 - Atık miktarı,
 - Şantiye olanakları,
 - Depolama olanağı,
 - Yüklenici firmanın ölçeği
 olarak sıralanabilir.
- Türkiye’de atıkların geri kazanım uygulamalarını azaltan (AF) ve arttıran faktörler (ATF);
 - ATF1. Atığın Ekonomik Değeri,
 - ATF2. Yüklenici firmanın vizyonu,
 - ATF3. Yapım alt süreçleri arası koordinasyonun sağlanması
 - ATF4. Şantiyelerde görev yapan teknik personelin geri kazanım konularında farkındalığı ve yaratıcılığı,

- AF1. Geri dönüşüm firmaları ile bağlantı kurulamaması,
- AF2. Atıkların geri kazanım olanakları ile ilgili yeterli derecede bilgi sahibi olunmamasıdır.

Türkiye’de Yapım Süreci Atık Yönetimi Uygulamalarına ilişkin elde edilen sonuçlardan yararlanılarak, yapım sürecinde atık önleme/azaltma ve geri kazanıma yönelik stratejiler geliştirilmiş ve bu stratejiler “Yapım Süreci Atık Yönetim Stratejileri” başlığı altında Çizelge 6.6’da sunulmuştur. Yapım Süreci Atık Yönetim Stratejilerinden YS-AYM uygulaması kapsamında yararlanılmıştır.

Tez çalışmasının 4. Bölümünde; Değerlendirme ve Karar Verme ile ilgili genel bilgiler aktarılmış, geliştirilen model kapsamında yararlanılan çok ölçütlü karar verme yöntemlerinden AHP yöntemi detaylı olarak açıklanmıştır.

Tezin 5. Bölümünde; tez çalışması kapsamında geliştirilen “Yapım süreci Atık Yönetim Modeli (YS-AYM)” yer almaktadır.

YS-AYM’nin temel özellikleri:

YS-AYM yapım sürecinde oluşan atıkların yönetimine (azaltma/önleme, yeniden kullanım, geri dönüşüm) yönelik bir değerlendirme ve karar verme modelidir. YS-AYM’de, Atık Yönetim Hiyerarşisini temel hatlarıyla benimsenmekle birlikte, hiyerarşide yer alan enerji üretimi ve atıkların uygun şekilde bertaraf edilmesi aşamaları, farklı bir uzmanlık alanı konusu olması nedeniyle kapsam dışı bırakılmıştır. Modelin zorunlulukları (kısıtlar) modelin uygulanacağı şantiyenin yer aldığı bölgede yürürlükte olan ilgili yasa, yönetmelik ve standartlar şeklinde olup; yapım sürecinde atık yönetimi şantiye olanakları ile doğrudan ilişkili olduğundan, şantiyelere özgü oluşabilecek zorunluluklar ayrıca kabul edilmektedir.

YS-AYM, temel olarak; uygulaması yapılacak olan projeye ait elde edilen verilerin model ortamında analiz edilerek, analiz sonuçlarına göre uygun görülen veya belirlenen stratejilerin şantiye ortamında uygulanması şeklinde bir yaklaşım ortaya koymaktadır. Yapım süreci atık yönetimi için, tez çalışmasının 2. bölümünde de aktarıldığı üzere, literatürde pek çok stratejinin varlığından söz edilebilir. YS-AYM kapsamında tez çalışmasının 3. bölümde aktarılan görüşme çalışmalarından elde edilen yerel verilere dayalı olarak oluşturulan stratejiler ile literatürde yer alan atık yönetim stratejilerinden yararlanıldığı kabul edilmektedir. Bu bağlamda; YS-AYM, uygulaması yapılacak alt sürecin işçilik, malzeme ve araç girdileri ile alt süreçte yer

alan süreç içi işlemlerin yapım süreci girdilerine uğrattıkları olası dönüşüm üzerinden; olası atıklar, oluşum miktarları, özellikleri ve oluşum nedenleri öngörülmesi doğrultusunda; atık oluşumunun önlenmesine/azaltılması ve geri kazanımına yönelik stratejilerin belirlenerek, yapım süreci içerisinde atık yönetim stratejilerinin uygulanması ve geri kazanım kararlarının verilmesi şeklinde bir yaklaşım ortaya koymaktadır.

YS-AYM'nin tez çalışmasının temel problemlerine uygun olarak sağladığı temel yararlar:

- Yapım sırasında ortaya çıkan atıkların önlenmesi/azaltılması; geri kazanımının (yeniden kullanım ve geri dönüşüm) sağlanması/arttırılması ve geri kazanım seçenekleri arasından çevresel açıdan seçim yapılması için konunun **sistematik** bir yaklaşımla ele alınmasını sağlamaktadır.
- Yapım sürecinde atıkların önlenmesi/azaltılması; **projeye ve şantiyeye özgü değişkenler** ile **süreç içi değişkenler** dikkate alınarak öngörülen olası atıklar ve nedenlerinin irdelenmesi ve olası atıkların önlenmesi/azaltılmasına yönelik **yerel verilere dayalı** uygun stratejilerin belirlenerek, şantiyedeki akış içerisinde sistematik bir biçimde yürütülmesine imkan tanımaktadır.
- Yapı üretim sürecinde rol alan ilgili aktörlerin, YS-AYM'den yararlanarak yapım atığı için **sürdürülebilir yönetim stratejileri** geliştirmesine ve böylelikle binaların yapım süreci **çevresel etkisinin** azaltılmasına yardımcı olmaktadır.

Tez çalışmasının 6. Bölümünde; YS-AYM'nin bir yapım alt sürecinde uygulaması gerçekleştirilerek, modelin uygulanılabilirliği ortaya konulmuştur.

YS-AYM'nin Güçlü Yönleri:

- YS-AYM'nin uygulanabilmesi için, projeye ait veriler ile atık yönetim stratejisi verilerinin elde edilmesi gereklidir. Bu nedenle YS-AYM'nin veri etkin bir model olduğu söylenebilir. Bu bağlamda model öncesi aşamaya ait aktif bir bilgi havuzunun varlığından söz edilebilir. Bu durum, modele değişen teknoloji, malzeme kullanımı vb. koşullara göre uyarlanılabilir olma özelliği sağlamaktadır.

- Mevcut atık yönetim araçlarında; atıklar miktar olarak kaydedilmekte ve atıkların üç boyutlu yapısı ve diğer niteliklerine ilişkin veriler yer almamaktadır. Oysaki bir atığın geri kazanımın sağlanabilmesi, atık malzemenin nitelikleri ile doğrudan ilişkilidir. YS-AYM atık bilgisini nitelikleri ile detaylı bir şekilde “Atık Envanter Listeleri” olarak kayıt altına almakta ve bu atıkların çeşitli ölçütlere göre geri kazanımını sağlamaktadır.
- Modelin diğer bir güçlü özelliği ise, kullanıcıya rijit bir uygulama akışı sunmak yerine, yapım sürecinin çok değişkenli doğasına uygun olarak, çevresel açıdan en uygun kararın eldeki olanak ve seçenekler doğrultusunda verilmesini sağlamasıdır. Bu durum modelin uygulanılabilirliğini arttıran bir etkidir.
- Model olası atık oluşum nedenleri ile olası atıklara ilişkin nitelikleri öngörmeye ve atık önleme/azaltmaya yönelik stratejilerin uygulanmasına olanak sağlamaktadır. Ayrıca yapım sürecine doğrudan etki eden işçilik ve araç ölçütleri de değerlendirmeye alınabilmektedir.
- Model zararlı atıkların uygun koşullarda bertaraf edilmesini sağlayarak, kamu sağlığına yönelik olası tehditlerin önlenmesi açısından fayda sağlamaktadır.
- Model kullanıcıya çevresel yararın yanı sıra, geri kazanımı sağlayarak/arttırarak ekonomik açıdan da gelir elde etme olanağı sunmaktadır.
- Çevresel etki hesabında kullanılan çeşitli benzetim programları (GaBi, SimaPro vb.) bulunmaktadır. Ancak salt çevresel etki hesabıyla yapılacak bir geri kazanım değerlendirmesinde; detay uyumluluğu, renk uyumu, yüzeysel uyum gibi mimari ölçütler değerlendirmeye dahil edilemeyecektir. YS-AYM, çevresel etki hesabı için kullanılan ve kullanımı uzmanlık isteyen benzetim programlarının aksine, kullanım kolaylığı sunan bir yaklaşımla, seçenekler içerisinde uygulanılabilir sonuçlar elde edilmesine olanak tanımaktadır.
- YS-AYM kapsamında; yapım sürecine ve atık yönetimine ilişkin verilerin sistemli bir şekilde ele alınarak, tüm girdi, çıktı ve süreçlerin ilişkilendirilerek takip edilebilmesi için bir kodlama sistemi geliştirilmiş olup, modelin ileride bir yazılım haline dönüşeceği varsayılmaktadır. Geliştirilecek sözü geçen

yazılımla modelin uygulanılabilirliğini arttırılarak, Yapı Bilgi Modellemesi ile uyumlu hale getirilebilme olanağı bulunmaktadır.

- Yapım sürecinde revizyon olması halinde, model kapsamında ön bilgilerin edinilmesi aşamasına geri besleme yapılarak, revizyonların değerlendirme sürecine dahil edilme olanağı bulunmaktadır. Bu durum da, modelin uygulanılabilirliğini arttıran diğer bir etkidir.
- Tez çalışması kapsamında Türkiye’de mevcut atık yönetim uygulamalarının tespitine yönelik gerçekleştirilen çalışma sonuçlarına göre; geri dönüşüm firmaları ile yükleniciler arasında iletişim ağının bulunmaması ve farklı yükleniciler tarafından yürütülen şantiyeler arasında işbirliğinin sağlanamaması, geri kazanımın önündeki en önemli engellerdendir. Bu bağlamda YS-AYM kapsamında, sözü geçen sorunların çözümüne yönelik olarak önerilen “Ulusal Atık Envanter Havuzlarının” oluşturularak gerekli bağlantıların sağlanması yönünde çözüm geliştirilmiştir.

YS-AYM’nin Kısıtları;

- Uygulama sırasında, atık miktarı belirleme işleminin şantiyede rutin işler arasında yer almaması gibi nedenlerle oluşan atık miktarı bilgisi edinilememiş ve kayıt altına alınamamıştır. Bu bağlamda modelin uygulanırlığının arttırılabilmesi için, şantiyelerde atık miktarını sistemli bir şekilde kayıt altına alacak yaklaşımların geliştirilmesi gerekmektedir.
- YS-AYM kapsamında, yapım süreci uygulama öncesi gerçekleştirilen analizler sırasında öngörülemeyen atıklar ve atık oluşum nedenleri olabilir. Bu bağlamda öngörülemeyen atıkların ve atık oluşum nedenlerinin, atık envanter listesine öngörülemeyen nedenler olarak kaydedilmesi daha sonra yapılacak benzer uygulamalar için önemli bir veri sağlayabilir.
- Model kullanıcısının şantiye uygulama tecrübesi modelin etkinliğini arttıran önemli bir etkidir. Bu bağlamda, model kullanıcısının yeterli şantiye uygulama tecrübesine sahip olmaması, modelin uygulanabilirliği önünde bir kısıt olarak görülebilir. Ancak Model kapsamında verilerin düzenli bir şekilde ele alınarak uygulanan stratejilerin ve sonuçlarının kaydedilmesi, modelin kullanımının yaygınlaşmasına paralel olarak artacak bir veri havuzu, şantiye

uygulama tecrübesi yetersiz olan kullanıcılar için doğrudan rehber niteliği taşıyacaktır.

Öneriler;

- Model, projelendirme, ihale vb. süreçlerin tamamlanması sonrasında, şantiyede yapım süreci aşamasında uygulanmaktadır. Model kapsamında önerilen malzeme, tedarik ve seçimindeki revizyonların, ilgili paydaşlar tarafından isteksiz karşılanabilme olasılığının bulunduğu öngörülmektedir. Bu bağlamda önerilen atık azaltma ve geri kazanımı arttırmaya yönelik çeşitli revizyonların uygulanmasına ilişkin yasal düzenlemeler getirilmesi (yönetmelik vb.), yapılacak uygulamaların çevresel yararlarına ilişkin farkındalık sağlayacak/arttıracak eğitimler düzenlenmesi faydalı olacaktır. Böylelikle revizyonlara karşı paydaşlar arasında oluşabilecek olası anlaşmazlıklar ortadan kaldırılmış olacaktır.
- Çevresel açıdan elde edilecek kar; modelin kullanıcıları açısından her zaman tetikleyici bir unsur olarak görülmeyebilir. Bu bağlamda Modelin kullanıcılarının, geri kazanımı artırarak çevresel yararın yanı sıra ekonomik açıdan da kar elde edebileceklerinin farkına varmalarını sağlayacak yöntemler geliştirilmesi gerekmektedir. Atığın geri kazanımına ilişkin ÇŞB ve/veya yerel yönetimler tarafından çeşitli teşvikler (vergi indirimi vb.) uygulanması) modelin kullanımını yaygınlaştıracaktır.
- Tez çalışmasının 2. Bölümünde de aktarıldığı üzere, atık yönetim uygulamalarında Çevre ve Şehircilik Bakanlığı ile yetkili yerel yönetimler önemli rol oynamaktadır. Bu bağlamda YS-AYM'nin uygulanabilirliğinin arttırılabilmesi için Çevre ve Şehircilik Bakanlığı ile yetkili Yerel Yönetimler ile işbirliği sağlanarak:
 - Şantiyelerde atık yönetim uygulamalarının yürütülmesine yönelik uzmanlardan oluşacak özel bir departman kurulması önerilmektedir. Böylelikle modelin kullanılabilirliği ve etkinliği artacak ve aynı zamanda ülkemizde yeni bir iş sahası oluşturularak istihdam olanağı yaratılmış olacaktır.
 - Uzmanlardan oluşan sözü edilen departman tarafından yerel yönetimler ile işbirliği içerisinde, modelin kullanıcısı konumundaki

teknik personel ile şantiyede görev yapan işçilere yönelik, atık yönetimi ile yapım atığının geri kazanım olanakları ve geri kazanım yöntemlerine ilişkin eğitimler düzenlenmesi önerilmektedir. Düzenlenecek eğitimlerin atık azaltma ve geri kazanım uygulamalarında verimliliği arttıracığı öngörülmektedir.

- Yapım süreci atık yönetim modeli kapsamında yerel verilerin dahil edilmesiyle oluşturulan atık yönetim stratejileri; sınırlı sayıda örneklem ile yürütülen araştırma çalışması sonuçları ile literatür verilerine dayanmaktadır. Ancak atık yönetimine ilişkin ulusal bir veri tabanının oluşturulması ile ülkemizdeki yerel verilerin kapsamının arttırılması önem taşımaktadır. Bu bağlamda YS-AYM uygulamaları sırasında edinilecek deneyimlere dayalı verilerin “Ulusal Atık Yönetim Stratejilerinin” oluşturulması amacıyla kayıt altına alınması önerilmektedir. Modelin uygulama alanı arttıkça elde edilen veriler ve verilere dayalı oluşturulan stratejilerin de artacağı öngörülmektedir.
- Yapıların tasarım süreci, Modelin yapı üretim sürecindeki kapsamı dışında olmakla birlikte, Yapım süreci atık yönetim stratejilerinden, tasarım sürecinde mimarların yararlanmasını sağlayacak yaklaşımlar geliştirilmesinin atıkların önlenmesi/azaltılması açısından etkili olacağı düşünülmektedir. Bu kapsamda yapılacak çalışmalar çevresel açıdan yarar sağlayacaktır.
- Yapım sürecinde veri akışı önemli bir rol oynamaktadır. YS-AYM; her bir alt sürecin, sistem yaklaşımına uygun olarak girdi, süreç ve çıktı ilişkisi içerisinde kurgulandığı ve her bir alt sürecin kendi içerisinde değerlendirildiği bir yaklaşım ortaya koymakta olup, Model, Yapı Bilgi Modellemesi ile uyumlandırılabilir bir yapıdadır. Modelin Yapı Bilgi Modellemesi sürecine entegre bir şekilde yazılım haline getirilmesi uygulanabilirliğini arttıracaktır. Aynı zamanda model çerçevesinde oluşturulan ulusal atık envanter havuzu, yerel atık yönetim stratejilerinin uygulanabilirliğini arttıracak ve böylelikle Model ülkemiz için kamusal yarar sağlayan bir değere dönüşecektir.
- İleride yapılacak bilimsel çalışmalarla elde edilecek verilerin de ulusal atık yönetim stratejilerine eklenmesi gerekmektedir.

KAYNAKLAR

- Ackoff, R. L., Sasinieni, M. W.** (1968). *Fundamentals of operations research*. John Wiley and Sons.
- Ajayi, S. O., Oyedele, L. O.** (2018). *Critical design factors for minimising waste in construction projects: A structural equation modelling approach*. *Resources, Conservation and Recycling*, 137, 302-313
- Ajayi, S. O., Oyedele, L. O., Bilal, M., Akinade, O. O., Alaka, H. A., Owolabi, H. A., Kadiri, K. O.** (2015). Waste effectiveness of the construction industry: Understanding the impediments and requisites for improvements. *Resources, Conservation and Recycling*, 102, 101-112.
- Ajayi, S.O., Oyedele, L.O., Bilal, M., Akinade, O.O., Alaka, H.A., Owolabi, H. A.** (2016). Critical management practices influencing on-site waste minimization in construction projects. *Waste management*, 59, pp. 330-339.
- Akinade, O. O., Oyedele, L. O., Ajayi, S. O., Bilal, M., Alaka, H. A., Owolabi, H. A., Arawomo, O. O.** (2018). Designing out construction waste using BIM technology: Stakeholders' expectations for industry deployment. *Journal of Cleaner Production*, 180, 375-385.
- Akinade, O. O., Oyedele, L. O., Munir, K., Bilal, M., Ajayi, S. O., Owolabi, H. A., Bello, S. A.** (2016). Evaluation criteria for construction waste management tools: towards a holistic BIM framework. *International Journal of Sustainable Building Technology and Urban Development*, 7 (1), 3-21.
- Aksel, H.** (2014). *Çelik Yapı Bileşenlerinin Yaşam Döngüsü İçinde Yeniden Kullanım ve Geri Dönüşüm Olanaklarının Değerlendirilmesi* (Yüksek lisans tezi). Mimar Sinan Güzel Sanatlar Üniversitesi, Fen Bilimleri Enstitüsü, İstanbul.
- Aksel, H , Cetiner, İ.** (2020). Construction waste management practices on-sites: A case study of Istanbul city . *Environmental Research and Technology* , 3 (2) , 50-63 . DOI: 10.35208/ert.723002
- Aksoy, Ö.** (1974). *Uyum sürecinin mimarlık sistemi içinde örneklenmesi*. Karadeniz Teknik Üniversitesi Yayınları.
- Aral, N.** (1979). *Yapı üretiminde proje yönetimi için üretkenlik kavramına dayalı bir değerlendirme modeli* (Doktora tezi). İstanbul Teknik Üniversitesi, Fen Bilimleri Enstitüsü, İstanbul.s.50-51
- Atık Yönetimi Yönetmeliği.** (2015). T. C. Resmi Gazete, 29314, 2 Nisan 2015.
- Bakshan, A., Srour, I., Chehab, G., El-Fadel, M.** (2015). A field based methodology for estimating waste generation rates at various stages of

- construction projects. *Resources, Conservation and Recycling*, 100, 70-80.
- Balanlı, A.** (1997). *Yapıda Ürün Seçimi*, Yıldız Üniversitesi Mimarlık Fakültesi Eğitim ve Kültür Hizmetleri Derneği Yayını.
- Bayazıt, N.** (1994), *Endüstri Ürünlerinde ve Mimarlıkta Tasarlama Metodlarına Giriş*, Literatür Yayınları, İstanbul. s.269
- Baytop F.** (2019), *Şantiye Yönetimi*, YEM yayınları 6. baskı S.24
- Begum, R. A., Siwar, C., Pereira, J. J., & Jaafar, A. H.** (2006). A benefit–cost analysis on the economic feasibility of construction waste minimisation: the case of Malaysia. *Resources, conservation and recycling*, 48 (1), 86-98
- Begum, R. A., Siwar, C., Pereira, J. J., Jaafar, A. H.** (2007a). Factors and values of willingness to pay for improved construction waste management–A perspective of Malaysian contractors. *Waste management*, 27 (12), 1902-1909.
- Begum, R. A., Siwar, C., Pereira, J. J., Jaafar, A. H.** (2007b). Implementation of waste management and minimisation in the construction industry of Malaysia. *Resources, Conservation and Recycling*, 51 (1), 190-202.
- Bergsdal, H., Bohne, R.A., Brattebo, H.** (2007). Projection of construction and demolition waste in Norway. *J. Ind. Ecol.* 11 (3), 27–39.
- Berköz, S.** (1975). *Yapım'da sistemler yaklaşımı*. İstanbul Teknik Üniversitesi Mimarlık Fakültesi.
- Biçer Özkun, Ü.** (2011). *Yapı ürünlerinde gözlenen kayıpların önlenmesine yönelik bir model önerisi* (Doktora tezi).Yıldız Teknik Üniversitesi, Fen Bilimleri Enstitüsü, İstanbul.
- Bigad E.** (1975), Yapı işletmesi-şantiye bilgileri, Bozak Matbaası, s.92
- Bossink, B.A.G., Brouwers, H. J. H.** (1996). Construction waste: quantification and source evaluation. *Journal of construction engineering and management*, 122 (1), pp. 55-60.
- Broadbent, G.** (1973). *Design in architecture: architecture and the human sciences*. London: Wiley.
- Bross, I. D. J.** (1965). *Design for Decision*. New York: McMillan.
- Brunelli, M.** (2015). *Introduction to the analytic hierarchy process*. Springer.
- Buffo E., S.** (1971) *Basic Production Management*, John Wiley and Sons INC.,
- Chang, N., Pires, A.** (2015). “Sustainable solid waste management: A systems engineering approach”. Hoboken, New Jersey: John Wiley & Sons, Inc.
- Chen, J., Hua, C., & Liu, C.** (2019). Considerations for better construction and demolition waste management: Identifying the decision behaviors of contractors and government departments through a game theory decision-making model. *Journal of Cleaner Production*, 212, 190-199.

- Ching Francis, D. K.** (2008). *Building Construction Illustrated*. John Wiley and Sons, Fourth Edition
- Chong, W. K., Hermreck, C.** (2010). Understanding transportation energy and technical metabolism of construction waste recycling. *Resources, conservation and recycling*, 54 (9), 579-590.
- Christensen, T.H. (Ed.).** (2011). *Solid waste technology and management (Vol. 2)*. Chichester, West Sussex, UK: Wiley.
- Chudley, R., Greeno, R.** (2006). *Advanced construction technology*. Pearson Education Limited. p.5
- Churchman, C. W., Ackoff, R. L., Arnoff, E. L.** (1957). *Introduction to operations research*.
- Cinemre, N.** (2004). *Yöneylem araştırması*, ikinci baskı, beta basım yayım dağıtım aş. s.360
- Commission of the European Communities.** (2000). Commission Decision 2000/532/EC of 3 May 2000 replacing Decision 94/3/EC establishing a list of wastes pursuant to Article 1 (a) of Council Directive 75/442/EEC on waste and Council Decision 94/904/EC establishing a list of hazardous waste pursuant to Article 1 (4) of Council Directive 91/689/EEC on hazardous waste. Official Journal, 50, 3-3.
- Crawford, R.** (2011). *Life cycle assessment in the built environment*. Taylor and Francis.
- Çetiner, O.** (2007) *Şantiye Yönetimi Dersi Ders Notları*, Yıldız Teknik Üniversitesi. Mimarlık Fakültesi, Mimarlık Bölümü.
- Çevre ve Şehircilik Bakanlığı (ÇŞB).** (2017). *Ulusal Atık Yönetimi ve Eylem Planı 2023*. Erişim Tarihi:24.01.2020. Erişim Adresi: https://webdosya.csb.gov.tr/db/cygm/haberler/ulusal_at-k_yonet-m--eylem_plan--20180328154824.pdf
- Dahlbo, H., Bachér, J., Lähtinen, K., Jouttijärvi, T., Suoheimo, P., Mattila, T., Saramäki, K.** (2015). Construction and demolition waste management a holistic evaluation of environmental performance. *Journal of Cleaner Production*, 107, 333-341.
- De Melo, A. B., Goncalves, A. F., Martins, I. M.** (2011). Construction and demolition waste generation and management in Lisbon (Portugal). *Resources, Conservation and Recycling*, 55 (12), 1252-1264.
- Deniz, Ö.Ş.** (1999). *Çok Katlı Konut Tasarımında, Kullanıcıların Esneklik Taleplerini Karşılacak Yapı Elemanlarının Seçimine Yönelik Bir Karar Verme Yaklaşımı* (Doktora tezi). İstanbul Teknik Üniversitesi, Fen Bilimleri Enstitüsü, İstanbul.
- Ding, Z., Zhu, M., Tam, V. W., Yi, G., Tran, C. N.** (2017). A system dynamics-based environmental benefit assessment model of construction waste reduction management at the design and construction stages. *Journal of cleaner production*, 176, 676-692.
- Eastman C.** (1999). *Building product models: computer environments supporting design and construction*. CRC Press LLC.

- Ebert, T., Essig, N., Hauser, G.** (2011). *Green building certification systems*. Institut für internationale Architektur-Dokumentation GmbH and Co. KG-A specialist book from Redaktion DETAIL, Munich. s. 25
- Ekanayake, L. L., Ofori, G.** (2004). Building waste assessment score: design-based tool. *Building and Environment*, 39 (7), 851-861.
- Ekholm, A., Häggström, L.** (2011). Building classification for BIM–Reconsidering the framework. CIB.
- Environmental Agency.** (2001) *Waste Minimisation An Environmental Good Practice Guide For Industry*, Environment Agency, Bristol, April 2001
- Ergen Pehlevan, E.** (2018). *Yapı Bilgi Modellemesi (BIM). Elektrik Mühendisleri Odası Mesleki EĞitim*. Erişim tarihi: 07.02.2020. Erişim adresi: https://www.ktemo.org/Sayfalar?LINK=Sayin_Esin_Ergen_Pehlevan_in_sunumu_ile_Building_Information_Modelling_konulu_seminer_gerceklesti_
- Eriç, M.** (2016). *Yapı fiziki ve Malzemesi*. Literatür yayınları. 4. basım, s.11
- Esa, M. R., Halog, A., Rigamonti, L.** (2017). Strategies for minimizing construction and demolition wastes in Malaysia. *Resources, Conservation and Recycling*, 120, 219-229.
- Esin, T., Cosgun, N.** (2007). A study conducted to reduce construction waste generation in Turkey. *Building and Environment*, 42 (4), 1667-1674
- European Commission.** (2016). *EU Construction and Demolition Waste Management Protocol*, September, 2016. Retrieved June 07, 2018 from <https://ec.europa.eu/docsroom/documents/20509/attachments/1/translations/en/renditions/native>
- European Commission.** (2018). *EU Construction and Demolition Waste Protocol and Guidelines*. Retrieved May 15, 2020 from https://ec.europa.eu/growth/content/eu-construction-and-demolition-waste-protocol-0_en
- European Parliament and Council.** (2008). *Directive 2008/98/EC of the European Parliament and of the Council of 19 November 2008 on waste and repealing certain directives*. Official Journal of European Union, L312, pp. 3–30.
- Eurostat Waste Statistics.** (2012). Retrieved May 08, 2020 from
- Eurostat Waste statistics.** (2016). Retrieved May 08, 2020 from [https://ec.europa.eu/eurostat/statisticsexplained/index.php?title=File:Waste_generation_by_economic_activities_and_households,_EU-28,_2016_\(%25\).png](https://ec.europa.eu/eurostat/statisticsexplained/index.php?title=File:Waste_generation_by_economic_activities_and_households,_EU-28,_2016_(%25).png)
- Evren, R., Ülengin, F.** (1992). *Yönetimde çok amaçlı karar verme*. İstanbul Teknik Üniversitesi.
- Faniran, O.O., Caban, G.** (1998). Minimizing waste on construction project sites. *Engineering, construction and architectural management*, 5 (2), pp. 182-188.

- Feintuck, M.** (2005). Precautionary maybe, but what's the principle? The precautionary principle, the regulation of risk, and the public domain. *Journal of Law and Society*, 32 (3), 371–398.
- Franklin Associates-EPA.** (1998). *Characterization of Building-Related Construction and Demolition Debris in the United States*, Prepared for the U.S. Environmental Protection Agency, EPA530-R-98-010, Prairie Village, KS.
- Frerichs, G., & Venturini, P.** (2001). *Commission of the European Communities (ed) Green paper on integrated product policy*. Commission of the European Communities
- Galipoğulları, N.** (2016). *Uygulamalı Toplam İnşaat Yönetimi*. Birsen Yayınevi. s.151-270
- Gall, M.D., Borg, W.R., Gall, J.P.** (1996). *Educational research: An introduction*. Longman Publishing, p. 242.
- Gálvez-Martos, J. L., Styles, D., Schoenberger, H., Zeschmar-Lahl, B.** (2018). Construction and demolition waste best management practice in Europe. *Resources, Conservation and Recycling*, 136, 166-178.
- Gan, X., Chang, R., Zuo, J., Wen, T., & Zillante, G.** (2018). Barriers to the transition towards off-site construction in China: an interpretive structural modeling approach. *Journal of cleaner production*, 197, 8-18.
- Gangoilels, M., Casals, M., Forcada, N., Macarulla, M.** (2014). Analysis of the implementation of effective waste management practices in construction projects and sites. *Resources, conservation and recycling*, 93, 99-111.
- Gavilan, R.M., Bernold, L.E.** (1994). Source evaluation of solid waste in building construction. *Journal of construction engineering and management*, 120 (3), 536-552.
- Glaser, B.G., Strauss, A.L.** (1967). *The discovery of grounded theory: Strategies for qualitative research*. Chicago: Aldire, p. 61.
- Glavic, P. and Lukman, R.** (2007). Review of sustainability terms and their definitions. *Journal of Cleaner Production*, 15 (18), 1875–1885.
- Goodhew, S.** (2016). *Sustainable construction processes: A resource text*. John Wiley & Sons. p. 174
- Gorgolewski, M., Straka, V., Edmonds, J., Sergio, C.** (2006). *Facilitating Greater Reuse and Recycling of Structural Steel in the Construction and Demolition Process*. Ryerson University. Can. Inst. Steel Construct.
- Gregory, G.** (1998). *Decision Analysis*, Plenum Pres, New York, p. 58-78,
- Haapio, A., Viitaniemi, P.** (2008). A critical review of building environmental assessment tools. *Environmental impact assessment review*, 28 (7), 469-482.
- Hafriyat Toprağı, İnşaat ve Yıkıntı Atıklarının Kontrolü Yönetmeliği.** (2004). T. C. Resmi Gazete, 25406, 18.03.2004.

- Hendriks, C., Pietersen, H.** (2000). *Sustainable raw materials–construction and demolition waste (165-srm)*. State-of-the-Art Report of RILEM Technical Committee.
- Hinze, J.** (2012). *Construction planning and scheduling*. Upper Saddle River, NJ: Pearson/Prentice Hall.
- Hossain, M. U., Wu, Z., Poon, C. S.** (2017). Comparative environmental evaluation of construction waste management through different waste sorting systems in Hong Kong. *Waste management*, 69, 325-335.
<https://www.wrap.org.uk/sites/files/wrap/SWMP%20Template%20workbook%20v41.pdf>.
- Huang, B., Wang, X., Kua, H., Geng, Y., Bleischwitz, R., & Ren, J.** (2018). Construction and demolition waste management in China through the 3R principle. *Resources, Conservation and Recycling*, 129, 36-44.
- Hwang, C.L., K. P. Yoon.** (1981). *Multiple Attribute Decision Making: Methods and Applications*, Berlin, Springer-Verlag
- INTES-Türkiye İnşaat Sanayicileri İşveren Sendikası.** (2019). *İnşaat Sektörü Raporu*. Erişim adresi https://intes.org.tr/wp-content/uploads/2019/08/insaat_raporu-a%C4%9Fustos.pdf
- Ishizaka, A., Nemery, P.** (2013). *Multi-criteria decision analysis: methods and software*. John Wiley & Sons.
- Jaillon, L., Poon, C. S., Chiang, Y. H.** (2009). Quantifying the waste reduction potential of using prefabrication in building construction in Hong Kong. *Waste management*, 29 (1), 309-320.
- Jin, R., Li, B., Zhou, T., Wanatowski, D., Piroozfar, P.** (2017). An empirical study of perceptions towards construction and demolition waste recycling and reuse in China. *Resources, Conservation and Recycling*, 126, 86-98.
- Jin, R., Yuan, H., & Chen, Q.** (2019). Science mapping approach to assisting the review of construction and demolition waste management research published between 2009 and 2018. *Resources, Conservation and Recycling*, 140, 175-188.
- Kabirifar, K., Mojtahedi, M., Wang, C., Tam, V. W.** (2020). Construction and demolition waste management contributing factors coupled with reduce, reuse, and recycle strategies for effective waste management: A review. *Journal of Cleaner Production*, 121265..
- Kang, L. S., Paulson, B. C.** (1997). Adaptability of Information Classification Systems for Civil Works, *Journal of Construction Engineering and Management*, December 1997, 419-426.
- Kanoğlu, A.** (t.y.). *Yapım Yönetiminde Zaman Yönetimi ve Planlama Teknikleri*. İTÜ Mimarlık. Böl. Yapı Üretiminde Zaman Yönetimi Ders Notları. Erişim tarihi: 09.01.2020. Erişim adresi: <https://web.itu.edu.tr/~kanoglu/crs-sry-ss-techniques.pdf>.
- Kanoğlu, A.** (1994). "Yapım Yönetiminde Yönetim Enformasyon Sistemi'nin Bileşenlerinden Biri Olarak Kavramsal ve Nesnel Boyutlarıyla Proje

Planlama ve Programlama Altsistemi", İnşaat Mühendisliğinde Bilgisayar Kullanımı IV. Sempozyumu, Bildiriler Kitabı, 13-18 Haziran 1994, İstanbul, s.405.

- Karasar, N.** (1994). *Bilimsel araştırma yöntemi: kavramlar-ilkeler-teknikler*. Nobel Yayın Dağıtım.
- Karayalçın, İ. İ.** (1993). *Yöneylem" hareket" araştırması: kantitatif planlama ve karar verme yöntemleri*. Menteş kitabevi. s. 38-41
- Kartam, N., Al-Mutairi, N., Al-Ghusain, I., Al-Humoud, J.** (2004). Environmental management of construction and demolition waste in Kuwait. *Waste management*, 24 (10), pp. 1049-1059.
- Katz, A., Baum, H.** (2011). A novel methodology to estimate the evolution of construction waste in construction sites. *Waste management*, 31 (2), 353-358.
- Kibert, C. J.** (2013). *Sustainable construction: green building design and delivery*. John Wiley and Sons.
- Knöfel, D.** (1978). *Corrosion of building materials*. Van Nostrand Reinhold Co., New York, N.Y
- Kofoworola, O. F., Gheewala, S. H.** (2009). Estimation of construction waste generation and management in Thailand. *Waste management*, 29 (2), 731-738.
- Kuhkau, F., H"oglund, A. T., Evers, K., Eriksson, S.** (2011). A precautionary principle for dual use research in the life sciences. *Bioethics*, 25 (1), 1-8.
- Lachimpadi, S. K., Pereira, J. J., Taha, M. R., & Mokhtar, M.** (2012). Construction waste minimisation comparing conventional and precast construction (Mixed System and IBS) methods in high-rise buildings: A Malaysia case study. *Resources, Conservation and Recycling*, 68, 96-103.
- Li, C. Z., Zhao, Y., Xiao, B., Yu, B., Tam, V. W., Chen, Z., & Ya, Y.** (2020). Research trend of the application of information technologies in construction and demolition waste management. *Journal of Cleaner Production*, 121458.
- Li, J., Ding, Z., Mi, X., Wang, J.** (2013). A model for estimating construction waste generation index for building project in China. *Resources, Conservation and Recycling*, 74, pp. 20-26.
- Li, J., Zuo, J., Cai, H., & Zillante, G.** (2017). Construction waste reduction behavior of contractor employees: An extended theory of planned behavior model approach. *Journal of cleaner production*, 172, 1399-1408.
- Li, M., Yang, J.** (2014). Analysis of interrelationships between critical waste factors in office building retrofit projects using interpretive structural modelling. *International Journal of Construction Management*, 14 (1), 15-27.

- Li, Y.** (2013). *Developing a sustainable construction waste estimation and management system*. (Ph.D. Thesis). Hong Kong University of Science and Technology, Hong Kong.
- Li, Y., Zhang, X.** (2013). Web-based construction waste estimation system for building construction projects. *Autom. Constr.* 35, 142–156
- Li, Y., Zhang, X., Ding, G., Feng, Z.** (2016). Developing a quantitative construction waste estimation model for building construction projects. *Resources, Conservation and Recycling*, 106, 9-20.
- Llatas, C.** (2011). A model for quantifying construction waste in projects according to the European waste list. *Waste management*, 31 (6), 1261-1276.
- Lou, E. C. W., Goulding, J. S.** (2008). Building and construction classification systems. *Architectural Engineering and Design Management*, 4 (3-4), 206-220.
- Lu, W.** (2019). Big data analytics to identify illegal construction waste dumping: A Hong Kong study. *Resources, Conservation and Recycling*, 141, 264-272.
- Lu, W., Yuan, H.** (2012). Off-site sorting of construction waste: What can we learn from Hong Kong. *Resources, conservation and Recycling*, 69, 100-108.
- Lu, W., Chen, X., Peng, Y., Shen, L.** (2015). Benchmarking construction waste management performance using big data. *Resources, Conservation and Recycling*, 105, 49-58.
- Lu, W., Yuan, H.** (2010). Exploring critical success factors for waste management in construction projects of China. *Resources, conservation and Recycling*, 55 (2), pp. 201-208.
- Madi, N., Srouf, I.** (2019). Managing emergency construction and demolition waste in Syria using GIS. *Resources, Conservation and Recycling*, 141, 163-175.
- Mahpour, A.** (2018). Prioritizing barriers to adopt circular economy in construction and demolition waste management. *Resources, Conservation and Recycling*, 134, 216-227.
- Markus, T. A.** (1969). The role of building performance measurement and appraisal in design method. *Design methods in Architecture*, 109-17.
- Marrero, M., Puerto, M., Rivero-Camacho, C., Freire-Guerrero, A., & Solís-Guzmán, J.** (2017). Assessing the economic impact and ecological footprint of construction and demolition waste during the urbanization of rural land. *Resources, Conservation and Recycling*, 117, 160-174.
- Mason, J.** (2002). *Qualitative researching*. Sage Publishing. pp. 124-142.
- Mcdonald, B., Smithers, M.** (1998). Implementing a waste management plan during the construction phase of a project: a case study. *Construction Management Economics*, 16 (1), pp. 71-78
- McGrath, C.** (2001). Waste minimisation in practice. *Resources, conservation and Recycling*, 32 (3-4), 227-238.

- Metin, B.** (2017). *Bina Yapım Sürecinde Çevresel Performansın Değerlendirilmesi İçin Bir Model Önerisi* (Doktora tezi). İstanbul Teknik Üniversitesi, Fen Bilimleri Enstitüsü, İstanbul.
- Mills, T. H., Showalter, E., Jarman, D.** (1999). A cost-effective waste management plan. *Cost Engineering*, 41 (3), 35.
- Mokhtar, S. N., Mahmood, N. Z., Che Hassan, C. R., Masudi, A. F., Sulaiman, N. M.** (2011). Factors that contribute to the generation of construction waste at sites. In *Advanced Materials Research Vol. 163*, pp. 4501-4507). Trans Tech Publications Ltd.
- Munier, N.** (2004). *Multicriteria environmental assessment: a practical guide*. Springer Science & Business Media. s.149
- Nahman, A., Godfrey, L.** (2010). Economic instruments for solidwaste management in South Africa: opportunities and constraints. *Resources, Conservation and Recycling*, 54 (8), 521–531.
- National Institute of building sciences (NIBS).** (2017). *National BIM Standard-United States*. Retrieved January 7, 2013 from https://cdn.ymaws.com/www.nibs.org/resource/resmgr/Docs/NIBS_Factsheet_IRT_BIM.pdf
- OECD.** (2018). *Global Material Resources Outlook to 2060: Economic Drivers and Environmental Consequences*. Erişim Adresi: <http://www.oecd.org/environment/waste/oecdtheworldcirculareconomyforumwcef.htm>
- Osmani, M.** (2012). Construction waste minimization in the UK: current pressures for change and approaches. *Procedia-Social and Behavioral Sciences*, 40, 37-40.
- Osmani, M., Glass, J., Price, A.** (2006). Architect and contractor attitudes to waste minimisation. In *Proceedings of the Institution of Civil Engineers-Waste and Resource Management*, Vol. 159, No. 2, pp. 65-72
- Osmani, M., Glass, J., Price, A.D.** (2008). Architects' perspectives on construction waste reduction by design. *Waste management*, 28 (7), pp. 1147-1158.
- Öktem, S., Ertuğral, O.** (2017). *Örneklerle BIM ve Kullanımı. İnşaat Mühendisleri Odası Meslekiçi Eğitim*. Erişim tarihi: 05.12.2019. Erişim adresi: <http://imoistanbul.org/imoarsiv/seminer-notlari-ekim-2017/saniye-oktem-bim.pdf>
- Özdemir, M.** (2010). Nitel veri analizi: Sosyal bilimlerde yöntem bilim sorunsali üzerine bir çalışma. *Eskişehir Osmangazi Üniversitesi Sosyal Bilimler Dergisi*, 11(1), 323-343.
- Özkan, E.** (1976). *Yapım Sistemlerinin Seçimi İçin Bir Yöntem* (Doktora tezi). İstanbul Teknik Üniversitesi, Mimarlık Fakültesi, İstanbul.
- Pektaş, Ş.T.** (2008). “*Mimarlıkta Yapı Bilgi Modellemesi Uygulamaları*”, Mimarlık Dergisi, Sayı:346, Ankara, <http://www.mo.org.tr/mimarlikdergisi/index.cfm?sayfa=mimarlik&DergiSayi=360&RecID=2024>

- Peng, C. L., Scorpio, D. E., Kibert, C. J.** (1997). Strategies for successful construction and demolition waste recycling operations. *Construction Management & Economics*, 15 (1), 49-58.
- Pericot, N. G., Sáez, P. V., Merino, M. D. R., Carrasco, O. L.** (2014). Production patterns of packaging waste categories generated at typical Mediterranean residential building worksites. *Waste management*, 34 (11), 1932-1938.
- Pichtel, J.** (2005). *Waste management practices: municipal, hazardous, and industrial*. CRC press.
- Pires, A., Martinho, G., Chang, N. B.** (2011). Solid waste management in European countries: A review of systems analysis techniques. *Journal of environmental management*, 92 (4), 1033-1050.
- Polat, G., Damci, A., Turkoglu, H., Gurgun, A. P.** (2017). Identification of root causes of construction and demolition (C&D) waste: The case of Turkey. *Procedia engineering*, 196, 948-955
- Poon, C.S., Ann, T.W., & Ng, L.H.** (2001). On-site sorting of construction and demolition waste in Hong Kong. *Resources, conservation and Recycling*, 32 (2), pp. 157-172.
- Poon, C.S., Yu, A.T., Jaillon, L.** (2004c). Reducing building waste at construction sites in Hong Kong. *Construction Management and Economics*, 22 (5), pp. 461-470.
- Poon, C.S., Yu, A.T.W., See, S.C., Cheung, E.** (2004b). Minimizing demolition wastes in Hong Kong public housing projects. *Construction Management and Economics*, 22 (8), pp. 799-805.
- Poon, C.S., Yu, A.T.W., Wong, S.W., Cheung, E.** (2004a). Management of construction waste in public housing projects in Hong Kong. *Construction Management & Economics*, 22 (7), pp. 675-689.
- RIBA.** (2019). *RIBA Sustainable Outcomes Guide*. Retrieved April 15, 2020 from <https://www.architecture.com/-/media/GatherContent/Test-resources-page/Additional-Documents/RIBASustainableOutcomesGuide2019pdf.pdf>
- RIBA.** (2020). *RIBA Plan of Work 2020 Overview*. Retrieved April 15, 2020 from <https://www.architecture.com/-/media/GatherContent/Test-resources-page/Additional-Documents/2020RIBAPlanofWorkoverviewpdf.pdf?la=en>
- Riggs, J. L.** (1968). *Economic Decision Models Economic decision models for engineers and managers*. McGraw Hill Book Co., Tokyo.
- Saaty, T. L.** (2008). The analytic hierarchy and analytic network measurement processes: applications to decisions under risk. *European journal of pure and applied mathematics*, 1 (1), 122-196.
- Saaty, T. L., Vargas, L. G.** (2012). *Models, methods, concepts & applications of the analytic hierarchy process (Vol. 175)*. Springer Science & Business Media.

- Saez, P. V., del Río Merino, M., González, A. S. A., Porras-Amores, C.** (2013). Best practice measures assessment for construction and demolition waste management in building constructions. *Resources, Conservation and Recycling*, 75, 52-62.
- Salgın, B.** (2015). *Yapı yaşam süreçlerinde yapısal atıkların önlenmesine/azaltılmasına yönelik tasarım yaklaşımları ve bir model önerisi*. (Basılmamış doktora tezi). Yıldız Teknik Üniversitesi, Fen Bilimleri Enstitüsü, İstanbul.
- Samsunlu, A.** (2015). *Türkiye'de Sürdürülebilir Katı Atık Yönetimi - İstanbul ve Çorum Örnekleri*. Retrieved January 03, 2020 from http://www.suvecevre.com/yayin/603/turkiye-de-surdurulebilir-kati-atik-yonetimi-istanbul-ve-corum-ornekleri-_17769.html#.Xl1b-agzbIV
- Sandin, P.** (1999). Dimensions of the precautionary principle. *Human and Ecological Risk Assessment*, 5 (5), 889–907.
- Seeley, I. H.** (1995). *Building technology*. Red Globe Press.p.15
- Sev, A.** (2009). *Sürdürülebilir mimarlık*. YEM Yayın.
- Sey, Y., Orhon, İ., Aral, N., Cansun, O., Özükerem, Ş., Giritli, H., Sözen, Z., Çırakçı, M.** (1987). *Çağdaş Yapım Sistemleri*. İTÜ Gemi İnşaat Fakültesi Ofset Atölyesi
- Sey, Y., Tapan, M.** (1976). *Değerlendirmede temel sorunlar ve mimarlıkta değerlendirme*. İTÜ Mimarlık Fakültesi.
- Shen, L.Y., Tam, V.W., Tam, C.M., Drew, D.** (2004). Mapping approach for examining waste management on construction sites. *Journal of construction engineering and management*, 130 (4), pp. 472-481.
- Shen, Q.** (1998). Spatial technologies, accessibility, and the social construction of urban space. *Computers, environment and urban systems*, 22 (5), 447-464.
- Skoyles, E. R., Skoyles, J. R.** (1987). *Waste prevention on-site*. London: Mitchell.
- Stake, R.E.** (2013). *Multiple case study analysis*. Guilford Press, p. 22.
- Steiner, M., Wiegel, U., Dizdar, A.** (2009). *Katı atık yönetimi: atık yönetiminin temellerine yönelik rehber kitap*. Eflatun.
- Tam, V.W.** (2008a). On the effectiveness in implementing a waste-management-plan method in construction. *Waste management*, 28 (6), pp. 1072-1080.
- Tam, V.W.** (2008b). Economic comparison of concrete recycling: A case study approach. *Resources, Conservation and Recycling*, 52 (5), pp. 821-828.
- Tam, V.W., Tam, C.M.** (2005). Evaluations of existing waste recycling methods: a Hong Kong study. *Building and Environment*, 41(12), pp. 1649-1660.
- Tam, V.W., Tam, C.M.** (2006). A review on the viable technology for construction waste recycling. *Resources, conservation and recycling*, 47 (3), pp. 209-221.

- Tapan, M.** (2004). *Mimarlıkta değerlendirme*. İTÜ Yayınevi.
- Tarçın, Z.** (2007). *Yapı Sektöründe Kullanılan Enformasyon Sistemlerinin Sistematiklerinin Analizi* (Doktora tezi), İstanbul Teknik Üniversitesi, Fen Bilimleri Enstitüsü, İstanbul.
- TC. Sayıştay Başkanlığı.** (2007). *Türkiye'de Atık Yönetimi Ulusal Düzenlemeler ve Uygulama Sonuçlarının Değerlendirilmesi*. Sayıştay Dergisi, 64, 131-143. Erişim Adresi: <https://www.sayistay.gov.tr/tr/Upload/95906369/files/dergi/pdf/der64m7.pdf>
- Tchobanoglous, G., Theisen, H., & Vigil, S.** (1993). *Integrated solid waste management: Engineering principles and management issues*. McGraw-Hill, p.628
- Timor, M.** (2011). *Analitik Hiyerarşi Prosesi*. Türkmen Kitabevi, İstanbul.
- TSE-EN ISO 12006-2.** (2020). *Bina yapımı - Yapım işlerine ilişkin bilgilerin organizasyonu - Bölüm 2: Sınıflandırma için çerçeve bilgi* (ISO 12006-2:2015). Erişim adresi: <https://kutuphane.itu.edu.tr/>
- Türkçü, H. Ç.** (2004). *Yapım: ilkeler-malzemeler-yöntemler-çözümler*. Birsan Yayınevi.
- Türkiye İstatistik Kurumu (TÜİK).** (2016). *Türkiye İstatistik Kurumu, Yapı İzin İstatistikleri*. Erişim Tarihi: 22.04.2019. Erişim Adresi: http://www.tuik.gov.tr/PreTablo.do?alt_id=1055
- Türkiye Odalar ve Borsalar Birliği (TOBB).** (2011). *Türkiye İnşaat Malzemeleri Sektör Görünüm Raporu*. Erişim Tarihi 04.2017. Erişim Adresi: <https://www.tobb.org.tr/Documents/yayinlar/T%C3%BCrkiye%20%C4%B0n%C5%9Faat%20Malzemeleri%20Sekt%C3%B6r%20G%C3%B6r%C3%BCn%C3%BCm%20Raporu.pdf>
- United Nations Environment Programme (UNEP).** (2005). *Solid Waste Management*. Vol. I, ISBN: 92-807-2676-5
- United Nations Environment Programme (UNEP).** (2010). *Global Trends and Strategy Framework, International Environmental Technology Centre-UNEP*, Osaka, Japan
- Url-1** <<https://ec.europa.eu>>, erişim tarihi 10.04.2020.
- Url-2** <<http://www.uis.gov.tr>>, erişim tarihi 07.08.2020.
- Url-3** .<https://t24.com.tr/haber/cevre-bakaninin-istanbulda-6-7-milyon-bina-yenilenmeli-sozlerine-akp-ve-chpli-belediyelerden-destek,385793> (Accessed on 15/05/2019).
- Url-4** <<http://tdk.gov.tr/>>, erişim tarihi 02.02.2020.
- Url-5** <<https://www.epa.gov>>, erişim tarihi 10.10.2015; 24/01/2020
- Url-6** <<http://www.unep.org>>, erişim tarihi 08.10.2015
- Url-7** <<https://ec.europa.eu>>, erişim tarihi 08.08.2020
- Url-8** <<https://legislationupdateservice.co.uk>>, erişim tarihi 01.02.2020
- Url-9** <<https://opalis.eu/en/materials>>, erişim tarihi 15.03.2020

- Url-10**<<https://europanel.org>>, erişim tarihi 16.03.2020
- Url-11**<<https://yalova.csb.gov.tr>>, erişim tarihi 25.03.2020
- Url-12**<<https://cevrekorum.abb.gov.tr>>erişim tarihi 25.03.2020
- Url-13**<<http://www.mimarist.org>>erişim tarihi 05.04.2017
- Url-14**<<https://intweb.tse.org.tr/>>erişim tarihi 07.04.2020
- Url-15**<<https://bimsoft.com.tr/>>erişim tarihi 16.04.2020
- Url-16**<<https://www.bsria.com/uk/consultancy/project-improvement/bim/>>erişim tarihi 16.04.2020
- Url-17**<https://www.designingbuildings.co.uk/wiki/RIBA_plan_of_work/>erişim tarihi 18.04.2020
- Url-18**<<https://www.un.org/development/desa/disabilities/envision2030.html>>erişim tarihi 12.05.2020
- Url-19**<<https://www.wbdg.org/resources/green-building-standards-and-certification-systems>> erişim tarihi 12.05.2020
- Url-20**<<https://www.breeam.com>>erişim tarihi 14.05.2020
- Url-21**<<https://www.erketasarim.com/>>erişim tarihi 16.05.2020
- Url-22**< <https://www.usgbc.org>>erişim tarihi 20.05.2020
- Url-23**< <https://www.bresmartsite.com>>erişim tarihi 28.05.2020
- USEPA.** (2007). *Construction Waste Management Section 017419*. Available at <https://www.epa.gov/sites/production/files/2014-03/documents/017419.pdf> (Accessed on 29/10/2018)
- Velasquez, M., Hester, P. T.** (2013). An analysis of multi-criteria decision making methods. *International journal of operations research*, 10 (2), 56-66.
- Von Bertalanffy, L.** (1968). *General system theory*. New York, 41973(1968), 40.
- Wachsmann, K.** (1961). *The Turning Point of Building: Structure and Design*. New York: Reinhold Pub.Corp.
- Wang, J., Li, Z., Tam, V. W.** (2014). Critical factors in effective construction waste minimization at the design stage: a Shenzhen case study, China. *Resources, Conservation and Recycling*, 82, 1-7.
- Wang, J., Yuan, H., Kang, X., Lu, W.** (2010). Critical success factors for on-site sorting of construction waste: a China study. *Resources, conservation and recycling*, 54 (11), 931-936.
- Williams, P. T.** (2005). *Waste treatment and disposal*. John Wiley & Sons.
- WRAP.** (2008). *Reference guide Net Waste Tool User Guide*, Version 1.1, Retrieved April 21, 2020 from <https://www.wrap.org.uk/sites/files/wrap/NW%20Tool%20Manual.pdf>
- WRAP.** (2010). *Net Waste Tool workbook*. Retrieved May 25, 2020 from <https://www.wrap.org.uk/sites/files/wrap/NWT%20workbook%20v6.pdf>
- WRAP.** (t.y.). *SWMP Template workbook*. Retrieved May 25, 2020 from

- Yarahoğlu, K.** (2013). Performans Değerlendirmede Analitik Hiyerarşi Proses. *Dokuz Eylül Üniversitesi İktisadi ve İdari Bilimler Fakültesi Dergisi*, 16 (1).
- Ye, G., Yuan, H., Shen, L., Wang, H.** (2012). Simulating effects of management measures on the improvement of the environmental performance of construction waste management. *Resources, conservation and recycling*, 62, 56-63.
- Yeheyis, M., Hewage, K., Alam, M. S., Eskicioglu, C., Sadiq, R.** (2013). An overview of construction and demolition waste management in Canada: a lifecycle analysis approach to sustainability. *Clean technologies and environmental policy*, 15 (1), 81-91.
- Yost, P. A., Halstead, J. M.** (1996). A methodology for quantifying the volume of construction waste. *Waste Management & Research*, 14 (5), 453-461.
- Yuan, H.** (2013a). A SWOT analysis of successful construction waste management. *Journal of Cleaner Production*, 39, pp. 1-8.
- Yuan, H.** (2013b). Key indicators for assessing the effectiveness of waste management in construction projects. *Ecological Indicators*, 24, pp. 476-484.
- Yuan, H.** (2017). Barriers and countermeasures for managing construction and demolition waste: A case of Shenzhen in China. *Journal of Cleaner Production*, 157, 84-93.
- Yuan, H., Lu, W., Hao, J. J.** (2013). The evolution of construction waste sorting on-site. *Renewable and Sustainable Energy Reviews*, 20, pp. 483-490.
- Yuan, H., Shen, L.** (2011). Trend of the research on construction and demolition waste management. *Waste management*, 31 (4), 670-679.
- Zhou, P., Ang, B. W., Poh, K. L.** (2006). Decision analysis in energy and environmental modeling: An update. *Energy*, 31 (14), 2604-2622.

EKLER

EK A: Atık Yönetim Yönetmeliği İNŞAAT VE YIKIM ATIKLARI İçerik ve Kod Bilgileri

EK B: Görüşme Formu (Revizyon öncesi form)

EK C: Görüşme Formu (Revize edilmiş form)



EK A

17	İNŞAAT VE YIKIM ATIKLARI (KİRLENMİŞ ALANLARDAN ÇIKARTILAN HAFRİYAT DAHİL)	
17 01	Beton, Tuğla, Kiremit ve Seramik	
17 01 01	Beton	
17 01 02	Tuğlalar	
17 01 03	Kiremitler ve seramikler	
17 01 06*	Tehlikeli maddeler içeren beton, tuğla, kiremit ve seramik karışımları ya da ayrılmış grupları	M
17 01 07	17 01 06 dışındaki beton, tuğla kiremit ve seramik karışımları ya da ayrılmış grupları	
17 02	Ahşap, Cam ve Plastik	
17 02 01	Ahşap	
17 02 02	Cam	
17 02 03	Plastik	
17 02 04*	Tehlikeli maddeler içeren ya da tehlikeli maddelerle kontamine olmuş ahşap, cam ve plastik	A
17 03	Bitümlü Karışımlar, Kömür Katranı ve Katranlı Ürünler	
17 03 01*	Kömür katranı içeren bitümlü karışımlar	M
17 03 02	17 03 01 dışındaki bitümlü karışımlar	
17 03 03*	Kömür katranı ve katranlı ürünler	A
17 04	Metaller (Alaşımları Dahil)	
17 04 01	Bakır, bronz, pirinç	
17 04 02	Alüminyum	
17 04 03	Kurşun	
17 04 04	Çinko	
17 04 05	Demir ve çelik	
17 04 06	Kalay	
17 04 07	Karışık metaller	
17 04 09*	Tehlikeli maddelerle kontamine olmuş metal atıkları	M
17 04 10*	Yağ, katran ve diğer tehlikeli maddeler içeren kablolar	M
17 04 11	17 04 10 dışındaki kablolar	
17 05	Toprak (Kirlenmiş Yerlerde Yapılan Hafriyat Dahil), Taşlar ve Dip Tarama Çamurları	
17 05 03*	Tehlikeli maddeler içeren toprak ve taşlar	M
17 05 04	17 05 03 dışındaki toprak ve taşlar	
17 05 05*	Tehlikeli maddeler içeren dip tarama çamuru	M
17 05 06	17 05 05 dışındaki dip tarama çamuru	
17 05 07*	Tehlikeli maddeler içeren demiryolu çakılı	M
17 05 08	17 05 07 dışındaki demiryolu çakılı	
17 06	Yalıtım Malzemeleri ve Asbest İçeren İnşaat Malzemeleri	
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 04	17 06 01 ve 17 06 03 dışındaki yalıtım malzemeleri	
17 06 05*	Asbest içeren inşaat malzemeleri	M
17 08	Alçı Bazlı İnşaat Malzemeleri	
17 08 01*	Tehlikeli maddeler ile kontamine olmuş alçı bazlı inşaat malzemeleri	M
17 08 02	17 08 01 dışındaki alçı bazlı inşaat malzemeleri	
17 09	Diğer İnşaat ve Yıkım Atıkları	
17 09 01*	Cıva içeren inşaat ve yıkım atıkları	M
17 09 02*	PCB içeren inşaat ve yıkım atıkları (örneğin PCB içeren dolgu macunları, PCB içeren reçine bazlı taban kaplama malzemeleri, PCB içeren kaplanmış sırlama birimleri, PCB içeren kapasitörler)	M
17 09 03*	Tehlikeli maddeler içeren diğer inşaat ve yıkım atıkları (karışık atıklar dahil)	M
17 09 04	17 09 01, 17 09 02 ve 17 09 03 dışındaki karışık inşaat ve yıkım atıkları	

EK B

KONUT İŞLEVİLİ BETONARME YAPILARIN YAPIMI SIRASINDA ORTAYA ÇIKAN ATIK TÜRLERİ VE MİKTARLARININ BELİRLENMESİNE YÖNELİK GÖRÜŞME FORMU

Değerli Katılımcı,

Bu görüşme, yapım ve yıkım süreçlerinde ortaya çıkan atıkların etkin bir şekilde yönetimin sağlanabilmesi amacıyla yürütülen doktora tezi kapsamında yapılmaktadır. Görüşmenin amacı yapım sürecinde ortaya çıkan atıklar ile ilgili bilgi edinmektir. Elde edilen bilgiler doktora tezi kapsamında oluşturulacak modele doğrudan veri oluşturacaktır.

Görüşme çalışması ile elde edilmek istenen bilgiler;

- Atık Bilgisi (İçerik, Malzeme, Bileşen vs.)
- Atık Miktarı (Uygulama sırasında bir m^2 başına oluşan atığın ağırlığı- kg veya uygulama sırasında kullanılan malzemeye oranı - %)
- Atığın Oluşum Nedeni
- Atığın Azaltılmasına Yönelik Mevcut Uygulamalar ve Öneriler
- Atık Geri Kazanımına Yönelik Mevcut Uygulamalar ve Öneriler
- Atığın Şantiyede Depolanması ve Şantiye Alanından Uzaklaştırılmasına Yönelik Uygulamalar

Bu çalışmada atık, yapı malzeme ve bileşenlerinin şantiye alanında yapıya uygulaması sırasında ortaya çıkan ve aynı veya başka bir şantiye şantiyeye ilk getiriliş amacına uygun kullanım olanağı bulunmayan her türlü nesneyi ifade etmektedir.

Görüşme çalışmasının ilk bölümünde katılımcıdan yapım sürecine ait genel bir değerlendirme yapması beklenmekte olup, bu bölümde yer alan atık grupları Avrupa Atık Listesine göre hazırlanmıştır.

Görüşme soruları uluslararası Sbf sisteminden yararlanılarak Y.A.E. (Yapı Araştırma Enstitüsü-TÜBİTAK) tarafından hazırlanan ve kabul edilen Mimarlar Odası tarafından kullanılan kodlama sistemine uygun olarak hazırlanmıştır. Görüşme kapsamında; mekanik sisteme ait kodlar ile günümüzde konut işlevli yapılarda yaygın olarak yer almayan (Örneğin; “O” kodlu Çatıda açıklıklar, çatı fenerleri; “N” kodlu Stor, panjur, kepenk, güneş kırıcıları vb) elemanlar çalışma dışı bırakılmıştır. “Ö” kodlu Bacalar ise mevcut uygulamada yapım sürecinde genellikle şantiye dışı üretimi yapılarak yerinde uygulanması ve özellikle bacaların düşük m^2 üretimi yapıldığından ihmal edilmiştir.

Sbf sisteminde ayrı ayrı kodlanmasına rağmen daha işlevsel olacağı düşünüldüğünden görüşme formunda yer alan sorularında bazı kodlar birlikte ele alınmıştır. Aşağıda görüşme çalışması kapsamında yer alan kodlar ile kapsam dışı olan kodlar yer almaktadır. A-M arasısı kodlar çalışma kapsamında olup; N-Z arası kodlar kapsam dışındadır.

Görüşme kapsamında yer alan kodlar:

- A : Alt yapı-çevre düzenleme
- B : Temeller,
- C : Strüktür, karkas
- Ç : Çatı konstrüksiyonu,
- D : Döşemeler, merdivenler, rampalar
- E : Dış ve iç duvarlar
- F : Duvar dış kaplamaları
- G : İç duvar kaplamaları
- H : Döşeme ve merdiven kaplamaları
- I : Tavan kaplamaları- Asma tavanları
- İ : Yalıtımlar, (su, ısı, ses)
- J : Çatı örtüleri
- K : Kapılar

L : Pencereler
M : Parmaklık- Korkuluklar

Görüşme kapsamı dışındaki kodlar:

N : Stor, panjur, kepenk, güneş kırıcıları
O : Çatıda açıklıklar, çatı fenerleri
Ö : Bacalar
P : (Boş)
R :Sağlık donatım,pis-temiz su,çöp,atık-gaz
S : Isıtma, havalandırma

T : Soğutma- iklimlendirme
U : Elektrik donatımı
Ü : Mekanik ulaşım (asansör, monşarj, yürüyen merdiven)
V : Döşeme (sabit tefriş, mobilya)
Y : Hareketli tefriş
Z : Prefabrikasyon (ön yapımlı yapı elemanları)

Görüşme sonucunda sağlıklı veriler elde edilebilmesi için soruları mesleki ve uygulama tecrübelerinize dayanarak samimi ve doğru bir şekilde yanıtlamanız beklenmektedir. İlgi ve yardımlarınız için teşekkür ederim.

Araş. Gör. Havva AKSEL
Danışman Öğretim Üyesi: Doç. Dr. İkbāl ÇETİNER

KATILIMCI BİLGİLERİ

Mesleki Pozisyon	Yüklenici / Müteahhit ()	Şantiye Şefi ()	Saha Mühendisi/ Mimarı ()	Kalfa ()	Diğer.....
Mesleki Deneyim (Saha Uygulaması)	1-5 Yıl ()	5-10 Yıl ()	10-15 Yıl ()	15-20 Yıl ()	20 Yıl Üzeri ()

Ad - Soyad	
İletişim Bilgileri	E-posta Adresi: Telefon:

Uygulamasında Görev Alınan Proje Bilgileri (İşlev, Kat/Blok Sayısı, Taşıyıcı Sistem vb.)	
---	--

BÖLÜM 1. TÜM YAPIM SÜRECİNE AİT GENEL DEĞERLENDİRMELER

SORU 1: Aşağıda yer alan yapım sırasında oluşan atık gruplarını, oluşum miktarlarına göre (kg/m^2) en çok üretilen atığa “1” numara vererek, çoktan aza doğru numaralandırınız.

- I. Beton Tuğla Kiremit ve Seramik..... ☐
- II. Ahşap Cam ve Plastik..... ☐
- III. Karışımlar, Kömür Katranı ve Katranlı Ürünler..... ☐
- IV. Metaller..... ☐
- V. Toprak, Taşlar ve Dip Tarama Çamurları..... ☐
- VI. Yalıtım Malzemeleri ve Asbest İçeren İnşaat Malzemeleri..... ☐
- VII. Alçı Bazlı İnşaat Malzemeleri..... ☐
- VIII. Diğer İnşaat ve Yıkım Atıkları..... ☐
- IX. Ambalaj Atıkları..... ☐

SORU 2: Aşağıda yer alan yapım sırasında ortaya çıkan atıkların oluşum nedenlerini önem/etki sırasına göre en etkili olduğunu düşündüğünüz şıkka “1” puan vererek numaralandırınız, aşağıda yer almayan oluşum nedenleri harf kodları ile birlikte ekleyiniz.

- A. İşçilik ve Uygulama Hataları..... ☐
- B. Malzemenin Şantiye içerisinde yatay ve düşey taşınması sırasında kırılma ve deformasyon..... ☐
- C. Boyutlandırma amaçlı kesim..... ☐
- D. Proje kaynaklı hatalar (Detalandırma, Tasarım Hataları)..... ☐
- E. Gereğinden fazla sipariş, satın alma koordinasyon sorunları..... ☐
- F. Malzeme dayanımı düşüklüğü ☐
- G. Malzemelerin şantiye alanında amacı dışında kullanımı..... ☐
- H. Şantiye sahasında yapı malzeme ve bileşenlerinin uygun olmayan koşullarda depolanması..... ☐
- İ. Doğal Felaketler..... ☐
- J. ☐
- K. ☐
- L. ☐
- M. ☐
- N. ☐

...

SORU 3: Yapım sırasında oluşan atık gruplarının, oluşum nedenlerini (bir veya birden fazla olacak şekilde) 2. Soruda yer alan harf kodlarını kullanarak (grup adlarının yanına) yazınız.

- I. Beton Tuğla Kiremit ve Seramik.....
- II. Ahşap Cam ve Plastik.....
- III. Karışımlar, Kömür Katranı ve Katranlı Ürünler.....
- IV. Metaller.....
- V. Toprak, Taşlar ve Dip Tarama Çamurları.....
- VI. Yalıtım Malzemeleri ve Asbest İçeren İnşaat Malzemeleri.....
- VII. Alçı Bazlı İnşaat Malzemeleri.....
- VIII. Diğer İnşaat ve Yıkım Atıkları.....
- IX. Ambalaj Atıkları.....

BÖLÜM 2.

2.1. A. ALT YAPI-ÇEVRE DÜZENLEME

SORU 4: Hafriyat alınması ve zemin iyileştirmesi sırasında oluşan atıklar nelerdir? Bu atıkların tahmini oluşum miktar/oranları (Uygulama sırasında bir m^2 başına oluşan atığın ağırlığı-kg veya uygulama sırasında kullanılan malzemeye oranı - %) ile oluşum nedenlerini 2. Soruda yer alan harf kodlarını kullanarak yazınız.

Atıklar	Oluşum Miktarı (kg/m^2) /Oranı (%)	Oluşum Nedeni
1.		
2.		
3.		
4.		
5.		
6.		
7.		
8.		
9.		
10.		
11.		
12.		

SORU 5: Dördüncü soruda belirtilen Hafriyat alınması ve zemin iyileştirmesi sırasında oluşan atıkların azaltılmasına yönelik varsa çözüm önerilerini bulunduğu rakamın karşısına yazınız.

Çözüm Önerileri

- 1.
- 2.
- 3.
- 4.
- 5.
- 6.
- 7.
- 8.
- 9.
- 10.
- 11.
- 12.

SORU 6: Dördüncü soruda belirtilen hafriyat alınması ve zemin iyileştirmesi sırasında oluşan atıkların mevcutta uygulanan geri kazanım (yeniden kullanım/geri dönüşüm vb.) işlemleri ile önerileri yazınız.

Mevcut Uygulamalar

Öneriler

1.
2.
3.
4.
5.
6.
7.
8.
9.
10.
11.
12.
13.
14.
15.

SORU 7: İksa ve zemin düzenlenmesi çalışmaları sırasında oluşan atıklar nelerdir? Bu atıkların tahmini oluşum miktar/oranları (uygulama sırasında bir m^2 başına oluşan atığın ağırlığı-kg veya uygulama sırasında kullanılan malzemeye oranı - %) ile oluşum nedenlerini 2. Soruda yer alan harf kodlarını kullanarak yazınız. Harf kodu bulunmayan nedenler varsa ekleyiniz.

Atıklar	Oluşum Miktarı (kg/m^2) /Oranı (%)	Oluşum Nedeni
1.		
2.		
3.		
4.		
5.		
6.		
7.		
8.		
9.		
10.		
11.		
12.		

SORU 8: Yedinci soruda belirtilen İksa ve zemin düzenlenmesi çalışmaları sırasında oluşan atıkların azaltılmasına yönelik varsa çözüm önerilerini bulunduğu rakamın karşısına yazınız.

Çözüm Önerileri

1.
2.
3.
4.
5.
6.
7.
8.
9.
10.
11.

12.

SORU 9: Yedinci soruda belirtilen İksa ve zemin düzenlenmesi çalışmaları sırasında oluşan atıkların mevcutta uygulanan geri kazanım (yeniden kullanım/geri dönüşüm vb.) işlemleri ile önerileri yazınız.

Mevcut Uygulamalar

Öneriler

16.
17.
18.
19.
20.
21.
22.
23.
24.
25.
26.
27.
28.
29.
30.

SORU 10: Hafriyat alınması ve zemin iyileştirmesi ile iksa ve zemin düzenlenmesi çalışmaları sırasında oluşan atıkların şantiye alanında depolanması ve şantiye alanından uzaklaştırılmasına mevcut yönelik uygulamalar nelerdir, yazınız.

.....
.....
.....
.....

2.2. B. TEMELLER, İ. YALITIMLAR, (SU, ISI, SES)

SORU 11: Temel yapımı sırasında ortaya çıkan atıklardan aşağıdaki çizelgede yer almayanları ekleyiniz. Bu atıkların tahmini oluşum miktar/oranları (uygulama sırasında bir m^2 başına oluşan atığın ağırlığı-kg veya uygulama sırasında kullanılan malzemeye oranı - %) ile oluşum nedenlerini 2. Soruda yer alan harf kodlarını kullanarak yazınız. Harf kodu bulunmayan nedenler varsa ekleyiniz.

Atıklar	Oluşum Miktarı (kg/m^2) /Oranı (%)	Oluşum Nedeni
1. Çelik Donatı Atığı		
2. Ahşap Kalıp Atığı		
3. İzolasyon Malzemesi Atığı		
4. Atık Pas Payları Plastikler		
5. Atık Vida ve Tespit elemanları		
6.		
7.		
8.		
9.		
10.		
11.		
12.		

SORU 12: Onbirinci soruda belirtilen Temel yapımı sırasında ortaya çıkan atıkların azaltılmasına yönelik varsa çözüm önerilerini bulunduğu rakamın karşısına yazınız.

Çözüm Önerileri

1.
2.
3.
4.
5.
6.
7.
8.
9.
10.
11.
12.
13.
14.
15.

SORU 13: Onbirinci soruda belirtilen temel yapımı sırasında ortaya çıkan atıkların mevcutta uygulanan geri kazanım (yeniden kullanım/geri dönüşüm vb.) işlemleri ile önerileri yazınız.

Mevcut Uygulamalar

Öneriler

1.
2.
3.
4.
5.
6.
7.
8.
9.
10.
11.
12.
13.
14.
15.

SORU 14: Temel yapımı sırasında oluşan atıkların şantiye alanında depolanması ve şantiye alanından uzaklaştırılmasına mevcut yönelik uygulamalar nelerdir, yazınız.

.....
.....
.....
.....

C : STRÜKTÜR, KARKAS ve D : DÖŞEMELER, MERDİVENLER, RAMPALAR

SORU 15: Strüktür, döşemeler, merdivenler, rampa yapımı sırasında ortaya çıkan atıklardan aşağıdaki çizelgede yer almayanları ekleyiniz. Bu atıkların tahmini oluşum miktar/oranları (uygulama sırasında bir m^2 başına oluşan atığın ağırlığı-kg veya uygulama sırasında kullanılan malzemeye oranı - %) ile oluşum nedenlerini 2. Soruda yer alan harf kodlarını kullanarak yazınız. Harf kodu bulunmayan nedenler varsa ekleyiniz.

Atıklar	Oluşum Miktarı (kg/m ²) /Oranı (%)	Oluşum Nedeni
1. Çelik Donatı Atığı		
2.Ahşap Kalıp Atığı		
3. Asmolen tuğlası		
4. İzolasyon Malzemesi Atığı		
5. Atık Vida ve Tespit elemanları		
6. Atık Pas Payları Plastikler		
7.		
8.		
9.		
10.		
11.		
12.		
13.		
14.		
15.		

SORU 16: Onbeşinci soruda belirtilen strüktür, döşemeler, merdivenler, rampa yapımı sırasında ortaya çıkan atıkların azaltılmasına yönelik varsa çözüm önerilerini bulunduğu rakamın karşısına yazınız.

Çözüm Önerileri

1.
2.
3.
4.
5.
6.
7.
8.
9.
10.
11.
12.
13.
14.
15.

SORU 17: Onbeşinci soruda belirtilen strüktür, döşemeler, merdivenler, rampa yapımı sırasında ortaya çıkan atıkların mevcutta uygulanan geri kazanım (yeniden kullanım/geri dönüşüm vb.) işlemleri ile önerileri yazınız.

Mevcut Uygulamalar

Öneriler

1.
2.
3.
4.
5.
6.
7.

8.
9.
10.
11.
12.
13.
14.
15.

SORU 18: Onbeşinci soruda belirtilen strüktür, döşemeler, merdivenler, rampa yapımı sırasında ortaya çıkan atıkların şantiye alanında depolanması ve şantiye alanından uzaklaştırılmasına mevcut yönelik uygulamalar nelerdir, yazınız.

.....

.....

.....

.....

Ç : ÇATI KONSTRÜKSİYONU, J : ÇATI ÖRTÜLERİ

SORU 19: Çatı strüktürü ve çatı örtüsü yapımı sırasında ortaya çıkan atıklardan aşağıdaki çizelgede yer almayanları ekleyiniz. Bu atıkların tahmini oluşum miktar/oranları (uygulama sırasında bir m^2 başına oluşan atığın ağırlığı-kg veya uygulama sırasında kullanılan malzemeye oranı - %) ile oluşum nedenlerini 2. Soruda yer alan harf kodlarını kullanarak yazınız. Harf kodu bulunmayan nedenler varsa ekleyiniz.

Atıklar	Oluşum Miktarı (kg/m^2) /Oranı (%)	Oluşum Nedeni
1. Kiremit (pişmiş toprak)		
2. Metal Kaplama		
3. İzolasyon Malzemesi (membran, taş yünü, cam yünü vb)		
4. dere ve oluklar		
5.		
6.		
7.		
8.		
9.		
10.		
11.		
12.		
13.		
14.		
15.		

SORU 20: Çatı strüktürü ve çatı örtüsü yapımı yapımı sırasında ortaya çıkan atıkların azaltılmasına yönelik varsa çözüm önerilerini bulunduğu rakamın karşısına yazınız.

Çözüm Önerileri

1.
2.

3.
4.
5.
6.
7.
8.
9.
10.
11.
12.
13.
14.
15.

SORU 21: Ondokuzuncu soruda belirtilen Çatı strüktürü ve çatı örtüsü yapımı sırasında ortaya çıkan atıkların mevcutta uygulanan geri kazanım (yeniden kullanım/geri dönüşüm vb.) işlemleri ile önerileri yazınız.

Mevcut Uygulamalar

Öneriler

1.
2.
3.
4.
5.
6.
7.
8.
9.
10.
11.
12.
13.
14.
15.

SORU 22: Ondokuzuncu soruda belirtilen Çatı strüktürü ve çatı örtüsü yapımı sırasında ortaya çıkan atıkların şantiye alanında depolanması ve şantiye alanından uzaklaştırılmasına mevcut yönelik uygulamalar nelerdir, yazınız.

.....

.....

.....

.....

.....

**E : DIŞ VE İÇ DUVARLAR, F : DUVAR DIŞ KAPLAMALARI,
G : İÇ DUVAR KAPLAMALARI**

SORU 23: Duvar (iç ve dış duvarlar ile kaplamaları) yapımı sırasında ortaya çıkan atıklardan aşağıdaki çizelgede yer almayanları ekleyiniz. Bu atıkların tahmini oluşum miktar/oranları (uygulama sırasında bir m^2 başına oluşan atığın ağırlığı-kg veya uygulama sırasında kullanılan malzemeye oranı - %) ile oluşum nedenlerini 2. Soruda yer alan harf kodlarını kullanarak yazınız. Harf kodu bulunmayan nedenler varsa ekleyiniz.

Atıklar	Oluşum Miktarı (kg/m ²) /Oranı (%)	Oluşum Nedeni
1. Harç		
2. Tuğla		
3. Gaz beton		
4. Ahşap Duvar Kaplaması		
5. Doğal Taş Plak Kaplama		
6.		
7.		
8.		
9.		
10.		
11.		
12.		
13.		
14.		
15.		

SORU 24: Duvar (iç ve dış duvarlar ile kaplamaları) yapımı sırasında ortaya çıkan atıkların azaltılmasına yönelik varsa çözüm önerilerini bulunduğu rakamın karşısına yazınız.

Çözüm Önerileri

1.
2.
3.
4.
5.
6.
7.
8.
9.
10.
11.
12.
13.
14.
15.

SORU 25: Yirmiüçüncü soruda belirtilen duvar (iç ve dış duvarlar ile kaplamaları) yapımı sırasında ortaya çıkan atıkların mevcutta uygulanan geri kazanım (yeniden kullanım/geri dönüşüm vb.) işlemleri ile önerileri yazınız.

Mevcut Uygulamalar

Öneriler

1.
2.
3.
4.
5.
6.

7.
8.
9.
10.
11.
12.
13.
14.
15.

SORU 26: Yımiüçüncü soruda belirtilen duvar (iç ve dış duvarlar ile kaplamaları) yapımı belirtilen sırasında ortaya çıkan atıkların şantiye alanında depolanması ve şantiye alanından uzaklaştırılmasına mevcut yönelik uygulamalar nelerdir, yazınız.

.....

.....

.....

.....

.....

H : DÖŞEME VE MERDİVEN KAPLAMALARI M : PARMAKLIK- KORKULUKLAR

SORU 27: Döşeme ve merdiven kaplamaları ile parmaklık ve korkuluk yapımı sırasında ortaya çıkan atıklardan aşağıdaki çizelgede yer almayanları ekleyiniz. Bu atıkların tahmini oluşum miktar/oranları (uygulama sırasında bir m^2 başına oluşan atığın ağırlığı-kg veya uygulama sırasında kullanılan malzemeye oranı - %) ile oluşum nedenlerini 2. Soruda yer alan harf kodlarını kullanarak yazınız. Harf kodu bulunmayan nedenler varsa ekleyiniz.

Atıklar	Oluşum Miktarı (kg/m^2) /Oranı (%)	Oluşum Nedeni
1. Lamine Ahşap Kaplama		
2. Masif Ahşap Kaplama		
3. Seramik		
4. Yapıştırma Harcı		
5. Yalıtım Malzemesi		
6.		
7.		
8.		
9.		
10.		
11.		
12.		
13.		
14.		
15.		

SORU 28: Döşeme ve merdiven kaplamaları ile parmaklık ve korkuluk yapımı sırasında ortaya çıkan atıkların azaltılmasına yönelik varsa çözüm önerilerini bulunduğu rakamın karşısına yazınız.

Çözüm Önerileri

1.
2.
3.

4.
5.
6.
7.
8.
9.
10.
11.
12.
13.
14.
15.

SORU 29: Yimiyedinci soruda belirtilen Döşeme ve merdiven kaplamaları ile parmaklık ve korkuluk yapımı sırasında ortaya çıkan atıkların mevcutta uygulanan geri kazanım (yeniden kullanım/geri dönüşüm vb.) işlemleri ile önerileri yazınız.

Mevcut Uygulamalar

Öneriler

1.
2.
3.
4.
5.
6.
7.
8.
9.
10.
11.
12.
13.
14.
15.

SORU 30: Yimiyedi soruda belirtilen Döşeme ve merdiven kaplamaları ile parmaklık ve korkuluk yapımı belirtilen sırasında ortaya çıkan atıkların şantiye alanında depolanması ve şantiye alanından uzaklaştırılmasına mevcut yönelik uygulamalar nelerdir, yazınız.

.....

.....

.....

.....

.....

I : TAVAN KAPLAMALARI- ASMA TAVANLARI

SORU 31: Tavan kaplamaları-asma tavan yapımı sırasında ortaya çıkan atıklardan aşağıdaki çizelgede yer almayanları ekleyiniz. Bu atıkların tahmini oluşum miktar/oranları (uygulama sırasında bir m^2 başına oluşan atığın ağırlığı-kg veya uygulama sırasında kullanılan malzemeye oranı - %) ile oluşum nedenlerini 2. Soruda yer alan harf kodlarını kullanarak yazınız. Harf kodu bulunmayan nedenler varsa ekleyiniz.

Atıklar	Oluşum Miktarı (kg/m ²) /Oranı (%)	Oluşum Nedeni
1. Alçı panel		
2.metal profil		
3.		
4.		
5.		
6.		
7.		
8.		
9.		
10.		
11.		
12.		
13.		
14.		
15.		

SORU 32: Tavan kaplamaları-asma tavan yapımı sırasında ortaya çıkan atıkların azaltılmasına yönelik varsa çözüm önerilerini bulunduğu rakamın karşısına yazınız.

Çözüm Önerileri

1.
2.
3.
4.
5.
6.
7.
8.
9.
10.
11.
12.
13.
14.
15.

SORU 33: Otuzbirinci soruda belirtilen Tavan kaplamaları-asma tavan yapımı sırasında ortaya çıkan atıkların mevcutta uygulanan geri kazanım (yeniden kullanım/geri dönüşüm vb.) işlemleri ile önerileri yazınız.

Mevcut Uygulamalar

Öneriler

1.
2.
3.
4.
5.
6.
7.

8.
9.
10.
11.
12.
13.
14.

SORU 34: Otuzbirinci soruda belirtilen Tavan kaplamaları-asma tavan yapımı sırasında ortaya çıkan atıkların şantiye alanında depolanması ve şantiye alanından uzaklaştırışmasına mevcut yönelik uygulamalar nelerdir, yazınız.

.....

.....

.....

.....

K : KAPILAR, L : PENCERELER

SORU 35: Kapı ve pencere yapımı sırasında ortaya çıkan atıklardan aşağıdaki çizelgede yer almayanları ekleyiniz. Bu atıkların tahmini oluşum miktar/oranları (uygulama sırasında bir m^2 başına oluşan atığın ağırlığı-kg veya uygulama sırasında kullanılan malzemeye oranı - %) ile oluşum nedenlerini 2. Soruda yer alan harf kodlarını kullanarak yazınız. Harf kodu bulunmayan nedenler varsa ekleyiniz.

Atıklar	Oluşum Miktarı (kg/m^2) /Oranı (%)	Oluşum Nedeni
1. Alçı panel		
2.metal profil		
3.		
4.		
5.		
6.		
7.		
8.		
9.		
10.		
11.		
12.		
13.		
14.		
15.		

SORU 36: Kapı ve pencere yapımı sırasında ortaya çıkan atıkların azaltılmasına yönelik varsa çözüm önerilerini bulunduğu rakamın karşısına yazınız.

Mevcut Uygulamalar

Öneriler

1.
2.
3.
4.
5.

6.
7.
8.
9.
10.
11.
12.
13.
14.
15.

SORU 37: Otuzbeşinci soruda belirtilen Kapı ve pencere yapımı sırasında ortaya çıkan atıkların mevcutta uygulanan geri kazanım (yeniden kullanım/geri dönüşüm vb.) işlemleri ile önerileri yazınız.

Mevcut Uygulamalar

Öneriler

1.
2.
3.
4.
5.
6.
7.
8.
9.
10.
11.
12.
13.
14.
15.

SORU 38: Otuzbeşinci soruda belirtilen Kapı ve pencere yapımı sırasında ortaya çıkan atıkların şantiye alanında depolanması ve şantiye alanından uzaklaştırılmasına mevcut yönelik uygulamalar nelerdir, yazınız.

.....
.....
.....
.....
.....

EK C

TÜRKİYE'DE MEVCUT YAPIM ATIKI YÖNETİM UYGULAMALARININ BELİRLENMESİNE YÖNELİK ANKET ÇALIŞMASI

Değerli Katılımcı,

Bu çalışma İstanbul Teknik Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü'nde yürütülmekte olan, yapım süreci çevresel etkisinin azaltılmasına yönelik doktora tezi kapsamında yapılmaktadır. Anket çalışması aracılığıyla mesleki ve uygulama tecrübeleriniz doğrultusunda sizlerden edineceğimiz bilgiler tamamen bilimsel amaçlı kullanılacak olup, doktora tezi kapsamında oluşturulacak modele doğrudan veri oluşturacaktır. Değerli katkılarınız için teşekkür ederim.

NOT:

Çalışma kapsamında “atık” kelimesi, yapım sürecinde çeşitli nedenlerle (boyutlandırma amaçlı kesim, projede revizyon, malzemenin zarar görmesi vb.) ortaya çıkan, yeniden kullanım/ geri dönüşüm olanağı bulunan veya bulunmayan her türlü artık malzemeyi ifade etmektedir.

Anket formları tek bir projenin uygulama bilgilerini içerecek şekilde düzenlenmiştir. Anket formunun, uygulamasında (şantiyesinde) görev aldığınız veya almakta olduğunuz en az bir proje için doldurulması beklenmektedir.

Araş. Gör. Havva AKSEL

Katılımcı Bilgileri

Ad Soyad:

.....

Meslek/ Unvan:..... Tecrübe (Uygulama-Şantiye):.....Yıl

Uygulamasında Görev Alınan Projeler (Şantiye), İşlevleri (Otel, Toplu Konut, Apartman, Ofis, Karma Kullanım vb) ve Tamamlanma yılları

Proje Adı

İşlevi

Tamamlanma Yılı

.....
.....
.....
.....
.....
.....
.....
.....
.....

İletişim Bilgileri:

Telefon:

E-Posta.....

Uygulamasında Görev Alınan Projeye Ait Bilgiler:

Proje Adı:Bulunduğu İl:.....
Şantiyede Üstlenilen Görev/Unvan:
Projenin Taşıyıcı Sistem Bilgisi (Betonarme, Çelik, Kompozit vb.):.....
Projenin Cephe Kaplama Malzemesi Bilgisi:.....
Projede Yer Alan Toplam Yapı/ Blok Sayısı:.....
Projenin Toplam İnşaat Alanı (m²):.....
Proje Alanı (m²):.....

1. PLANLAMAYA İLİŞKİN SORULAR

1.1. Uygulaması devam eden/tamamlanmış projeye ait bir atık yönetim planınız mevcut mu?

Evet ☐

Hayır ☐

Not: Bu soruya hayır şeklinde cevap verdiyseniz, doğrudan 2. Bölüme geçiniz.

1.2. Atık yönetim planına göre geri kazanımı (yeniden kullanım, geri dönüşüm) sağlanacak atık malzemeler nelerdir, yazınız.

1.3. Atık yönetim planına ne ölçüde sadık kalınabildiğini belirtiniz.

Tamamen ☐

Kısmen ☐

Sadık Kalınmıyor ☐

1.4. Atık yönetim planının uygulanması konusunda şantiye organizasyonu içinde denetim sağlanıyor mu? Denetim sağlanıyorsa denetimin kim tarafından yapıldığını belirtiniz.

Evet ☐

Hayır ☐

(.....)

2. ATIK OLUŞUMU, AYIRMA VE DEPOLAMAYA İLİŞKİN SORULAR

2.1. Yapım sırasında oluşan atık malzemeler nelerdir yazınız, atık oluşum miktarlarını en fazla oluşan malzemeye 1 rakamı vererek en çok üretilenden en az üretilene doğru numaralandırınız. Oluşum nedenini belirtiniz.

Atıklar

☐

.....

☐

.....

☐

.....

- ☐
- ☐
- ☐
- ☐
- ☐
- ☐
- ☐
- ☐

2.2. Yapım sırasında oluşan atıkların oluşum nedenlerinden şantiyeniz için uygun olanları işaretleyiniz. Farklı atık oluşum nedenleri varsa ekleyiniz. Atık oluşum nedenlerini önem/etki sırasına göre en etkili olduğunu düşündüğünüz seçeneğin sağına “1” rakamı yazarak ardışık olarak numaralandırınız.

- ☐ İşçilik, montaj ve uygulama hataları.....
- ☐ Malzemenin şantiye içerisinde yatay ve düşey taşınması sırasında kırılma ve deformasyon
- ☐ Boyutlandırma amaçlı kesim.....
- ☐ Proje kaynaklı hatalar (Detaylandırma, tasarım hataları).....
- ☐ Gereğinden fazla sipariş, satın alma koordinasyon sorunları.....
- ☐ Malzeme dayanımının düşük olması nedeniyle uygulama sırasında malzemenin zarar görmesi...
- ☐ Malzemelerin şantiye alanında amacı dışında kullanımı.....
- ☐ Şantiye sahasında yapı malzeme ve bileşenlerinin uygun olmayan koşullarda depolanması.....
- ☐ Doğal felaketler.....
- ☐ Çeşitli gerekçelerle uygulaması devam eden projede revizyona gidilmesi.....
- ☐
- ☐
- ☐
- ☐

2.3. Şantiye içerisinde oluşan atıkların yönetilmesiyle ilgili sorumlu kişileri belirtiniz.

Atık Yönetimi İş ve İşlemler	Sorumlu Kişiler
Atık malzemelerin niteliklerine göre ayrılması veya ayrı toplanması	
Atık malzemelerin geri dönüşümü veya geri dönüşümün sağlanması ile ilgili iş ve işlemler.	
Atık malzemelerin yeniden kullanımı veya yeniden kullanımının sağlanması ile ilgili iş ve işlemler.	
Atıkların döküm sahasına götürülmek üzere şantiye dışına çıkarılmasının sağlanması, döküm sahalarına iletilmesi ile ilgili iş ve işlemler.	

2.4. Atık oluşumunun azaltılmasına yönelik uygulamalarınız var mı, varsa neler?

2.5. Atıkların toplanması ve depolanması ile ilgili şantiyenizde yapılan uygulamaları işaretleyiniz, farklı uygulamalar varsa belirtiniz.

- ☐ Atıklar şantiye sahası içerisinde fiziksel ve kimyasal özelliklerine göre geri kazanım amaçlı konteyner veya kutularda ayrı toplanıyor.
- ☐ Atıklar şantiye sahası içerisinde atık yığını oluşturacak şekilde karışık depolanıyor, sonradan fiziksel ve kimyasal özelliklerine göre geri kazanım amaçlı (yeniden kullanım ve geri dönüşüm) olarak ayırma işlemine tabi tutuluyor.
- ☐ Atıklar, atık yığını şeklinde herhangi bir ayırma işlemine tabi tutulmadan daha sonra döküm sahalarına iletilmek üzere şantiye **sahası içinde** geçici olarak depolanıyor.
- ☐ Atıklar, atık yığını şeklinde herhangi bir ayırma işlemine tabi tutulmadan daha sonra döküm sahalarına iletilmek üzere şantiye **sahası dışında** geçici olarak depolanıyor.
- ☐

- ☐
- ☐

2.6. Zararlı atıkların (kurşun, cıva, kadmiyum, asbest, PCB içeren yalıtım malzemeleri, boyalar, zemin kaplamaları, dolgu macunları vb.) şantiye içerisinde toplanması ve depolanması ile yapılan uygulamaları işaretleyiniz, farklı uygulamalar varsa belirtiniz.

- ☐ Zararlı atıklar öncelikli ayrılarak uygun koşullarda şantiye sahası içerisinde geçici depolanıyor.
- ☐ Zararlı atıklar şantiye sahası içerisinde atık yığını içerisinde ayrılarak uygun koşullarda şantiye sahası içerisinde geçici depolanıyor.
- ☐ Zararlı atıklar atık yığını içerisinde ayrılmıyor.
- ☐ Şantiyede zararlı atık üretilmiyor.
- ☐

2.7. Yapım sırasında oluşan atıkların şantiyeden uzaklaştırılmasının ne sıklıkla sağlandığını belirtiniz.

- ☐ Günlük olarak
- ☐ Haftada bir
- ☐ İki haftada bir
- ☐ Ayda bir
- ☐ Düzensiz şekilde
- ☐

2.8. Yapım sırasında oluşan atıkların döküm sahalarına iletilmesi/yok edilmesine yönelik işbirliği içerisinde olduğunuz resmi ve özel kurum / kuruluşlar nelerdir?

- ☐
- ☐
- ☐
- ☐
- ☐

3. GERİ KAZANIMA (GERİ DÖNÜŞÜM VE YENİDEN KULLANIM) İLİŞKİN SORULAR

3.1. Yapım sırasında oluşan atıkların geri dönüşümüne yönelik uygulamalardan şantiyeniz için uygun olanları işaretleyiniz, yaptığınız geri dönüşümü (örneğin boyutlandırma amaçlı kesim sonrası kalan donatıların geri dönüştürülmesi) ve farklı uygulamalar varsa belirtiniz.

- ☐ Geri dönüşebilir özellikte malzemelerin öncelikli olarak şantiye içerisinde geri dönüşümü sağlanıyor.
(.....
.....
.....)
- ☐ Geri dönüşebilir özellikte malzemelerin farklı şantiyelerde geri dönüşümü sağlanıyor.
(.....
.....
.....)
- ☐ Geri dönüşebilir özellikte malzemelerin şantiye dışında farklı bir ürünün üretim sürecine dahil edilerek geri dönüşümü sağlanıyor.
(.....
.....
.....)
- ☐ Geri dönüşebilir özellikte malzemelerin geri dönüştürülmesine yönelik herhangi bir işlem uygulanmıyor.
- ☐

3.2. Yapım sırasında oluşan atıkların yeniden kullanımına yönelik uygulamalardan (Fazla ya da yanlış sipariş vb. sebeplerle artmış malzemeler bu grup içerisinde değerlendirilmektedir.) şantiyeniz için uygun olanları işaretleyiniz, yaptığınız yeniden kullanımı açıklayınız ve farklı uygulamalar varsa belirtiniz.

- ☐ Yeniden kullanım olanağı bulunan malzemelerin öncelikli olarak şantiye içerisinde yeniden kullanımı sağlanıyor.
(.....
.....
.....)
- ☐ Yeniden kullanım olanağı bulunan malzemelerin farklı bir şantiyede yeniden kullanımı sağlanıyor.
(.....
.....
.....)
- ☐ Yeniden kullanım olanağı bulunan malzemelerin şantiye dışında farklı bir ürünün üretim sürecinde yeniden kullanımı sağlanıyor.

(.....
.....
.....)

☐ Malzemelerin yeniden kullanım olanağı olup olmadığı konusu ile ilgilenilmiyor.

☐
.....
.....

3.3. Yapım sırasında oluşan atıkların geri dönüşüm ve yeniden kullanımına yönelik işbirliği içerisinde olduğunuz resmi / özel kurum ve kuruluşlar nelerdir, yapılan işbirliğini açıklayarak yazınız.

☐
☐
☐
☐
☐

3.4.Yapım sırasında oluşan atıkların geri kazanımından (yeniden kullanım ve geri dönüşüm) mali kazanç elde ettiğiniz uygulamalar var mı, varsa açıklayınız?

ÖZGEÇMİŞ



Ad-Soyad : HAVVA AKSEL ÇİÇEKÇİ
Doğum Tarihi ve Yeri : 10.12.1985, Bakırköy, İSTANBUL
E-posta : havaksel@hotmail.com, havva.aksel@msgsu.edu.tr

ÖĞRENİM DURUMU:

- **Lisans** : 2008, Yıldız Teknik Üniversitesi, Mimarlık Fakültesi, Mimarlık Bölümü
- **Yüksek lisans** : 2014, Mimar Sinan Güzel Sanatlar Üniversitesi, Yapı Anabilim Dalı, Yapı Bilgisi

MESLEKİ DENEYİM VE ÖDÜLLER:

- 2008-2010 Küçükçekmece Belediyesi Plan ve Proje Müdürlüğü, Proje ve Etüt Şefliğinde görev yaptı.
- 2010-2012 Kültür ve Tabiat varlıklarını Koruma Edirne Bölge Müdürlüğünde , mimar olarak görev yaptı.
- 2012-2014 İstanbul I numaralı Yenileme Kurulu Müdürlüğünde, mimar olarak görev yaptı.
- 2012-2014 yılları arasında yüksek lisansını tamamladı.
- 2014 Mimar Sinan Güzel Sanatlar Üniversitesi Yapı ABD, Yapı Bilgisi Bilimdalında Araştırma Görevlisi olarak göreve başladı. Aynı bilim dalında görevini sürdürmektedir.

DOKTORA TEZİNDEN TÜRETİLEN YAYINLAR, SUNUMLAR VE PATENTLER:

- **Aksel H., Çetiner İ.** (2017) A Discussion on The Quantification Methodologies and Their Applicability in Turkey for Construction and Demolition Waste (C&D). International Conference on Sustainable Development (ICSD) 19-23 April 2017 Sarajevo

- **Aksel H.,** Çetiner İ. (2018) An Evaluation On-site Waste Management Practices in Turkey Through Istanbul City Example, *4th International Congress on Environmental Researches and Technology*, 14-18 2018 Athens, Greece.
- **Aksel, H ,** Cetiner, İ . (2020). Construction waste management practices on-sites: A case study of Istanbul city . *Environmental Research and Technology* , 3 (2) , 50-63 . DOI: 10.35208/ert.723002

DİĞER YAYINLAR, SUNUMLAR VE PATENTLER:

Bildiri ve Makaleler

- **Aksel H.,** Eren Ö. (2014). Life Cycle Assessment (LCA) in Buildings and Environmental Assessment of Structural Steel's End of Life Options. 4th International Conference Advanced Construction 9–10 October, 2014 Kaunas, Lithuania
- **Aksel H.,** Eren Ö. (2015). A Discussion on the Advantages of Steel Structures in the Context of Sustainable Construction, *International Journal of Contemporary Architecture “The New ARCH“* Vol. 2, No. 3 (ISSN 2198-7688, DOI: 10.14621/tna.20150405)
- **Aksel H.,** Eren Ö. (2015) (Abstract). A Discussion on the Advantages of Steel Structures in the Context of Sustainable Construction, The 2nd International Conference with Exhibition S.ARCH 19-20 May 2015 Budva, Montenegro
- Deniz, Ö. Ş., Eren, Ö., Ekinci, S., Başarır, B., Arslan, G., **Aksel, H.** (2017). Mimari Detaylandırma Eğitimi Bağlamında “İnce Yapı Bilgisi” Dersinin Analizi. *Tasarım+ Kuram* dergisi, 13(23), 52-82.

•

Çalıştaylar

- Yapı Teknolojileri Çalıştayı -Hareketli Örtü Tasarımı (Düzenleme Komitesi Üyesi ve Atölye Yürütücüsü) 26-28 Haziran 2019 Fındıklı 319 Numaralı Atölye, Mimar Sinan Güzel Sanatlar Üniversitesi.
- Mimari Detaylandırma- Bütünleşik Detaylandırma (Atölye Danışmanı)19-21 Haziran 2018, Fındıklı Sayısal Tasarım Atölyesi, Mimar Sinan Güzel Sanatlar Üniversitesi.
- Mimari Detaylandırma Atölye Çalışması: 1 Yeniden Detaylandırma (Ekip Danışmanı) 13-15 Haziran 2016, MSGSÜ Fındıklı 319 Numaralı Atölye, Mimar Sinan Güzel Sanatlar Üniversitesi Yayınları 842 ISBN: 978-605 5005-53-5.