

T.C.
HASAN KALYONCU ÜNİVERSİTESİ
FEN BİLİMLER ENSTİTÜSÜ
MİMARLIK ANABİLİM DALI
MİMARLIK YÜKSEK LİSANS PROGRAMI

YAPI ÜRETİM AŞAMASINDA YAPISAL ATIKLARIN
EN AZA İNDİRGENMESİ İÇİN BİR YAKLAŞIM

YÜKSEK LİSANS TEZİ

HAZIRLAYAN
ZELAL ÖZGE TANRIVERDİ GEZER

TEZ DANIŞMANI
PROF. DR. AYŞE BALANLI

GAZİANTEP – 2018

T.C.
HASAN KALYONCU ÜNİVERSİTESİ
FEN BİLİMLERİ ENSTİTÜSÜ MÜDÜRLÜĞÜNE
YÜKSEK LİSANS KABUL VE ONAY FORMU

Mimarlık Anabilim Dalı Mimarlık Tezli Yüksek Lisans Programı öğrencisi **Zelal Özge Tanrıverdi Gezer** tarafından hazırlanan “**Yapı Üretim Aşamasında Yapısal Atıkları En Aza İndirmek İçin Bir Yaklaşım**” başlıklı tez,15/11/2018 tarihinde yapılan savunma sınavı sonucu **başarılı** bulunarak jürimiz tarafından **Yüksek Lisans Tezi** olarak kabul edilmiştir.

Görevi

Unvanı, Adı ve Soyadı

İmzası:

Kurumu/Üniversitesi

Tez Danışmanı

Prof. Dr. Ayşe BALANLI



Jüri Başkanı

Hasan Kalyoncu Üniversitesi

Jüri Üyesi

Dr. Öğr. Üyesi Bureu SALGIN

Erciyes Üniversitesi



Jüri Üyesi

Dr. Öğr. Üyesi Mustafa İNCESAKAL

Hasan Kalyoncu Üniversitesi



Bu tez Enstitü Yönetim Kurulunca belirlenen yukarıdaki jüri üyeleri tarafından uygun görülmüş ve Enstitü Yönetim Kurulu kararı ile onaylanmıştır.

Prof. Dr. Mehmet KARPUZCU
Enstitü Müdürü



TEZ ETİK VE BİLDİRİM SAYFASI

Yüksek Lisans Tezi olarak sunduğum “Yapı Üretim Aşamasında Yapısal Atıkların En Aza İndirgenmesi için Bir Yaklaşım” başlıklı çalışmanın tarafımea, bilimsel ahlak ve geleneklere aykırı düşecek bir yardıma başvurmaksızın yazıldığını ve yararlandığım eserlerin kaynakçada gösterilenlerden oluştuğunu ve bunlara atıf yapılarak yararlanmış olduğumu belirtir ve onurumla doğrularım.

15/11/2018

Zelal Özge TANRIVERDİ GEZER



ÖNSÖZ

Çalışmamın konusunun belirlenmesinde ve hazırlanma sürecinin her aşamasında değerli bilgilerini benimle paylaşan, her sorun yaşadığımda yanına çekinmeden gidebildiğim, güler yüzünü, samimiyetini benden esirgemeyen ve gelecekteki meslek hayatımda da bana verdiği değerli bilgilerden faydalanacağımı düşündüğüm, değerli bilim insanı, saygıdeğer danışman hocam; Prof. Dr. Ayşe BALANLI' ya,

Değerli çalışmalarından faydalandığım Sayın Dr. Öğretim Üyesi Burcu SALGIN'a, katkıları için jüri üyesi Sayın Dr. Öğretim Üyesi Mustafa İNCESAKAL'a,

Hayatımın her anında desteklerini hissettiğim AİLEM' e, çalışmalarım süresince bana sabır ve anlayış gösteren eşim Necdet GEZER'e

Teşekkür eder, bu çalışmanın tüm ilgililere yararlı olmasını dilerim.

Gaziantep, 2018

Zelal Özge TANRIVERDİ GEZER

ÖZET

Dünyada ve Türkiye’de artan nüfus ile birlikte yeni yapılaşmalara ihtiyaç duyulması çevre sorunlarının da artmasına neden olmaktadır. Çünkü yapıların üretim, kullanım ve sökülme/yıkım süreçleri boyunca yapısal atıklar oluşmaktadır. Bu atıkların denetimsiz bir şekilde çevreye bırakılmaları toprak, hava ve su kirliliğine yol açmaktadır.

Yapı üretim sürecinde ortaya çıkan yapısal atıklar doğal çevreyi ve canlı sağlığını olumsuz yönde etkilemektedir. Bu sürecin planlı olarak gerçekleşmemesi, denetimlerin yetersizliği ise olumsuz etkiyi ve zararı artırmaktadır. Ortaya çıkacak olan yapısal atıkların önlenmesi, önlenemeyenlerin ise yönetilmesi öncesinden hazırlanacak bir yönetim planı ile mümkün olabileceken bu durumun oluşturulmaması veya yaygın olmaması doğal çevre, canlı sağlığı ve ülke ekonomisi için bir problemdir.

Yapı üretim aşamasında uygulama ve denetim ekibinin sayı ve bilgi olarak yetersizliği, ürün seçimindeki yanlışlar, ürünün şantiyeye taşınması sırasında yaşanabilecek aksaklıklar nedeniyle yapısal atıkların kayıt altına alındığı bir yaklaşımın olmaması önemli bir problemdir.

Yapısal atık önleme/azaltma konusunun yapının üretim sürecinde rol alan kişi veya kurumlar tarafından önemsenmemesi, bu kişilerin/kurumların atık yönetimi konusunda yeterli bilinçte olmaması ise bir diğer problemdir.

Bu çalışma kapsamında; yapı üretim sürecinde yapısal atıkları önlemek/azaltmak amacı ile öncesinde yapısal atıklarının oluşum nedenlerinin belirtildiği ve bu durumun sonucunda oluşabilecek yapısal atıkların en aza indirgenebilmesi için atık yönetiminin oluşturulduğu, tüm yapıım sürecinin kayıt altına alındığı bir yaklaşım oluşturulmuştur.

Anahtar kelimeler: Yapısal Atık, Yapısal Atık Önleme/Azaltma, Yapının Üretim Süreci

ABSTRACT

AN APPROACH OF MINIMIZING CONSTRUCTION WASTE GENERATED THROUGH THE CONSTRUCTION STAGE OF THE BUILDING

The necessity for new construction, as a result of population growth in Turkey and in the world, originates increased environmental problems; as the construction waste is generated through all stages of construction on site, utilization, deconstruction/demolition. Allowing uncontrolled dumping of the construction waste causes air and water pollution.

The construction waste that is generated through the construction stage of the building has a negative impact on living organisms' health and the environment. Not to actualize this stage in a planned manner and lack of the audits increase the adverse impact and damage. Although it would have been possible with a waste management plan to prevent the generation of the construction waste and to manage the unavoidable waste, without this implementation or not extensively implementing is a problem for the living organisms' health and the national economy.

During the construction on site for the reasons of having the insufficient number/ knowledge of the implementer site team and the supervision team, the incorrect material choice, any misfortunes through the material mobilization becomes an important problem with an undocumented approach.

Another problem for the construction waste prevention/reduction issue is being oblivious to the subject by the personnel on the construction site or the organization, not having sufficient awareness by this personnel/ organization.

Within the scope of this study; the aim of preventing/reducing the construction waste through the construction stage of the building with identifying the main causes of generating waste and as a result of this to able to minimize the waste, an approach is formed by placing a waste management plan and a construction documentation covering entire process.

Keywords: Construction Waste, Construction Waste Prevention/Reduction, Construction Stage of the Building

İÇİNDEKİLER

ÖNSÖZ	i
ÖZET	ii
ABSTRACT	iii
AN APPROACH OF MINIMIZING CONSTRUCTION WASTE GENERATED THROUGH THE CONSTRUCTION STAGE OF THE BUILDING	iii
İÇİNDEKİLER.....	iv
TABLO LİSTESİ.....	vii
ŞEKİLLER LİSTESİ.....	viii
BÖLÜM 1	1
GİRİŞ.....	1
1.1. Problem Durumu	1
1.1.1. Problem Cümlesi	8
1.1.2. Alt Problemler.....	8
1.2. Araştırmanın Amacı	9
1.3. Araştırmanın Önemi.....	9
1.4. Varsayımlar	9
1.5. Sınırlılıklar	10
1.6. Yöntem.....	10
BÖLÜM 2	11
YAPI ÜRETİM SÜRECİ VE YAPISAL ATIK	11
2.1. Yapı Üretim Süreci	11
2.1.1. Yapı Alanının Hazırlanması.....	13
2.1.2. Kaba Yapım Süreci	15
2.1.3. İnce Yapım Süreci	16
2.1.4. Çevre Düzeni.....	17
2.2. Yapısal Atık Oluşum Nedenleri.....	18

2.2.1. Tasarımdan Kaynaklı Yapısal Atık Oluşumu	19
2.2.2. Ekipten Kaynaklı Yapısal Atık Oluşumu	21
2.2.3. Ürünlerin Taşınması ve Depolanmasından Kaynaklı Yapısal Atık Oluşumu	26
2.2.4. Beklenmeyen Durumlarda Yapısal Atık Oluşumu	27
BÖLÜM 3	29
YAPI ÜRETİM SÜRECİNİN YAPISAL ATIK İLE İLİŞKİSİ	29
3.1. Yapı Üretim Sürecinin Tasarımdan Kaynaklı Oluşan Yapısal Atık ile İlişkisi	30
3.1.1. Yapı Alanı Hazırlık Sürecinde Tasarımdan Kaynaklı Yapısal Atık Oluşumu	30
3.1.2. Kaba Yapım Sürecinde Tasarımdan Kaynaklı Yapısal Atık Oluşumu	35
3.1.3. İnce Yapım Sürecinde Tasarımdan Kaynaklı Yapısal Atık Oluşumu.....	36
3.1.4. Çevre Düzeni Sürecinde Tasarımdan Kaynaklı Yapısal Atık Oluşumu	37
3.2. Yapı Üretim Sürecinin Ekipten Kaynaklı Oluşan Yapısal Atık ile İlişkisi	37
3.2.1. Yapı Alanı Hazırlık Sürecinde Ekipten Kaynaklı Yapısal Atık Oluşumu .	37
3.2.2. Kaba Yapım Sürecinde Ekipten Kaynaklı Yapısal Atık Oluşumu	38
3.2.3. İnce Yapım Sürecinde Ekipten Kaynaklı Yapısal Atık Oluşumu	39
3.2.4. Çevre Düzeni Sürecinde Ekipten Kaynaklı Yapısal Atık Oluşumu	40
3.3. Yapı Üretim Sürecinin Ürünlerin Taşınmasından ve Depolanmasından Kaynaklı Oluşan Yapısal Atık ile İlişkisi.....	41
3.3.1. Yapı Alanı Hazırlık Sürecinde Ürünlerin Taşınması ve Depolanmasından Kaynaklı Yapısal Atık Oluşumu	42
3.3.2. Kaba Yapım Sürecinde Ürünlerin Taşınması ve Depolanmasından Kaynaklı Yapısal Atık Oluşumu	42
3.3.3. İnce Yapım Sürecinde Ürünlerin Taşınması ve Depolanmasından Kaynaklı Yapısal Atık Oluşumu.....	43
3.3.4. Çevre Düzeni Sürecinde Ürünlerin Taşınması ve Depolanmasından Kaynaklı Yapısal Atık Oluşumu	43
3.4. Yapı Üretim Sürecinin Beklenmeyen Durumlardan Kaynaklı Oluşan Yapısal Atık ile İlişkisi.....	44
3.4.1. Yapı Alanı Hazırlık Sürecinde Beklenmeyen Durumlardan Kaynaklı Yapısal Atık Oluşumu.....	44
3.4.2. Kaba Yapım Sürecinde Ürünlerin Beklenmeyen Durumlardan Kaynaklı Yapısal Atık Oluşumu.....	44
3.4.3. İnce Yapım Sürecinde Beklenmeyen Durumlardan Kaynaklı Yapısal Atık Oluşumu	45

3.4.4. Çevre Düzeni Sürecinde Beklenmeyen Durumlardan Kaynaklı Yapısal Atık Oluşumu	46
BÖLÜM 4	47
YAPI ÜRETİM SÜRECİNDE YAPISAL ATIKLARI EN AZA İNDİRGEMEK İÇİN BİR YAKLAŞIM ÖNERİSİ	47
4.1. Yapı Üretim Sürecinde Oluşabilecek Yapısal Atıkların Tasarım Evresinde Tahmin Edilmesi	52
4.2. Yapı Üretim Sürecinde Çıkan Atık Miktarı ve Oluşum Nedeninin Belirtilmesi	59
4.3. Oluşan Yapısal Atıkların Yönetimi.....	61
4.4. Yaklaşımın Yöntemi	63
SONUÇ	66
KAYNAKLAR	67

TABLO LİSTESİ

Tablo 1. Türkiye’de atıklara yönelik zorunluluklar.....	3
Tablo 2. Avrupa ülkelerinde ve Türkiye’de yapısal atık üretimi... ..	4
Tablo 3. “Yapı üretimi aşamasında en fazla oluşan yapısal atık türleri nelerdir?” sorusuna gelen yanıtlar	4
Tablo 4. Farklı disiplinlerin kaynak verimliliğini sağlamada BIM kullanma örnekleri.....	25
Tablo 5. Yapı üretim süreçlerinde oluşabilecek yapısal atık nedenleri	29
Tablo 6. Yapısal atık yönetimi ve yapısal atık ilişkisi.....	52
Tablo 7. Yapısal atık yaklaşık oranları.....	56
Tablo 8. Yapı üretim süreci ve tahmini yapısal atık miktarı	57
Tablo 9. Yapı üretim süreci ve çıkan yapısal atığın oluşum nedenleri	60
Tablo 10. Yapı üretim sürecinde yapısal atık yönetimi	62

ŞEKİLLER LİSTESİ

Şekil 1. Küçük yapı alanı.....	31
Şekil 2. Büyük yapı alanı	32
Şekil 3. Kazı dolgu tasarımı.....	33
Şekil 4. Kazı yapılması.....	33
Şekil 5. Dolgu yapılması.....	34
Şekil 6. Çimko CCR binası.....	35
Şekil 7. Lidersan Ambalaj Fabrikası Ek Bina Şantiyesi	36
Şekil 8. Atık hiyerarşisi	49
Şekil 9. SMARTWaste yönetim planı, atık yönetimi çalışanları.	50
Şekil 10. C2C değerlendirme sistemi	53

BÖLÜM 1

GİRİŞ

1.1. Problem Durumu

Kullanılma süresi dolan ya da yaşanılan ortamdan uzaklaştırılması gereken her türlü madde atık olarak tanımlanabilir.

2015 yılında yayınlanan Atık Yönetimi Yönetmeliği'ne göre ise atık; “üreticisi veya fiilen elinde bulunduran gerçek veya tüzel kişi tarafından çevreye atılan veya bırakılan veya atılması zorunlu olan herhangi bir madde veya materyal olarak tanımlanmaktadır” [1].

Atıklar evsel, yapısal, tıbbi ve tehlikeli katı atıklar olarak sınıflandırılmışlardır. Belirtilen atık türleri içindeki “yapısal atıklar yapı ürünlerinden kaynaklanmaktadır. ... Yapısal atıklar; yapı ürünlerinin yaşam döngüsünde -hammadde edinimi, ürünün üretimi, satışı, yapıya uygulanması, kullanımı, geri dönüşümü, yok edilmesi- ya da yapının yapım, kullanım ve söküm/yıkım süreçlerinde çeşitli tür ve miktarlarda ortaya çıkan atıklar olarak ele alınmaktadır” [2].

Artan insan nüfusu ile birlikte değişen yaşam standartları ve bölgelerin sosyo-ekonomik yapısı, hem atıkların kapladığı yeri hem de atığın içeriğini çeşitlendirerek denetim ve yönetimini zorlaştırmaktadır. Kentlerde oluşan katı atıkların yaklaşık %13 ile % 30 arasındaki kısmını oluşturan yapısal atıklar, hem çevreyi hem de canlı sağlığını olumsuz yönde etkilemektedir [3].

Yapısal atıklar büyük hacimli olmaları, miktarları ve karmaşıklıkları nedeniyle birçok ülkede öncelikli atık olarak nitelendirilmektedir. Yapısal atıkların toplam atıklar içindeki yüzdesi Avustralya'da %44, Danimarka'da %25–50, Hong Kong'da %38, Japonya'da %36, İtalya'da %30, İspanya'da %70 olarak ifade edilmektedir. Avustralya'da her yıl atık alanlarına bırakılan 14 milyon ton atığın %44'ünün yapı sektöründen kaynaklandığı belirtilmektedir. [4].

1970'lerden beri dünyada yapısal atık oluşumunu önlemek, azaltmak, yeniden kullanmak ve geri dönüştürmek için birçok çalışma yapılmıştır. Lauritzen, Belçika'da inşaat ve yıkım atıklarının 1994 yılında 4,6 milyon tona yaklaştığını belirlemiş, bu atıkların %40'ının beton, %40'ının tuğla, %12'sinin bitümlü briket ürünler, %3.4'ünün seramik ve geri kalan bölümünün ise diğer atıklar olduğunu tespit etmiştir [5].

Henrichsen'in çalışmasına göre 2000 yılında nüfusu yaklaşık 370 milyon olan Avrupa Birliği'nde, yıllık yapısal atık üretiminin yaklaşık 200-300 milyon ton olduğu tahmin edilmektedir [6].

Yapısal atık oluşumu önleme, azaltma ve geri dönüşümü için Avrupa Birliği içerisinde RILEM çerçevesinde araştırma ve geliştirme yöntemleri üzerinde çalışılmış olup 1981 yılında Avrupalı ve Japon RILEM üyeleri, betonun yıkılması ve geri dönüştürülmesiyle ilgili ilk RILEM teknik komitesini tamamlamak için bir girişimde bulunmuşlardır. Çalışmalar, RILEM tarafından 1985'de Belçika, Antwerp'te, 1988'de Tokyo, Japonya'da ve 1993'de Odense, Danimarka'da düzenlenen üç uluslararası sempozyumdan sonra yayınlanmıştır [5].

Kumar Metha, küresel beton endüstrisinin her yıl yaklaşık 10 milyar ton kum ve kaya kullandığını ve her yıl 1 milyar tondan fazla yapısal atık üretildiğini belirtmiştir [7].

Yapısal atıkların büyük hacimli olmaları atık alanlarını zorlamakta ve çevreye zarar vermektedir. Bu atıklar kontrolsüz biçimde ormanlara, akarsulara, nehirlere veya boş alanlara bırakıldıkları zaman erozyona, yeraltı ve yerüstü su kaynaklarının kirlenmesine, toprağın yapısının değişmesine ve doğal yaşam alanlarının yok olmasına neden olurlar [8]. Yapısal atıklar genellikle tehlikeli atıklar grubunda sayılmamakla birlikte, tehlikeli bileşik de içerebilmektedir. İnşaat sektöründe boya, solvent, tutkal gibi zararlı malzemeler de kullanılmaktadır. Beton bileşiminde kullanılan geçirimsizlik sağlayıcı kimyasal bağlayıcılar, bina yıkılıp da toprakla teması söz konusu olduğunda toprak dolayısıyla da suyun zehirlenmesine yol açabilmektedir [9].

Çevre ve Orman Bakanlığı tarafından yayınlanan Hafriyat Toprağı, İnşaat ve Yıkıntı Atıklarının Kontrolü Yönetmeliği'ne göre yapısal atıklar "hafriyat toprağı, asfalt inşaat, tehlikeli inşaat ve yıkıntı atığı" olarak sınıflandırılmıştır [10].

T.C. Sayıştay Başkanlığı'na yapılan atık yönetimi performans raporunda atık yönetiminin ülke genelinde de 1930'lardan itibaren Tablo 1'de gösterilen çok sayıda yasal düzenlemeye konu olduğu belirtilmiştir. Ancak yapısal atıklar ile ilgili sadece Hafriyat Toprağı, İnşaat ve Yıkıntı Atıkların Kontrolü Yönetmeliği düzenlendiği düşünüldüğünde mevcut yönetmeliklerin yapısal atıkları en aza indirmesi için yetersiz olduğu görülmektedir [11].

Tablo 1. Türkiye’de atıklara yönelik zorunluluklar [11].

Yönetmelikler /Tebliğ Adı	Resmi Gazete Tarih ve Sayısı
Katı Atıkların Kontrolü Yönetmeliği	14.03.1991 / 20814
Atık Yağların Kontrolü Yönetmeliği	21.01.2004 / 25353
Hafriyat Toprağı, İnşaat ve Yıkıntı Atıkların Kontrolü Yönetmeliği	18.03.2004 / 25406
Ambalaj ve Ambalaj Atıklarının Kontrolü Yönetmeliği	30.07.2004 / 25538
Atık Pil ve Akümülatörlerin Kontrolü Yönetmeliği	31.08.2004 / 25569
Tehlikeli Atıkların Kontrolü Yönetmeliği	14.03.2005 / 25755
Bitkisel Atık Yağların Kontrolü Yönetmeliği	19.04.2005 / 25791
Tıbbi Atıkların Kontrolü Yönetmeliği	22.07.2005 / 25883
Ömrünü Tamamlamış Lastiklerin Kontrolü Yönetmeliği	25.11.2006 / 26357
Atıkların Ek Yakıt Olarak Kullanılmasına Uyulacak Genel Kurallar Hakkında Tebliğ	22.06.2005 / 25853

Öztürk, İnşaat/Yıkıntı Atıkları başlıklı çalışmasında, Türkiye genelinde üretilen yapısal atık miktarına ilişkin net veriler bulunmamakla birlikte yılda üretilen evsel ve yapısal katı atık miktarının yaklaşık 38 milyon ton olduğu belirtmektedir [12].

TÜİK’in internet sitesinden alınan verilere göre 2010 yılında düzenli depolama tesislerine getirilen 14.320.433 ton tehlikesiz atığın 20.563 tonunu yapısal atıklar oluşturmaktadır. Aynı kaynakta yakma tesislerine getirilen 39.640 ton atığın iki tonu yapısal atık olarak gösterilmiştir. Ancak düzensiz depolanan yapısal atık miktarı bilinemediği için, toplamda oluşan yapısal atık miktarına ilişkin bilgi vermek de olası değildir [2].

Ulusal Geri Dönüşüm Strateji Belgesi ve Eylem Planı’nda 2014-2017 yılları arasında mevcut durumda yapısal atık miktarının 4-5 milyon ton/yıl olduğu tahmin edilmektedir. 6306 sayılı “Afet Riski Altındaki Alanların Dönüştürülmesi Hakkında Kanun”un yürürlüğe girmesiyle birlikte sayıları artacak olan kentsel dönüşüm uygulamaları ile birlikte inşaat ve yıkıntı atıkları miktarının ilk 3 yıl boyunca yıllık hedefin %40’ı esas alınarak 10 milyon ton/yıl ve geri kazanılacak malzeme miktarının 6 milyon ton/yıl civarında oluşacağı öngörülmektedir. Avrupa ülkelerinin ve Türkiye’nin Tablo 2’de yapısal atık miktarları ve yakılan atık oranı seviyesi gösterilmektedir. [11].

Tablo 2. Avrupa ülkelerinde ve Türkiye’de yapısal atık üretimi, düzenleme, [11, 2].

Ülke	Almanya	İngiltere	Fransa	İtalya	İspanya	Hollanda	Belçika	Avusturya	Portekiz	Danimarka	Yunanistan	İsviçre	Finlandiya	İrlanda	Türkiye
Yapısal Atık Miktarı (milyon ton)	59	30	24	20	13	11	7	5	3	3	2	2	1	1	10
Yakılan yada Atık Alanına Bırakılan Atık Oranı (%)	83	55	85	91	>95	10	13	59	>95	19	>95	79	55	>95	6

Coşkun ve Öztürk’ün Katı Atık Yönetimi Konusunda İnşaat Sektörü Paydaşlarının Algılamaları: Hatay İli Örneği başlıklı çalışması kapsamında, inşaat sektöründeki karar verici rolde bulunan kamu kuruluşu olarak belediyelere, özel sektörden yüklenici firmalara ve yapı denetim kuruluşlarına anket yapılmıştır. Anket çalışmasında, yapım sırasında ve yıkım sonrasında ortaya çıkan katı atıkların yönetimi konusunda algılamaların belirlenmesi ve farkındalığın ortaya konulması amaçlanmış olup gerek kamuda gerekse özel sektörde konu ile ilgili farkındalık düzeyinin düşük olduğu gözlenmiştir. Sonuç olarak, çevreye duyarlılık ve geri dönüşüm konusunda bazı yasal düzenlemelerin olmasının yükleniciler, belediyeler ve denetim firmaları gibi ilgili tarafların konuya daha ciddi yaklaşımını sağlayacağı belirtilmiştir [3].

Yapılan anket çalışmalarında; yapı üretimi aşamasında en fazla oluşan yapısal atık türlerinin neler olduğunu Tablo 3’te belirtilmiş olup; belediyelerin %88’i hafriyat toprağı, %55’i tuğla-kiremit, %22’si beton, %33’ü metal ve %11’i ahşap cevabı vermiştir (Tablo 6). Burada en fazla çıkan atık türünün hafriyat toprağı olduğu görülmektedir. Dolayısı ile öncelikle kazı sonucu çıkarılacak hafriyat toprağının yönetimi konusunun planlanması gerektiği görülmektedir. Ayrıca beton ve metal atıklarının da ciddi bir miktar olduğu ve bu atıkların da düzenli depolanması ve geri dönüşüme kazandırılması hususunda planlamalar yapılması gerektiği göz önüne alınmalıdır. [3].

Tablo 3. “Yapı üretimi aşamasında en fazla oluşan yapısal atık türleri nelerdir?” sorusuna gelen yanıtlar [3]

Soru Şıkkı	Belediyeler	Yükleneciler	Yapı Denetim Firmaları
Hafriyat Toprağı	88%	61%	88%
Tuğla - Kiremit	55%	46%	55%
Beton	22%	38%	22%
Metal	33%	23%	55%
Ahşap	11%	7%	44%

Osmani, mimarın, atıkların azaltılmasına yardımcı olmada belirleyici bir rol oynadığını belirtmiş, yapısal atıkları en aza indirmeye yönelik yaptığı çalışmada inşaat atıklarının yaklaşık üçte birinin tasarım kararlarından kaynaklandığını saptamıştır [13].

Coşgun, Güler ve Doğan ise çalışmalarında, tasarım aşamasında tasarımcının rolünü irdelemiş ve yapısal atıkların oluşumunun önlenmesi ve geri dönüşümünün sağlanabilmesi için en önemli faktörün tasarım aşaması olduğu sonucuna varmıştır [9].

Dünya genelinde atık azaltmaya yönelik çalışmalar yapılmaktadır. Konunun önemi ve sorunun büyüklüğü dikkate alındığında yapısal atık önleme/azaltmaya yönelik ulusal/uluslararası düzeyde araştırmacılara ve kurumlara ait çalışmalar yapıldığı görülmektedir. Konu ile ilgili yapılan çalışmalar incelenirken yapısal atık yönetimini hedefleyen çalışmalar olmalarından dolayı uluslararası düzeydeki SMARTWaste Plan, C2C, WRAP, Dow, dünya genelindeki yaygın kullanımından dolayı LEED ve BREEAM, yerel düzeyde çalışmalar olmaları nedeniyle HSE ve SEPA seçilmiş ve irdelenmiştir. Ulusal düzeydeki zorunluluklardan Hafriyat Toprağı, İnşaat ve Yıkıntı Atıklarının Kontrolü Yönetmeliği, yapısal atıklara ilişkin en kapsamlı yasal düzenleme olması nedeniyle ele alınmıştır.

SMARTWaste Plan olarak bilinen yapısal atıkların tasarım sürecinde önlenmesine/azaltılmasına destek veren çalışma; maliyeti 300.000£ ve üzerindeki bütün yapımlar için 6 Nisan 2008 tarihinde İngiltere Hükümeti'nin yayınladığı yasa ile "Yapı Alanı Atık Yönetim Planı" hazırlamayı zorunlu hale getirilmiştir. Dört bileşenli SMARTWaste'in (SMARTStart, SMARTAudit, BREMAP, SMARTWaste Plan) bir bileşeni olan SMARTWaste Plan, kullanıcılara yapı alanı atık yönetimi konusunda rehberlik eden interaktif bir araçtır [14].

İnşaat veya yıkımın çevresel etkileri söz konusu olduğunda, yapım sürecinde zaman ve ekonomik tasarruf sağlanırken, atık yönetimi ile bu sürecin sürdürülebilir hale gelebileceğini anlamak önemlidir. SMARTWaste interaktif araç yüzü ile yapım süresince kullanılan, yapımda rol alan kuruluşlar ve taşeronlar ile ilgili bilgilerin girildiği müşteri veya asıl yüklenicinin rapor ve analiz yapması için, eğilimleri ve iyileştirme alanlarını tanımlamak gibi bilgilerin kayıt altına alınabileceği bölümler içermektedir.

C2C (Cradle to Cradle/Beşikten Beşiğe) yaklaşımı "atık" kavramını bütünüyle ortadan kaldırmak isteyen mimar William McDonough ve kimyager Michael Braungart tarafından 2002 yılında geliştirilmiştir [15]. McDonough ve Braungart, yaşamlarının sonunda araziye gömülen "beşikten mezara" kullanılan ürünler yerine, kapalı döngülerde devridaim yapan ürünler tasarlayarak "beşikten beşiğe" kullanımı benimsemiştir. McDonough ve Braungart'a göre kapalı döngülerde devamlılığı sağlanan ürünlerin değerleri ekosistemlere zarar vermeksizin artmaktadır. Geri dönüşümü olan ürün kullanımının desteklendiği C2C yaklaşımı

“Beşikten Beşiğe” ilkesine uyan ürünü ya da sistemi sertifikalandırmak amacıyla kullanılmaktadır [16].

WRAP (Waste & Resources Action Programme/Atık ve Kaynaklar Eylem Programı) adıyla kaynak kullanımı konusunda danışmanlık yapan kurum 2000 yılında kurulmuştur. İngiltere, İskoçya, Galler ve Kuzey İrlanda’da verimliliğinin artırılmasıyla atıkların azaltılması konusunda inşaat sektörüne destek veren bir programdır.

The Built Environment Knowledgebase, 2002 ve 2014 yılları arasında WRAP tarafından sektörlerin ve ticaret kurumlarının işbirliğiyle, yapım aşamasında tüm bilgilerin kayıt altına alındığı ve bir rehber niteliğinde olan bir ara yüz geliştirerek işletmelerde daha fazla kaynağın verimli hale getirilmesini sağlamayı amaçlamıştır. WRAP programı ile birlikte Built Environment Commitment ve Halving Waste to Landfill (HW2L) gibi alt programların geliştirilmesi ve uygulanmasıyla büyük bir çevresel değişime yol açmıştır [17].

DoW (Designing out Waste/Atık Oluşmayan Tasarım) atık oluşmayan tasarım için kullanılan interaktif ara yüzde geri dönüşümün ve yeniden kullanımın öncelikli olduğu, tasarımda esnekliğin ön planda tutulduğu yapı sökümünü amaçlayan, verimli atık üretimi benimsenen WRAP tarafından yapılmış bir diğer çalışmadır. Dow ile yapı üretim sürecinde karşılaşılabilecek sorunlar tahmin edilebilmekte, yapılacak işler ve proje üzerindeki etkileri tanımlandıktan sonra performansı ölçen bir raporlama elde edilebilmektedir [18].

LEED (Leadership in Energy and Environment Design/Enerji ve Çevresel Tasarımda Liderlik) olarak bilinen, çevresel etkiyi değerlendirmek amacı ile USGBC (The U.S. Green Building Council/Birleşik Devletler Yeşil Yapı Konseyi) tarafından geliştirilmiş sertifikasyon programı yapı üretim sürecinde yapısal atıkların önlenmesine/azaltılmasına yönelik bilgiler içermektedir. İnşaat ve Yıkıntı Atığı Planlaması alt başlığında malzemelerin yeniden kullanılarak geri kazanılması ile geri dönüşüm sırasında yapısal atıkların bertaraf ve yakma tesislerine gönderimini azaltmaya yönelik öneriler geliştirilmiştir. Yapı ürünlerinin geri dönüştürülmesinin ya da yeniden kullanımının atık türü ayrımı yapılmaksızın önemsendiği görülmüştür [19].

BREEAM (BRE Environmental Assessment Method/Yapı Araştırma Kurumu Çevresel Değerlendirme Yöntemi) 1990’da İngiltere’de kullanılmaya başlanan, daha sonra dünyanın birçok ülkesinde benimsenen bir sertifikasyon sistemidir ve yapısal atıkların önlenmesine/azaltılmasına yönelik bilgiler içermektedir. Yapı üretim sürecinin kayıt altına alındığı çevrimiçi interaktif ara yüz ile uluslararası ölçekte bir veri tabanı oluşturulmaktadır. BREEAM’da yapı ürünlerinin geri dönüştürülmesinin ya da yeniden kullanımının atık türü ayrımı yapılmaksızın önemsendiği görülmüştür [20].

HSE (Health and Safety Executive/Sağlık ve Güvenlik Yönetimi) İngiltere Hükümeti ile bağlantılı olarak iş sektörlerindeki sağlık ve güvenliği ön planda tutan bir kurumdur. HSE inşaat sektöründe, atık yönetimi ve geri dönüşüm endüstrisinde sağlığı ve güvenliği geliştirmeye yardımcı olacak bilgi ve öneriler sunmaktadır. Buna göre atıklar;

- Toplamak; atıkların uygun şekilde toplandığı evre,
- İşleme/Sıralama; atıkların ayrıştırılarak yeniden kullanılabilen atık oluşturulan evre,
- Atıkların bertarafı/enerji elde etme; geri dönüştürülebilen atıklar ayrıştırıldıktan sonra atıkların bertarafını içeren evre

olarak üç aşamada azaltılabilir [21].

HSE'nin 2015'te oluşturduğu Yapım Aşaması Planı (Construction Phase Plan), yapım süresince yasalara uygun bir şekilde çalışılabilmesini sağlayan rehber niteliğinde bir planlama ara yüzü oluşturarak -dolaylı biçimde- yapım sürecinin de kayıt altına alınmasını sağlamaktadır [21].

SEPA (Scottish Environment Protection Agency/İskoç Çevre Koruma Ajansı), İskoçya Hükümeti ile dolaylı olarak bağlantılı olup, İskoçya'nın doğal kaynaklarının sürdürülebilir şekilde kullanılmasını, korunmasını sağlamak; çevre ve insan sağlığının korunmasına ve ekonomik büyümeye katkıda bulunmak amacı ile kurulmuştur.

SEPA dünyanın doğal kaynaklarını koruyabilmek için atık yönetiminin önemi üzerinde durarak, üretilen atık miktarını azaltmada önemli bir adım atmıştır. Bu sebeple Zero Waste Scotland ile sıfır atık oluşumu için çalışmalar yapılmıştır. Buna göre "tüm atıklar bir kaynaktır". Sıfır atık için, atıkların çoğu işlenmekte, kalan az miktarda atık ise düzenli depolama alanlarına atılmaktadır. Böylelikle daha az atık depolama alanına gönderilmekte, daha fazla atık (kaynak) yeniden kullanılarak, geri dönüştürülerek geri kazanılmaktadır [22].

Yeni atık tesisleri, yeni yatırım ve iş fırsatları anlamına geldiğinden ve işletmeler, daha fazla kaynak (atık) verimli hale geldikçe, maliyetlerin düşürerek rekabet avantajı elde ettiğinden sıfır atık oluşumunu sürdürerek ekonomik kalkınmayı da desteklemektedir.

İskoç Hükümeti, 9 Haziran 2010 tarihinde İskoçya'nın ilk Sıfır Atık Planı'nı oluşturarak veri toplama, işleme ve atıkları değerli bir kaynağa dönüştürmek için destek ve bilgilendirme sunan bir ara yüz geliştirmiştir [22]. Böylece atıkların kayıt altına alınması sağlanmaktadır.

Hafriyat Toprağı, İnşaat ve Yıkıntı Atıklarının Kontrolü Yönetmeliği'nde kazı toprağı ve yapısal atıkların yerinde azaltılması, toplanması, geçici biriktirilmesi, taşınması, geri kazanılması ve yok edilmesine yönelik çevreye zarar verilmemesi önemsenerek genel kurallar yer almaktadır [10].

Yönetmelikte, atık oluştuktan sonra ne yapılacağını belirten hükümler yer almaktadır.

Uluslararası yapılan çalışmalarda yapı üretim sürecinde oluşacak yapısal atıkların doğrudan ve dolaylı olarak kayıt altına alınarak atık oluşumunu önlemeye/azaltmaya yönelik çalışmalar yapılmış olmakla birlikte ulusal çapta;

- Konuyla ilgili doğrudan bir çalışmanın olmaması,
- Yapısal atık önlemeye/azaltmaya ilişkin zorunlulukların, denetimin ve yaptırımların uygulanabilirlik seviyesinin yetersizliği,
- En az atık ilkesine dayanan sertifika sistemlerinin kullanımının zorunluluk yerine gönüllülük kapsamında olması,
- Yapı üretim sürecinde bulunan tasarımcı, mühendis, uygulayıcı, ürün üreticisi ve yapı kullanıcılarının yapısal atıkları önleme/azaltma konusunda bilgi ve bilinç eksikliği,
- En az atık ilkesinin önemsenmemesi

gibi nedenlerle yapısal atıkların oluşması önlenememektedir.

Konu ile ilgili kaynaklarda yapısal atıkların önlenmesi/azaltılması için uluslararası çapta yapısal atık ilkesinin önemsendiği ve yapı üretim aşamasında atık oluşturabilecek tüm eylemlerin ve katılımcıların yer aldığı yaklaşımlar olduğu ancak ulusal çapta bu konuda çalışmaların olmadığı görülmüştür.

1.1.1. Problem Cümlesi

Tasarım sürecinde yapılan hatalar, yapı üretim aşamasında uygulama ve denetim ekibinin sayı ve bilgi olarak yetersizliği, ürün seçimindeki yanlışlar, ürünün şantiyeye taşınması sırasında yaşanabilecek aksaklıklar nedeniyle oluşan yapısal atıklar ve bu atıkların kayıt altına alınmaması, yönetimi için bir yaklaşımın olmaması önemli bir problemdir.

1.1.2. Alt Problemler

Yapısal atık önleme/azaltma konusunun yapının üretim sürecinde rol alan kişi veya kurumlar tarafından önemsenmemesi, bu kişilerin/kurumların atık yönetimi konusunda yeterli bilinçte olmaması ise bir diğer problemdir.

1.2. Araştırmanın Amacı

Çalışmanın temel amacı; yapı üretim sürecinde yapısal atıkları önlemek/azaltmak amacı ile öncesinde yapısal atıklarının oluşum nedenlerinin belirtilmesi ve bu durumun sonucunda oluşabilecek yapısal atıkların yönetilerek en aza indirgenebilmesi için tüm sürecin kayıt altında alındığı bir yaklaşımının oluşturulmasıyla atık yönetiminin geliştirilmesini sağlamaktır.

Çalışmanın alt amacı ise; yapı üretim sürecinde yapısal atık önleme/azaltma konusunun bu süreçte rol alan kişi veya kurumlarca önemsenmesini sağlayarak bilinç düzeyinin artmasına katkıda bulunmaktır.

1.3. Araştırmanın Önemi

Yapı üretim sırasında ortaya çıkan yapısal atıkların en aza indirgenmesinin sağlanması için; atık oluşum nedenlerinin belirlenerek oluşan atığın kayıt altına alınabildiği bir yaklaşımla;

- Sağlıklı doğal çevrenin oluşacağı,
- Canlı sağlığının korunacağı,
- Doğal kaynakların korunmasının sağlanacağı,
- Ülke ekonomisine katkı sağlanacağı,
- Bilinçli tasarımcı, uygulama ekibi ve yönetim ekiplerinin sayısının artarak

en az atık ilkesine verilen önemin artacağı

düşünülmektedir.

1.4. Varsayımlar

Yapının tasarım sürecinin doğru bir şekilde tamamlanması, uygulama ekibinin sayıca ve bilgi olarak yeterli olması, uygulamanın yönetimi/denetimi için doğru ekibin oluşturulması, ürün seçiminin doğru yapılması, ürünün şantiyeye taşınması ve depolanması sırasında yaşanabilecek aksaklıkların çözülebilmesi için önceden alınabilecek önlemlerin tanımlanması, tüm sürecin kayıt altına alındığı bir yaklaşımın oluşturulmasıyla yapı üretim sürecinde oluşacak yapısal atık miktarı en aza indirgenebilir.

1.5. Sınırlılıklar

Çalışma;

- Atık türlerinden biri olan yapısal atıkların seçilmesi,
- Yapı yaşam süreçlerinden (üretim, kullanım, sökülüm/yıkım) birisi olan üretim süreci ve bu süreçte oluşacak atıkların incelenmesi

ile sınırlandırılmıştır.

Yapı üretim sürecinde oluşacak yapısal atıkların yönetimi konusu da çalışma kapsamına alınmıştır.

1.6. Yöntem

Yöntem olarak; çalışmanın amacı ve sınırlılıkları doğrultusunda; yapısal atık yönetimi, yapısal atık önleme/azaltma ve yapı üretimi konusıyla ilgili makale, kitap, tez çalışması, internet kaynakları incelenerek tez kapsamında ele alınan konular araştırılmıştır. Yapı üretim sürecindeki yapısal atık oluşum nedenleri ve oluşacak yapısal atıkları önlemeye/azaltmaya ilişkin dünyada ve Türkiye’de yapılmış çalışmalar irdelenmiştir. Yapı üretim sürecinin ve süreç sonunda oluşan yapısal atıkların kayıt altına alındığı bir yaklaşımla yapısal atıkları en aza indirgeyebilecek öneriler geliştirilmiştir.

BÖLÜM 2

YAPI ÜRETİM SÜRECİ VE YAPISAL ATIK

Bu bölümde öncelikle yapı üretim süreci tanımlanacak, yapı üretim sürecinin alt süreçlerinden bahsedilerek bu alt süreçlerin yapısal atık ile ilişkisi irdelenecek ve yapısal atık oluşum nedenlerinden bahsedilecektir.

2.1. Yapı Üretim Süreci

Araştırılan kaynaklarda, yapı üretimi kavramına ilişkin çeşitli tanımlar yer almaktadır. Salgın, bu süreci; tasarım sürecinin tamamlanmasından sonra başlayan, anamal, işgücü ve doğal kaynakları kullanarak yapının fiziksel olarak gerçekleştirildiği alt süreçleri barındıran, yapının kullanımına geçilmesiyle sonlanan bütünlük bir süreç olarak tanımlamıştır [2]. Güler ve Coşgun'a göre bu süreç, tamamlanan uygulama projesine göre yapının gerçekleştirilmesi ve kullanıma hazır duruma getirilmesi etkinlikleridir [23]. Mutluay yapı üretim sürecini; girdilerinin, sürecin çıktısı olan mimari ürüne dönüştürülme etkinlikleri olarak tanımlamıştır [24]. Bu bağlamda tez çalışması kapsamında yapı üretim süreci; tasarımın uygulanmaya başlandığı evre olarak ele alınmıştır.

Yapı üretim süreci, mal sahibi veya yatırımcının belirli bir ihtiyacını karşılamak ya da bir yatırım yapmaya karar vermesiyle başlar. Bu süreçte yatırımın ekonomik ya da teknik boyutlarını araştıran bir yapılabirlik çalışması gerekebilir. Projeye başlanmasına karar verildikten sonra mimari, statik, betonarme, elektrik, tesisat projeleri oluşturulur ve devamında bu projelerin gerekliliklerini ve koşulları açıklayan “şartnameler” hazırlanır. Daha sonra projedeki ölçüler ve piyasa rayiç bedelleri dikkate alınarak yaklaşık maliyet hazırlanır. Son olarak mal sahibi uygulamayı kendisi yapar ya da ihale yoluna başvurarak yüklenici firmayı seçebilir. Bu işlemlerin her birinin kendinden sonra gelen süreçlerle doğrudan ilgisi bulunmaktadır. Dolayısıyla zincirleme bir bütünlük düşünülürse, zinciri oluşturan her halka kendinden sonraki işlem için büyük önem taşımaktadır. En baştaki işlemlerin kalitesi sürecin bütününe kalitesini belirlemektedir.

Yapı üretim sürecinin katılımcıları;

- Mal Sahibi/Mal Sahibi Temsilcisi
- Ana Tasarımcı – Alt Tasarımcılar

- Ana Yüklenici – Alt Yükleniciler

olarak sıralanabilir.

Mal Sahibi/Mal Sahibi Temsilcisi; yapımı gerçekleştirme hakkını elinde bulunduran, gerekli finansmanı temin ederek projenin gerçekleştirilmesinde kullanılan mal ve hizmetleri tedarik eden, sonuçtaki ürünü teslim alarak yasalar çerçevesinde kullanma hakkına sahip olan gerçek ya da tüzel kişi olarak tanımlanabilir [25]. Mal sahibi temsilcisi ise mal sahibi tarafından çeşitli yetkilerle donatılarak kendisini temsil etmekle görevlendirilen ve bu yetkiler çerçevesinde mal sahibi adına hareket ederek projeyi yöneten katılımcıdır.

Ana Tasarımcı – Alt Tasarımcılar; mal sahibi tarafından belirlenen işlevi yerine getirecek yapım için gerekli tüm parçaları ve bu parçalar arasındaki ilişkiyi, arsanın durumunu, yönetmelikleri, teknolojik sınırlamalar dahilinde nasıl bir araya getirileceğini tarif eden çizimleri, görselleri ve şartnameleri hazırlayan katılımcıdır. Yapı üretim sürecinin sağlıklı bir şekilde gerçekleşmesi için mimari, statik, elektrik ve mekanik sistem tasarımcılarının bir arada ve eş güdümlü biçimde çalışması önemlidir.

Ana Yapımcı – Alt Yükleniciler; yapının üretimi için gereken ürün, işçilik, ekipman gibi üretim faktörlerini temin eden ve bu kaynaklarla gerçekleştirilen işleri çizimler ve şartnamelere göre sonuca dönüştüren katılımcıdır.

Yapının Üretim Sürecinin Alt Süreçleri:

Yapı üretim süreci; işveren tarafından yapıma başlama onayı verilmesi ile başlamaktadır. Proje hazırlıkları ve onayları tamamlandıktan sonra yapının gerçekleştirilmesi için çalışmalar yapılır. Öncelikle güvenlik önlemleri alınarak yapı alanı hazırlanır. Yapı alanında eğer mevcutta bina var ise yıkılır ve inşaat atıkları belediyenin anlaştığı atık bertaraf firmaları aracılığıyla yapı alanından uzaklaştırılır. Yapı üretimi süresince kullanılacak geçici yapılar oluşturulur. Ardından çevre düzenindeki yollar ve bina kotları dikkate alınarak kazı işleri yapılır. Bu süreç projedeki kazı dolgu dengesi dikkate alınarak yapılmalıdır. Yapı üretimi sırasında kullanılacak ürünler şantiyeye taşınır ve planlanan yerlerde depolanır. Projeye uygun bir şekilde kaba yapıma ardından ince yapıma başlanır. Sonrasında uygulama kontrolü yapılarak bir problem olmaması halinde bina temizliğine başlanır ve çevre düzeni de oluşturularak süreç tamamlanır.

Yapı üretim sürecinin alt süreçleri;

- Yapı alanının hazırlanması,
- Kaba yapım süreci,
- İnce yapım süreci,
- Çevre düzeninin yapılması

olarak sıralanabilir.

2.1.1. Yapı Alanının Hazırlanması

Şantiye (construction site), yapım işlerinin yürütüldüğü alana verilen isimdir. Şantiye, zaman ile sınırlı bir işletmedir ve süresi sözleşme ile belirlenmiştir. Ancak süre uzatımları ile yapım süresi uzayabilir [25]. Şantiye, yapım alanıdır [26]. Şantiye; planlanan yapının yerinde kurulan, yapım sürecine ilişkin işlerin görüldüğü, yapım için gerekli araç ve gereçlerin bulunduğu, ürünlerin depolandığı, işin büyüklüğüne göre işçilerin barınma, yemek gibi kişisel ihtiyaçlarını görebileceği geçici yapıların olduğu ve yapım işinin gerçekleştiği alandır.

Yapı alanının hazırlanması süreci; yapım süresince kullanılacak geçici yapıların oluşturulması, çalışmalar sırasında gerekecek elektrik, su, yol vb. altyapının hazırlanması, yapı alanında gerekli güvenlik önlemlerinin sağlanarak yapı alanının çevrelenmesi işlemlerini kapsamaktadır.

Yapı alanı içerisinde mevcutta bir bina varsa bu süreçte; yeni tasarıma katılımı sağlanarak yıkılmadan kullanılması sağlanabilir, kısmi kullanım sağlanarak kısmi yıkım gerçekleştirilebilir ya da tamamı yıkılabilir. Oluşan atıklar belediyenin anlaşığı atık bertaraf firmaları aracılığı ile yapı alanından uzaklaştırılır.

Bu işlerin ardından yapı alanında geçici yapılar oluşturulur. Vaziyet planına göre bina yerleşimleri, yapım sırasındaki taşıma ve dolaşıma dikkat edilerek yerleşim planı taslağı hazırlanır. Vinçin konumlanması, malzeme depo sahası ve yolları, elektrik trafosu, su deposu sirkülasyon alanları dikkate alınarak oluşturulur. Yapı alanında çalışacak işçi sayısına göre barınma yerleri, yemekhane, banyo, tuvalet yapılarına, teknik kontrol ve yönetim için yapılara ihtiyaç duyulur. Bu yapılar genellikle geçici olup yapı üretiminin tamamlanmasıyla birlikte kaldırılır. Ticari amaçla yapılan yapıların tanıtımının yapılabilmesi için yapı tanıtım (showroom) alanına gereksinim olabilir. Bu alan bazen bina yapımı sona erdikten sonra fonksiyon değişikliği yapılarak değerlendirilebilir, bazen de geçici bir yapı olarak planlanıp üretim aşaması sona erdikten sonra yıkılır.

Yapının kazı işlerine başlamadan önce güvenlik önlemleri alınır. Kazı yüzeyleri korunur ve toprak kayması olmaması için desteklenir. Bu süreçte kazı yapılan alanın kuru tutulması gerekmektedir. Yapı alanı hazırlık sürecinde yüzeysel kazı ve derin kazı yapılır.

Yüzeysel kazı; yüzeysel kazı toprağın 1-1.5 metre düzeyinde yapılan çalışmalardır. Yüzeysel kazı sırasında yapı kaynaklı atıkları, toprak, bitki vb. gibi organik atıkları bünyesinde barındırabilir.

Yüzeysel kazı çalışmaları sırasında ortaya çıkan atıklar;

- Organik ve bitkisel atıklar ise öncelikle değerlendirilmeli, yapım sırasında değerlendirilmeyecek ise yok edilmelidir.
- Değerlendirilemeyecek atıklar yapı alanından uzaklaştırılmalıdır.

Derin kazı; yapılaşma etkinliklerinde 1.5 metreden daha derin yapılan kazılardır. Kazılar genellikle yapıların temel kazıları ya da söküm – yıkım çalışması sonrasında alan temizleme çalışmaları için gerçekleştirilmektedir. Kazı sırasında açığa çıkan atıklar derin kazı atıkları olarak tanımlanmaktadır.

Derin kazılarda;

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

atıkları ile karşılanabilir [27].

Çevre ve Şehircilik Bakanlığı'nca yayınlanan yönetmelikte hafriyat tanımı şu şekilde yapılmıştır; “Ekskavatör skreyper buldozer traskavatör v.b. gibi makineler ile kazının yapılması, taşıtlara yüklenip 25 mt'ye kadar taşınması, boşaltılması veya dolguya serilmesi veya imalat, inşaat yapıldıktan sonra kazı yerinde kalan boşlukların doldurulması, kazılan yerin taban ve yan cidarlarının ve depo veya dolgunun kabaca düzeltilmesi işidir” [28]. Kazı işleri için Çevre ve Orman Bakanlığı tarafından 2004'de bir yönetmelik yayınlanmış olup, bu yönetmelik; “Hafriyat toprağı ile inşaat ve yıkın aklarının çevreye zarar vermeyecek şekilde öncelikle kaynaktan azaltılması, toplanması, geçici biriktirilmesi, taşınması, geri kazanılması, değerlendirilmesi ve bertaraf edilmesine ilişkin teknik ve idari hususlar ile uyulması gereken genel kuralları düzenlemektedir” [28].

Bu yönetmeliğe göre; hafriyat toprağı, inşaat ve yıkıntı atıklarının yönetimine ilişkin genel ilkeler şunlardır;

- Atıkların kaynağında en aza indirilmesi esastır.
- Bu atıkların yönetiminden sorumlu kişi, kurum/kuruluşlar, atıkların çevre ve insan sağlığına olabilecek zararlı etkilerinin azaltılması için gerekli tedbirleri almakla yükümlüdürler.
- Hafriyat toprağı ile inşaat/yıkın atıklarının geri kazanılması ve özellikle alt yapı malzemesi olarak yeniden değerlendirilmesi esastır.
- Hafriyat toprağı ile inşaat/yıkım aklarının karıştırılmaması esastır.

- Sağlıklı bir geri kazanım ve bertaraf sisteminin oluşturulması için akların kaynağında ayrılması ve "seçici yıkım" esastır.
- Hafriyat toprağı ile inşaat/yıkın ağı üreticileri, aklarının bertaraf için gerekli harcamaları karşılamakla yükümlüdürler [28].

2.1.2. Kaba Yapım Süreci

Bir binayı dış etkenlere karşı koruyup ayakta tutan temel, ana ve ara duvarlar, kiriş, kolon, çatı gibi yapı elemanlarının yapıldığı sürece kaba yapım denir.

Yığma (masif) Yapılar: Binalardaki döşeme ve çatı gibi yatay yükleri, iç ve dış duvarlar tarafından taşınarak temele nakledilecek şekilde yapılan yapılardır. Bu tür yapılarda yükün tamamını duvar taşıdığı için, yapının bazı bölgelerindeki duvarların değiştirilmesi veya iptal edilmesi tehlikeli ve zordur. Ahşap yığma ve taş yığma olarak ikiye ayrılırlar.

Karkas İskeletli Yapılar: Bu yapılarda yükü taşıma ve aktarma işlemi belirli bir sıraya göre oluşturulmalıdır. Döşeme ve çatı kendi ağırlıklarını ve üzerlerine gelen yükleri yatay taşıyıcı elemanlar olan kirişlere iletirler. Daha sonra kirişler bu yükleri, üzerine oturdukları düşey taşıyıcı elemanlara yani kolonlara iletirler. Kolonlar ise bu yükleri temele iletirler. Yapıdaki bu sistem sayesinde kolonlar arasında boşluklar oluşur. Bu boşlukları kapatmak ve yapıyı bölmelere ayırmak için tuğla veya gaz beton bloklarından duvar örülür.

Ahşap İskeletli Yapılar: Yatay ve düşey taşıyıcı elemanları ağaçtan yapılan bir yapı türüdür.

Betonarme İskeletli Yapılar: Yatay ve düşey taşıyıcı sistemi betonarme yapı elemanlarından oluşan yapı türüdür.

Çelik İskeletli Yapılar: Yatay ve düşey taşıyıcı elemanları çelikten yapılan yapılardır. Bu elemanlar çeşitli cins ve ebatlardaki, profil ve levhalardan; kaynak, cıvata ve perçin gibi birleştirme yöntemlerinden yararlanılarak oluşturulurlar.

Prefabrike Yapılar: Binanın taşıyıcı sistemini oluşturan yapı elemanları, yapı alanında birleştirilebilecek şekilde önceden hazırlanan yapı türüdür. Hafif ve ağır prefabrike olmak üzere ikiye ayrılırlar.

Kaba yapım süreci yapımın tipine göre değişiklik göstermekte olup yaklaşım önerisi betonarme iskeletli yapılar için yapılmıştır. Diğer yapı türleri için de yapım sürecinde yapılacak değişiklik ile birlikte kullanılabilir.

Bu süreç yapım sırasına göre;

- Temel altı grobeton yapılması,
- Temel izolasyonu yapılması,
- Temel kalıbı ve demir donatı yapılması,
- Hazır beton ile temel yapılması,
- Temel drenajının yapılması,
- Temel elektrik topraklanması,
- Bodrum kat perde duvar kalıp, demir ve beton işleri,
- Bodrum kat toprak altı perdelerinde su izolasyonu,
- Zemin kat kalıp, demir ve beton işleri,
- Çatı yapılması,
- Kiremit çıtalarının ısı izolasyonu levhaları üzerine çakılması,
- Kiremit döşenmesi,
- Yağmur oluklarının ve yağmur inişlerinin yapılması,
- Dış ve iç duvarların yapılması,
- İskele kurulması,
- Dış sıvaya başlanması,
- İçeride su, elektrik, kalorifer, telefon, televizyon, sıhhi tesisata başlanması

işlerini kapsar [29].

2.1.3. İnce Yapım Süreci

İnce Yapım, kaba yapımdan sonra sıva, boya, yalıtım, temiz ve pis su tesisatı, cephe kaplaması vb. işleri kapsayan ve kaba yapıyı örten uygulamalara denir.

Bu süreç yapım sırasına göre;

- Pencerelere antipas sürülmüş profil demirden kör kasaların takılması,
- İç duvarlarda ve tavanlarda ince sıva ve kaba alçıya başlanması,
- Cephede izolasyonunun yapılması,
- Dış kapının ve pencerelerin takılması,
- Dış cephe boyası ve iskenenin sökülmesi,
- İçeride şap yapılması,

- Islak hacimlere döşeme ve duvarlara çimento esaslı sürme su yalıtımı yapılması,
 - Döşemede kaplama yapılması,
 - İçeride ince alçı ve boyaya başlanması,
 - Korkulukların montajı (projede varsa),
 - Elektrik priz ve anahtarlarının montajı,
 - Mekanik sistemlerin montajı ve testi (kombi ve radyatör),
 - Islak hacimlerde vitrifiye montajı,
 - Duvar kaplamalarının yapılması,
 - İç kapıların montajı,
 - Balkon yer döşemeleri yapılması,
 - Dolapların montajı
- işlerini kapsar [29].

2.1.4. Çevre Düzeni

Çevre Düzeni, yapım alanı içerisinde binanın dışında kalan yeşil alanlar, yaya ve araç yolları, bahçe ve istinat duvarları, havuz gibi her türlü dış mekan düzenlemesinin yapıldığı süreçtir.

Bu süreçte;

- İstinat ve bahçe duvarı kazı, kalıp, demir ve beton işleri,
- Sıhhi tesisat işleri,
- Beton tretuvar ve sert zemin işleri,
- Sert zemin kaplama işi,
- Peyzaj için kırmızı toprak serilme işi

yapılmaktadır [29].

Çevre düzeni işleri kapsamında projeye uygun istinat ve bahçe duvarı kazısı yapıldıktan sonra demir ve beton işleri yapılır. Kazı sırasında çıkan hafriyat projeye göre yapılacak dolgu alanında değerlendirilir. Projede dolgu alanı yoksa yapı alanından uzaklaştırılarak belediye tarafından tanımlanmış alanlara boşaltılır. Kazı sonrasında demir işleri, sonrasında ise beton işleri yapılır. Beton işlemleri aşama aşama gerçekleştirilerek aynı kalıp birkaç defa kullanılabilir. Örneğin bahçe duvarının önce yapıya yakın olan bölümü, sonra da diğer bölümü yapılabilir.

Yapım süreci tamamlandıktan sonra yapı alanı temizliği yapılır. Yapım işlerinin tamamlanmasıyla birlikte yapı alanında, işçilerin barınma, tuvalet, duş, yemek ihtiyaçlarının sağlandığı prefabrik yapılar ve teknik birimin çalıştığı şantiye idari ofis prefabrik yapılar -modern teknoloji kullanımıyla kaynaksız vidalı sistem kullanılarak üretildiğinden- sökülüp kaldırılır.

Ticari amaçla yapılan yapıların tanıtımı için yapı tanıtım yeri (showroom) alanına gereksinim olabilir. Bu alan bazen bina yapımı sona erdikten sonra fonksiyon değişikliği yapılarak değerlendirilebilir, bazen de geçici bir yapı olarak planlanıp üretim aşaması sona erdikten sonra yıkılır. Örneğin proje kapsamında öncelikle binanın tanıtımın yapıldığı alan olarak kullanılan mahal sonrasında yönetim ofislerine, sosyal kullanım alanlarına veya ticari amaçla kullanılan birimlere çevrilebilir.

Yapının çevre düzeni yapılmadan önce kaba temizlik yapılır. Kaba temizlik sırasında yapı üretimi sırasında oluşmuş olan tüm kaba atıklar yapı alanından uzaklaştırılır. Çevre düzeni oluşturulduktan sonra ince temizlik yapılır. İnce temizlik sırasında kimyasal ve dezenfektanlar, çevre dostu reaktifler (doğada 100% çözülebilen) inşaat sonrası yüzeyler için özellikle üretilmiş ürünler kullanılmalıdır.

2.2. Yapısal Atık Oluşum Nedenleri

Ürünün hammadde edinimi sürecinde, yan ürün olarak katı, sıvı ve gaz atıklar ortaya çıkmaktadır. Yapı ürünlerinin üretimi aşamasında, sonuç ürüne ulaşmak için yapılan düzeltmeler ya da hatalı üretimler nedeniyle yapısal atıklar oluşmaktadır. Yapı ürününün uygulama aşamasında çıkan atıklar ise; ürünün alındığı yerden şantiyeye taşınması sırasında oluşabileceği gibi, şantiyede uygun depolanmaması ve mimari tasarıma uygun olmayan boyut/biçimde ürün kullanımına bağlı olarak da meydana gelmektedir. Ayrıca yapının kullanım sürecinde; bakım, onarım etkinlikleri ve değişen moda/beğeniler sonucu yapılan yıkım işlemleri yapısal atık oluşumuna neden olmaktadır [2]. Bunların dışında, kullanım ömrünü tamamlayan yapıların yıkım sürecinde, kimi zaman da kullanım ömrünü tamamlayamadan deprem, kentsel dönüşüm projeleri ve izinsiz yapılaşmanın yok edilmesi gibi nedenlerle gerçekleşen yıkımlarda tüm yapı atık haline gelmektedir [30]. Bu bağlamda tez çalışması kapsamında yapı üretim sürecinde yapısal atık oluşumu;

- Tasarımdan kaynaklı,
- Ekipten kaynaklı,
- Ürünlerin taşınması ve depolanmasından kaynaklı,
- Beklenmeyen durumlardan kaynaklı

başlıkları altında ele alınmıştır.

2.2.1. Tasarımdan Kaynaklı Yapısal Atık Oluşumu

Yapının tasarım sürecinde, ürünlerin yapıya uygulanması sırasında;

- Ürünün uygulandığı yerin boyutları ile ürünün boyutları arasında uyum sağlanamaması,
- Gereksinim duyulan ürün miktarının yanlış hesaplanması,
- Yanlış uygulama yöntemi seçimi,
- Yapı yerinde üretim yapılması,
- Yapı ya da ürün ölçeğinde geri dönüşüm/yeniden kullanım kararının olmaması

nedenlerine bağlı olarak yapısal atıklar oluşmaktadır [2].

Ürün seçimi yapılırken kullanıcı gereksinimleri dikkate alınmalıdır. Kullanıcının tasarım aşamasında etkin katılımıyla yapım sırasında oluşabilecek aksaklıkların önüne geçilebilir [2]. Aksi halde yapım sırasında kullanıcının memnuniyetsizliği veya fikrinin değişmesi yapılacak işin yinelenmesine yol açarak yapısal atık oluşumuna neden olabilir.

Kullanıcı gereksinimleri;

- Güvenlik,
- Kullanıma bağlı gereksinimler,
- Konfor,
- Sağlık,
- Kullanışlılık,
- Uygunluk,
- Esneklik

olarak sıralanabilir.

Yapı üretim sürecinde yapısal atıkların önlenmesi/azaltılabilmesi için tasarım sürecinde tasarımcıların;

- Atık konusuna önem vermesi,
- Malzeme ve ürün bilgisinin iyi olması,
- Gerekliğinde atıklar konusunda kullanıcıyı bilgilendirmesi,
- İkinci el malzeme/ürün, geri dönüştürülmüş ve/veya dönüştürülebilecek malzeme/ürün kullanımına tasarımlarında yer vermesi,

- Gelişmiş yapım sistemlere ağırlık vermesi,
- Modüler sistem kullanması,
- Uzun ömürlü ve doğa dostu malzeme seçmesi,
- Yapımcı ile iyi bir etkileşim ve iletişim sağlaması

gerekmektedir.

Tasarım sürecinde farklı proje hizmetleri arasında olması gereken koordinasyon yetersizliği de yapısal atık oluşumuna yol açmaktadır. Proje aşamasında mimari, statik, elektrik ve mekanik projeleri karşılaştırılmalı ve disiplinler arası koordinasyon sağlanmalıdır. Örneğin mekanik projede ön görülen temiz su hattı ile yangın hattı ve ya elektrik tavası tavanda çakışabilir. Yeterli kat yüksekliği yok ise proje tadilatına ve yapım sürecinde tadilata girilebilir, bunun sonucunda da yapısal atık oluşabilir.

Yapı alanına gelen ürünlerin gereksinimden fazla olması ve iadesinin yapılamaması ise ürünlerin alanda atık durumuna dönüşmesine neden olabilir. Benzer şekilde ürünlerin gereksinimden daha az olması durumunda ise uygulama tamamlanamayacaktır. Aynı ürünün bulunamaması durumunda ise o zamana kadar yapılan uygulamanın değiştirilme riski ortaya çıkabilecek ve yapısal atık oluşumu ile sonuçlanacaktır. Bu durumda oluşacak yapısal atıkları önlemek/azaltmak için, yapı için gereken bütün ürün miktarlarını belirleme işi olarak tanımlanan metraj çıkarma işinin hatasız ve gereksinimlerle uyumlu biçimde yapılması önemlidir. Metraj çıkarılırken her ürün için gereken miktarlar tam olarak hesaplanmalı, bu hesaplara fire ve yedek ürün oranları eklenmelidir [2].

- BREEAM sistemine göre tasarım aşamasında;
 - Tasarım ekibinin, atıkların türlerine göre mümkün olduğunca doğru bir şekilde paylaştırıldığını göstermek için hesaplamalar yapılmaktadır.
 - Şantiyedeki malzemeleri ayırmak için sınırlı bir alan olduğunda, geri dönüştürülebilir malzemeleri şantiye dışında ayırmak ve işlemek için ön hazırlık yapılmaktadır.
 - Mevcut binanın yıkımı yerine binanın değerlendirilebileceği yeniden kullanımının sağlandığı kısmi yıkım tasarım aşamasına dahil edilmektedir.
- DoW (Designing out Waste) sistemine göre tasarım aşamasında;
 - Yapıdaki ürünün yeniden kullanımın ve geri dönüşümün esas olduğu, yapı sökümü hedefli tasarım ve esnekliğin ön planda olduğu, verimli atık üretimi benimsenmektedir.

- Tasarımda malzeme tüketimini ve atığı azaltmak için kullanılan interaktif ara yüzde yapım süreci kayıt altına alınmakta ve karşılaşılabilecek sorunların tahmin edilmesine olanak tanımaktadır.
- SMARTWaste sistemine göre tasarım aşamasında;
 - Şantiyedeki atık maddelerin yeniden kullanımı ve geri dönüştürülmesini en üst düzeye çıkartan bir yaklaşım benimsemiştir.
 - Yapısal atığı en aza indirmek için atık hiyerarşisinin önleme, yeniden kullanım için hazırlama, geri dönüşüm, geri kazanma, yok etme aşamalarını dikkate alarak mümkün olduğunca atıkların yeniden kullanımına olanak tanıyan bir tasarım yapılması belirtilmektedir.

2.2.2. Ekipten Kaynaklı Yapısal Atık Oluşumu

Yapı üretim sürecinde uygulama ve uygulamayı denetleme ekibi görev almaktadır. Yapı alanı hazırlık süreci, kaba yapım, ince yapım ve çevre düzeni sürecinde tasarım kararlarının doğru verilmesi durumunda dahi uygulama ve denetleme ekiplerinin sayı ve bilgi olarak yetersiz olmasından dolayı yapısal atık oluşabilir.

Denetim Ekibinden Kaynaklı Yapısal Atık Oluşumu

Şantiye yönetimi uzun zaman alan bir süreçtir ve inşaat projeleri tekrarlanan bir yapıya sahip olmadığı için, problemleri ve çözümleri rutin işler değildir. Bir projenin planlama, organizasyon ve gerçekleştirme aşamaları esneklik ve uzun vadeli bakış açısı ile ele alınır [26].

Uygulama sürecinde;

- Ürün kalite denetiminin,
- Uygulama süresince denetimin,
- Ürün kalite stok denetiminin,
- Ürün kalite kayıp denetiminin

yapılması gerekmektedir.

Ürün kalite denetiminin yapılması; ürünlerin teslim alınması ve uygulama süreçlerinde gerçekleşen bir kriterdir. Küçük işlerde, uygulama sorumlusu mimar ya da mühendis, büyük işlerde bu iş için özel olarak istihdam edilen denetim şefliklerince yapılmaktadır. Temin yoluyla gelen ürünlerin gerekli sayımları yapılarak, farklılık veya hasar durumunda kural ve zorunluluklara göre hareket edilmektedir.

Uygulama süresince denetimin yapılması; projede belirtilen detay, şartname ve işlevi sağlamaya yönelik gerçekleştirilmesi amacıyla yapılmaktadır. Bileşenlerin yapım sürecindeki denetimlerinin sıklığı, yapım kalitesinin sürekliliğini sağlayacaktır.

Ürün kalite stok denetiminin yapılması için ürünler depolanırken hangi cins ürünün stoklanacağına saptanması ve ne miktarda stoğa ihtiyaç olduğuna karar verilmelidir [31]. Stok denetim sisteminin iyi işlemesi için sistemde çalışanların yeterli nitelikte eğitilmesi, ürünlerin kodlandırılmış, teknik niteliklerinin saptanması ve standart tip uygulamasının yapılması gerekmektedir.

Ürün kalite kayıp denetiminin yapılması; malzemenin ve ürünün şantiyeye eksik gelmesi, tahmin edilenden fazla kullanılması, bir kısmının kaybolması ya da farklı amaçlarla kullanılması durumunda ortaya çıkacak olumsuzlukları en aza indireyecek bir denetim sisteminin oluşturulmasıdır. Bu durumda malzemelerin, açıkça tanımlanamayan farklılıklar doğurması iki farklı hasar türünü oluşturmaktadır.

- Dolaysız hasarlar; malzemelerin yüklenmesi, boşaltılması, taşınması ve depolanması sırasında oluşan hasarların toplamıdır.
- Dolaylı hasarlar; ölçüm hatalarından, yerleştirme, üretim, uygulama hatalarından ve ihmalkârlıktan kaynaklanan maddi kayıplardır [32]. Şantiyelerdeki yapısal atık, ürün teslim alma sırasında da gerçekleşmektedir. Yapı alanlarında depolanacak ürünlerin kabulü yapılırken;
- Demir, sac vb. malzemeyi tartarak,
- Adetle belirli malzeme ve teçhizatı sayıp, irsaliyeye göre kontrol ederek,
- Kum, çakıl, mıcır, taş vb. malzemeyi, boşalmadan kamyonunda ölçerek,
- Kazan, tank, hidrofor vb. ağır ve hassas ürünlerin taşıtlardan indirilmesi sırasında hasara uğramalarına dikkat ederek

teslim alınmalıdır. Ayrıca mesai saati dışında da ürün kabulü yapmamaya özen gösterilmelidir [33].

Ürün depolanması sırasında kabulü yapan görevlinin bilinçli olması gerekmektedir. Depolama sırasında ürünün sadece (girdi-çıkıtı) kayıtlarını tutacak değil, tiplerine ve özelliklerine göre depolayacak bilgi ve yetenekte depo görevlisi bulunmalıdır.

Yapımı gerçekleştirecek nitelikli ve niteliksiz işgücü davranışları ve özellikleri, üretimin planlanan süre, maliyet ve kalitede tamamlanmasında büyük etkiye sahiptir. Bu nedenle; yapı üretim sürecinde işgücü kaynağının yönetimi; uygulamada görev alan insanların ve insan gruplarının aktivitelerinin en verimli şekilde yönlendirilmesinin sağlanmasına yönelik eylemler içermektedir. Bunlar; işgücünün süre üzerinde olumsuz sayılabilecek etkisini azaltmak amacıyla, motive edilmesi ve bu bağlamda verimliliğinin artırılması, doğru kararlarla yönetilmesidir [33]. Yapı alanında yeterli güvenlik önlemlerinin alınmaması da yapısal atığa neden olabilir.

Hırsızlık gibi güvenlik problemlerinde ürün kaybı ve kalan ürünlerin zarar görmesi nedeniyle yapısal atık oluşabilir.

Güvenlik önlemleri alınırken;

- Kurşun boru, kablo gibi paketli vitrifiyeler farklı ebatlarda ve rahat taşınabilir özelliklerinden dolayı kapalı depo alanlarında muhafaza edilmelidir.
- Şantiyenin etrafı çevrilmeli, kıymetli malzeme kapalı ve kilitli yerlerde korunmalıdır.
- Şantiyeye giriş ve çıkış bekçili tek kapıdan yapılmalı ve iş saatleri dışında şantiye içerisinde bulunulması yasaklanmalıdır.

Denetim; bir olay ya da işlemin, istenilen biçimde gerçekleşmesini sağlamak için değişkenleri düzenleme işidir [31].

Denetimin yapılabilmesi için; öncelikle denetlenecek bir çıktı, ürün, üretim olmalıdır. Çıkan ürünün performansına, işleyişine ait bilgilere sahip kişiler tarafından denetim yapılmalıdır.

Yapı üretiminde, ihtiyaca cevap verebilen en az maliyet, süre ve planlanan kalitede yapı elde etmek istenilen durumdur. Yapım denetimi yapılırken de, kaynakların maliyet, süre ve kalite özellikleri üzerine yoğunlaşmaktadır.

Denetim;

- Maliyet,
- Süre,
- Kalite

konularına dikkat edilerek gerçekleştirilmelidir.

Maliyet denetimi; süreç içerisinde üretilen yapı bileşenleri için harcanan finansal kaynaklar ile finansal planın karşılaştırılmasına dayalı bir eylemdir. Yapının üretimi sürecinde kullanılacak yaklaşık maliyete cevap verebilecek finansal kaynak miktarının belirlendiği plan üzerinden yürütülür. Tüm üretim, çıkarılan maliyet planı çerçevesi içerisinde şekillenir. Böylece denetim mekanizmasının süreç içerisinde bu yönde çalışmasını zorunlu kılmaktadır.

Süre denetimi; yapı üretim sürecinde maliyetten sonra gelen ikinci önemli kısıtlayıcı kriterdir. Üretimde süreç yapının planlanan maliyet içerisinde gerçekleştirilmesini sağlayabilecek düzeyde tutulmalıdır. Her iş kendinden sonraki işi etkilediğinden birinde yaşanan bir problem diğerine de etki eder. Örneğin yeterli nakit akışının sağlanamaması, satın almaların gerçekleştirilememesine, işçilikten ileri gelen problemler, araç-ekipman bakımlarının aksatılması üretim sırasında problemlere sebep olacaktır. Tüm bu aksaklıklar, işlerin programa paralel gitmesini engelleyecek dolayısıyla sürenin uzamasına sebebiyet verecektir [34].

Kalite denetimi; gereksinimlerin, mekânsal büyüklüklerin, malzeme ve bileşenlerin performansının ihtiyaca cevap vermesi şeklinde tanımlanmaktadır. Planlama sürecinde kaliteye yönelik denetim kriterlerinin belirlenmesiyle başlar, tasarım sürecinde fonksiyonların ihtiyaca cevap verebilirliği, uygulama sürecinde üretime katılan tüm kaynaklar, üretilen yapı bileşenlerinin planlama kararlarına ve projesine uygunluğunun kontrol edilmesiyle gerçekleştirilmektedir.

Yapı uygulama denetim ekibi uygulamaya geçmeden mimari, statik, elektrik ve mekanik projelerinin birbirleri ile uygunluklarına dikkat etmeli, bilgisayar ortamında bu projeleri karşılaştırarak özellikle sıhhi tesisat ve elektrik tesisat yerlerinin çakışmasının önüne geçmelidir. Benzer şekilde shaft boşluklarının kirişlerden geçmemesine dikkat edilmelidir.

Uygulama süresince bir işe başlamadan önce şartname ve projeye incelenerek oluşabilecek problemlerin önüne geçilebilir. Bazen süre planlama ve denetim tekniklerine rağmen, yapım süresi planladığından uzun sürebilir [35].

Buna göre uygulama sürecinde, yapım süresini olumsuz etkileyen faktörler;

- Projedeki değişiklikler,
- Nakit akışlarındaki gecikmeler,
- İşgücünün yeteri kadar teknik bilgi ve tecrübeye sahip olmamasından kaynaklanan gecikmeler,
- Malzeme, ürün, araç ve ekipman teminindeki gecikmeler,
- Alt yüklenici firmaların iş programına uyma konusundaki disiplinsizlikleri,
- Beklenmeyen durumlardan kaynaklı gecikmeler (doğal afetler, kötü hava koşulları, grev vs)

olarak sıralanabilir.

Doğru planlama ile yapısal atık miktarı azaltılabilir ve bazı atıkların geri dönüşümü de yapılabilir. Geri kazanılan bu maddelerin tekrar inşaatlarda kullanılması ile yapısal atık miktarı azaltılabilir, bu da hem çevreci hem de ekonomik açıdan olumlu bir yaklaşım olur.

Uygulama Ekibinden Kaynaklı Yapısal Atık Oluşumu

Şantiyeler; “insan emeğine bağlı ve ağır işler grubunda olması nedeniyle malzeme sarfiyatlarının yoğun olduğu yerlerdir. Sarfiyatı azaltmak maliyete olumlu yönde etki eder.” Şantiyelerde mümkün olduğunca standardizasyona gidilmeli, üretim tamamlanana kadar değişiklikler mümkün olduğunca azaltılmalıdır [26]. **Uygulama ekibinin bilinçli olması;** yapısal atık oluşumunu azaltabilir. Uygulama ekibi yapım sürecinde zorunlu olmadığı durumlarda ürün kesimi yapılmaması

gerektiği, bazı ürünlerin birkaç defa kullanılabilceği konularında bilinçli ve dikkatli olmalıdır.

Uygulama ekibinin eğitimli olması; yapısal atık oluşumunu azaltabilir. Çünkü yapım sürecinde işinde uzman ekiplerle çalışılması uygulamanın doğru yapılmasını sağlayacağından yapısal atık oluşumunu azaltabilir.

Uygulama ekibinin sayıca yeterliliği önemlidir. Yapım birbirini takip eden süreçlerden oluştuğu için bir işin zamanında bitmemesi bir sonraki süreci aksatacak, devam eden sürecin tekrarlanmasına yol açarak yapısal atık oluşturabilir.

İş programına uyum konusuna dikkat edilmelidir. Doğru işlem sıralamasına göre yapılan iş programı doğrultusunda uygulama devam etmelidir. İş programına uyulmaması durumunda yapım süreci tekrarlanabilir. Örneğin sıhhi tesisat işleri tamamlanmadan sert zemin işlemi yapılması durumunda bu işlemin yıkılıp tekrar yapılması gerekir. Bu durum yapısal atık oluşumuna sebep olacaktır.

Uygulama ve denetim ekibinin yapı üretim sürecindeki rollerinin WRAP/BIM ara yüzünde Tablo 4'te rehberlik niteliğinde olduğu görülmektedir.

Tablo 4. Farklı disiplinlerin kaynak verimliliğini sağlamada BIM kullanma örnekleri [36].

Disiplin	Kaynak Verimliliği Durumu	BIM'in Rolü (örnekler)
İnşaat Mühendisleri	Dengeleme, kazı ve doğu	BIM, kazı ve malzeme gereksinimlerini ölçmek için kazı ve dolgu hesaplamalarını destekleyerek tüm bu alanlarda yardımcı olabilir.
	Düşük etkili malzeme tedarik etmek	
	Kazı materyallerini etkili bir şekilde yönetme	
Bina Tasarımcıları	Farklı tasarım / yapısal seçeneklerin değerlendirilmesiyle malzeme kullanımının azaltılması	BIM araçları tasarımları hassalaştırmak, tasarımları koordine etmek ve çatışmaları önlemek için kullanılabilir.
	Düşük somutlaşmış karbon içeren bileşenlerin seçilmesi	BIM modelinden veriler, somutlaşmış karbon ve diğer etkileri hesaplamak için çıkarılabilir ve aynı zamanda, malzeme israfının kütlesini / hacmini ve maliyetini tahmin etmek için bir temel olarak kullanılabilir.
	Dikkatli tasarım koordinasyonu ile israfı en aza indirmek için adımlar atmak	
Şantiye Ekibi	Sahada yeniden çalışma / çatışmalardan kaçınma	BIM, net kurulumları ve güncel tasarım detaylarını sağlayarak etkili kurulum ve çatışmayı önleme desteği verirken tasarım değişikliklerini en aza indirmeye ve yönetmeye yardımcı olacaktır.
	Lojistik planlama ve teslimatların yönetimi	
	Öncelikli malzemeler için yönetim ve kurulum yöntemlerinin kurulması yoluyla atıkların en aza indirilmesi	Farklı ticaret yüklenicilerinin ve tedarikçilerin çalışmaları genel modele etkili bir şekilde entegre edilebilir.
	Enerji ve su kullanımını yerinde azaltmak	Sıralama araçları, lojistik planlamaya yardımcı olacak ve aynı zamanda saha enerji ve su kullanımı tahminlerini de bildirecektir.
	Gerçek performansın bir kaydını tutmak (ör. Kullanılan malzemeler ve ilgili somutlaşmış karbon)	BIM, teslim edilen projenin kaynak verimliliğini gösteren, yerleşik bir modeli sürdürmek için ideal bir kaynaktır.

2.2.3. Ürünlerin Taşınması ve Depolanmasından Kaynaklı Yapısal Atık Oluşumu

Uygulama ekibinin sayı ve bilgi olarak yeterli olması yapısal atık oluşmaması için yeterli değildir. Yapı üretim sürecinde ürünlerin taşınması ve depolanması sırasında oluşabilecek problemler de yapısal atık oluşumuna neden olabilir.

Ürünlerin Taşınmasından Kaynaklı Yapısal Atık Oluşumu

Ürünlerin yapı alanına taşınması sürecinde, ürünün getirildiği uzaklığa bağlı olarak kırılma, dökülme, niteliğini yitirme riskleri bulunmakta ve sonuçta yapısal atık oluşumu gözlenmektedir. Brezilya’da, 1992-1993 yılları arasında beş farklı yapı alanında ve 1996-1998 yılları arasında 69 farklı yapı alanında yapılan çalışmaların sonuçlarına göre yapım sürecinde oluşan yapısal atıkların önemli bir bölümünün taşıma eylemleri boyunca oluştuğu bilgisi verilmektedir [37]. Taşıma uzaklığına bağlı nedenlerle oluşacak atıkları önlemek azaltmak için yapı alanına yakın çevrede bulunan yerel/bölgesel ürünlerin seçimi önemlidir.

Günümüzde yapı üretiminde ürün ve bileşenlerin yapı alanı yerine fabrikalarda üretilmiş hazır ürünlerin kullanımı yapımı hızlandırması ile birlikte bazı büyük ebatlı ürünlerin taşınmasını da zorunlu kılmıştır. Bununla birlikte bazı yapı ürünleri taşınırken özel koşullar gerektirebilir. Örneğin; sıcaklığa duyarlı boya çeşitleri veya yanıcı, kolay tutuşabilir kimyasal içerikli ürünler taşınırken aracın ısısı, kapalı ve ya açık olması önem taşıyabilir.

Ürünlerin Depolanmasından Kaynaklı Yapısal Atık Oluşumu

Proje için seçilen ürünler, şantiyeye taşınacağı araca zarar görmeyecek şekilde ve şoförün görüş alanını kapatmayacak şekilde istiflenmelidir. Yapı alanına gelen ürünlerin doğrudan montajının yapılmayacağı durumda şantiyenin uygun bir yerinde, tekrar yer değiştirmeye sebebiyet vermeyecek bir yerde ve geçiş alanının dışına, yangına elektrik tesisatı dikkate alınarak istiflenmelidir. Ürünler birkaç günden fazla açık alanda bekleyecekse üzerlerine bir naylon veya branda örtülmelidir. Ürünler depolanırken zemin eğimi, kazı sınırına yakınlığı, döşemenin taşıma kapasitesi, malzemenin tipi, yangına karşı korunması hususları göz önüne alınmalıdır.

Ürün depolanması yapılırken ürünün gerektiğinde rahat bir şekilde sayımının ve ölçümünün yapılabileceği, ürün depodan çıkarılırken zarar görmeyeceği, zaman ve hava etkileri ile dağılıp bozulmayacak şekilde depolanacağı konularına dikkat edilmelidir.

Yapı alanında açık havada depolanan tuğla, kiremit, eternit, saç vb. ürünlerin depolanması yapılırken, çok el değıştirmeden kullanılabilceği yerlere yakın, taşıt ve inşaat makinalarının çarpıp ezemeyecekleri alanlar seçilmelidir.

Ürünler depolanırken ürünün zarar görmemesi ve yapısal atık oluşumunun gerçekleşmemesi için;

- Kapalı alanda depolanması gereken ürünler kapalı alanlarda,
- Açık alanlarda depolanması gereken ürün açık alanda,
- Bir araya geldiklerinde etkileşimde girebilecek ürünlerin ayrı depolanmasına,

dikkat edilmelidir.

Ürün depolanırken yapım sırasında aranılan ürünün en kısa sürede bulunabilmesi için planlı depolama yapılmalı, nem, sıcaklık ve diğer dış etkenlerden korunmalıdır. Korozyona uğrayabilecek ürünler korunarak depolanmalı, gerekirse ambalajları belirli aralıklarla yenilenmelidir.

2.2.4. Beklenmeyen Durumlarda Yapısal Atık Oluşumu

Afet; insanlar için fiziksel, ekonomik ve sosyal kayıplar doğuran, normal yaşamı ve insan faaliyetlerini durdurarak veya kesintiye uğratarak toplulukları etkileyen doğal, teknolojik veya insan yapısı kökenli olaylara denilmektedir.

T.C. İçişleri Bakanlığı Afet ve Acil Durum Yönetim Merkezi Doğal Afetleri;

- Jeolojik Doğal Afetler
 - Deprem
 - Heyelan
 - Yanardağ Patlamaları
- Meteorolojik Doğal Afetler(Hava Olayları)
 - Sel
 - Çığ
 - Fırtına
 - Kuraklık
 - Hortum

olarak gruplamıştır [38].

Yapım süreci devam ederken oluşabilecek bir doğal afet yapısal atık oluşumuna neden olabilir. Yapım aşamasının hangi aşamada olduğu bu hasar boyutunun artmasına veya azalmasına neden olur. Eğer yapım süreci henüz başlangıç aşamasındaysa zarar görebilecek ürün miktarı az olacağından kayıp da orantılı bir

şekilde az olacaktır. Ancak yapım süreci daha ileri bir boyutta ise afetin şiddetine göre kayıp miktarı orantılı bir şekilde artacaktır.

Deprem olması durumunda; afetin şiddetine göre hasar miktarı da artacak olup yapının daha çok taşıyıcı sistemine zarar verecek bir risk oluşturur. Yapım süreci birbiri ile ilişkili olduğundan kaba işler sürecinde taşıyıcı sistemde oluşan bir problem yapının ince işlerinin de hasar göreceği anlamına gelmektedir.

Heyelan olması durumunda; afetin şiddetine göre hasar miktarı da artacak olup yapının daha çok taşıyıcı sistemine zarar verecek bir risk oluşturur. Yapım süreci birbiri ile ilişkili olduğundan depremde olduğu gibi, kaba işler sürecinde yapılan taşıyıcı sistemde oluşan bir problem yapının ince işlerinin de hasar göreceği anlamına gelmektedir.

Yanardağ patlamaları; yapım süreci devam ederken şiddetli şekilde oluşursa yapım sürecini de teklife atar ve afetin şiddetine göre tüm sürecin yenilenmesini gerektirebilir, yapısal atık oluşumuna neden olabilir.

Sel olması durumunda; afetin şiddetine göre hasar miktarı da artacak olup yapının daha çok ince işler ve çevre düzenini sürecine zarar verecek bir risk oluşturur. Eğer afetin şiddeti çok fazla olursa kaba yapım süreci de hasar görebilir.

Çığ olması durumunda; yapım süreci tehlikeye girer ve yapısal atık oluşumuna neden olabilir.

Fırtına olması durumunda; afetin şiddetine göre hasar miktarı da artacak olup yapının daha çok ince işler ve çevre düzenini sürecine zarar verecek bir risk oluşturur. Eğer afetin şiddeti çok fazla olursa kaba yapım süreci de hasar görebilir.

Kuraklık olması durumunda; yapının çevre düzeni öncelikli olarak etkilenir. Kaba yapım sürecinde beton dökümü sonrası betonun sulanması gerekir kuraklıktan dolayı kaba yapım süreci de hasar görebilir ve yapısal atık oluşumuna neden olabilir.

Hortum olması durumunda; afetin şiddetine göre hasar miktarı da artacak olup afetin şiddetine göre tüm yapım süreci zarar görebilir.

BÖLÜM 3

YAPI ÜRETİM SÜRECİNİN YAPISAL ATIK İLE İLİŞKİSİ

Yapı üretim aşamasında;

- Yapının tasarımından,
- Yapı uygulama ekibinin ilgi ve deneyim eksikliğinden,
- Yapı uygulama ve denetim ekibinin bilgi ve deneyim eksikliğinden,
- Beklenmeyen durumlardan

kaynaklanan nedenlerle yapısal atık oluştuğu önceki bölümde detaylı olarak anlatılmıştır. Tablo 5'te bu nedenlerin yapım süreci ile ilişkisi gösterilmiştir.

Tablo 5. Yapı üretim süreçlerinde oluşabilecek yapısal atık nedenleri

YAPI ÜRETİM SÜRECİ	ÇIKAN ATIK MİKTARI			SONUÇ DEĞERLENDİRME		EYLEM			EKİP		BEKLENMEYEN DURUMLARDAN KAYNAKLANAN	
	YAPISAL ATIK TÜRÜ	YAPISAL ATIK BİRİMİ (kg/ton/m ³)	YAPISAL ATIK MİKTARI	TAHMİNE UYGUN	TAHMİN DIŞI		TASARIMDAN KAYNAKLI	ÜRÜNLERİN TAŞINMASINDAN KAYNAKLI	ÜRÜNLERİN DEPOLANMASINDAN KAYNAKLI	YAPI UYGULAMA EKİBİNDEN KAYNAKLI		YAPI UYGULAMA DENETİM EKİBİNDEN KAYNAKLI
					AZ	ÇOK						
Yapı Alanı Hazırlık Süreci												
...												
Kaba Yapım Süreci												
...												
İnce Yapım Süreci												
...												
Çevre Düzeni												
...												

3.1. Yapı Üretim Sürecinin Tasarımdan Kaynaklı Oluşan Yapısal Atık ile İlişkisi

Tasarım aşamasında, yapı üretim süreçleri düşünülerek ve bu süreçte oluşabilecek atıklar göz önünde bulundurularak yapılan çalışmalara yapısal atık oluşumu azaltılabilir.

3.1.1. Yapı Alanı Hazırlık Sürecinde Tasarımdan Kaynaklı Yapısal Atık Oluşumu

Yapı alanı hazırlanırken en az atık ilkesinin benimsendiği tasarım anlayışıyla yapısal atıklar en aza indirgenebilir.

• **Yapı Alanında Var Olan Yapının Yıkılması Sürecinde Tasarımdan Kaynaklı Yapısal Atık Oluşumu:** Yapı alanında mevcutta yapı varsa, tümünü yıkıp yeni bir yapı üretmek yerine; yeni tasarıma o yapının katılabileceği, ne ölçüde katılabileceği ve yapının ne kadarının korunabileceği kararları alınmalıdır. Var olan yapının tümü korunabileceği gibi, taşıyıcı sistemi/cephesi/duvarları/döşemeleri/çatısı da belirli oranlarda korunabilir. Böylece var olan yapının yıkılması ile ortaya çıkacak yapısal atıklar önlenebilecek/azaltılabilecektir [2]. Yapı alanında yıkılması gereken yapının öncelikle yapı içerisinde değerlendirilebilecek ürünlerin sökümü yapılarak depolanır ardından yıkılır ve yıkımı sonucunda oluşan atıklar mümkünse yapı alanında ayrıştırılarak yapı alanından uzaklaştırılır.

Uygulanan işlemler sırasında;

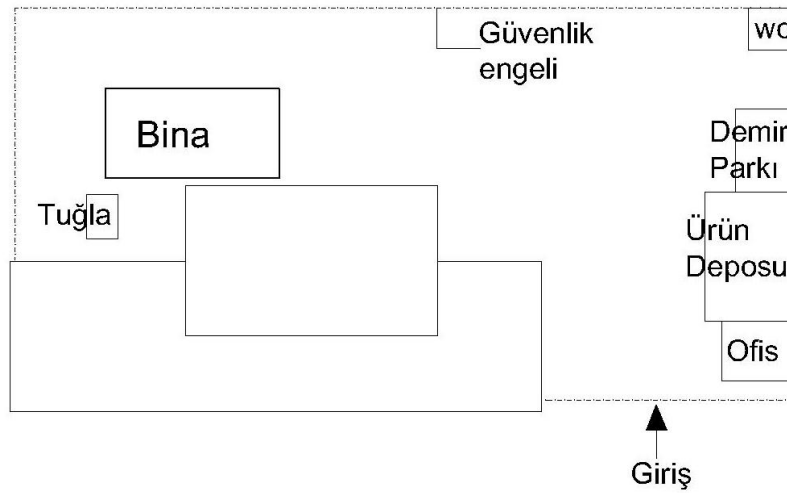
- Dolgu maddesi olabilecekler,
- Seramik atıkları,
- Sıva atıkları,
- Doğal taş malzemeler,
- İnşaat katkı maddeleri,
- Demir,
- Çelik,
- Demir türü olmayan metaller,
- İnşaat kalıbı ahşaplar,
- Doğrama ağaçları,
- Elyafli maddeler,
- Kağıt/karton,
- İnşaat tekstili

ve benzeri madde grupları geri kazanılmaktadır [39]

Atığın geri dönüşümü için gerekli bir koşul, atığın hangi aşamada çıktığının dikkate alarak ayrıştırılmasıdır. Yeni yapılardaki atıklar ve rehabilitasyon, üretim sahasında ya da özel bir arıtma sahasında sıralanır. Bu ayrılma oldukça basittir. Ancak, yıkımdan kaynaklanan atıkların sınıflandırılması daha karmaşık bir süreçtir [5].

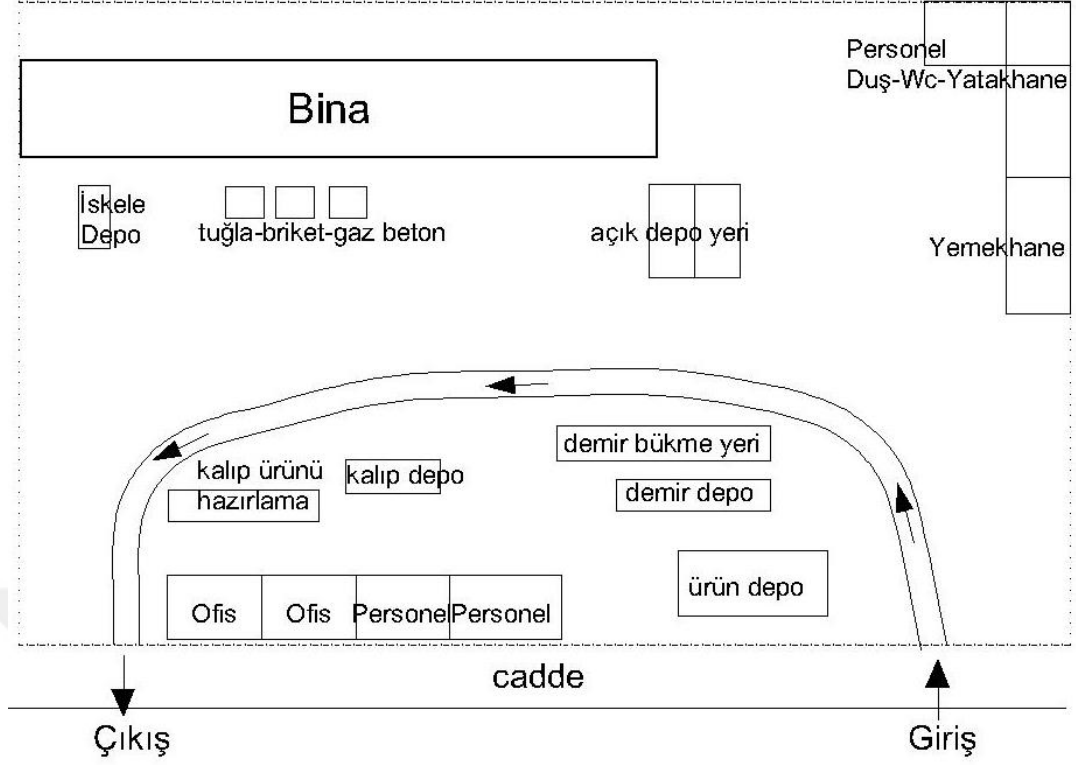
• **Yapı Alanında Geçici Yapıların Oluşturulması Sürecinde Tasarımdan Kaynaklı Yapısal Atık Oluşumu:** Geçici yapılar proje ve yapı alanının büyüklüğüne göre seçilir ve konumlandırılır.

Küçük yapı alanlarında geçici yapı olarak Şekil 1'deki gibi işletme ürünlerinin konulabileceği bir ya da iki konteyner, ürünlerin depolanabileceği depo alanı bulunur. Bu tip şantiyelerde geçici yapı miktarı az olacağından hazır yapı kullanımının sağlanmasıyla oluşabilecek atık oranı azaltılabilir.



Şekil 1. Küçük yapı alanı, düzenleme [26]

Büyük yapı alanları; personelin ihtiyaçlarını karşılayabileceği, ürünlerin depolanabileceği, yerinde üretimin yapılabileceği geçici yapıların olduğu alanlardır. Şekil 2'de birbirleriyle ilgili üniteler bir araya toplanmıştır. Örneğin; demir deposuyla demir bükme yeri, kalıp ürünleri ve kalıp hazırlama yeri bir aradadır. Böylece çalışma sırasında ürünlerin taşınma gerekliliği azaltılacak ve böylece yapısal atık miktarı da azaltılacaktır.



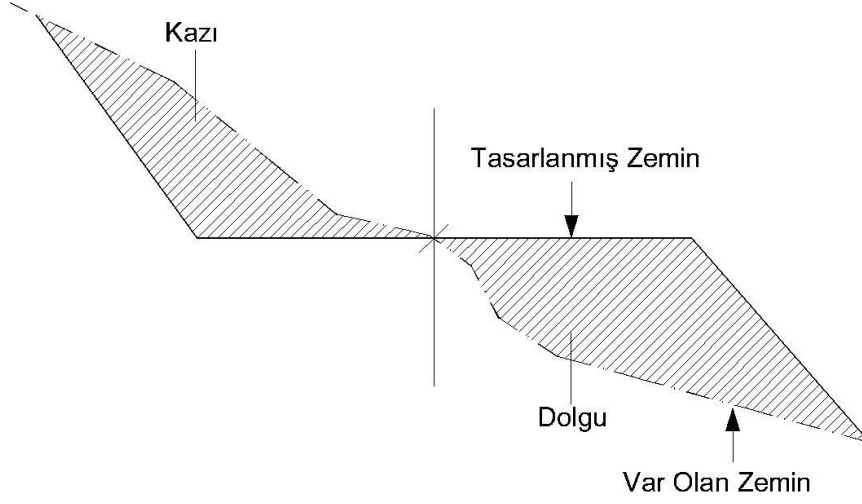
Şekil 2.Büyük yapı alanı, düzenleme [21]

Şantiyelerde yapım süresince geçici yapı olarak kullanımı yaygın olan konteyner tipi yapılar, kutu şeklinde tasarlanmış, taşınabilen, kapı, pencere ve oda duvarlarını içeren, elektrik ve sıhhi tesisatı tamamlanmış kendi içinde yeterli, gerektiğinde üst üste de yerleştirilebilen, farklı kullanım amaçlarına uygun olarak üretilen yapılardır. Bu yapılar iş bitiminde taşınıp başka bir şantiye ortamında değerlendirilerek atık oluşumunu azaltmaya olanak sağlar.

- **Yapı Alanı ve Yapının Kazı İşleri Sürecinde Tasarımdan Kaynaklı**

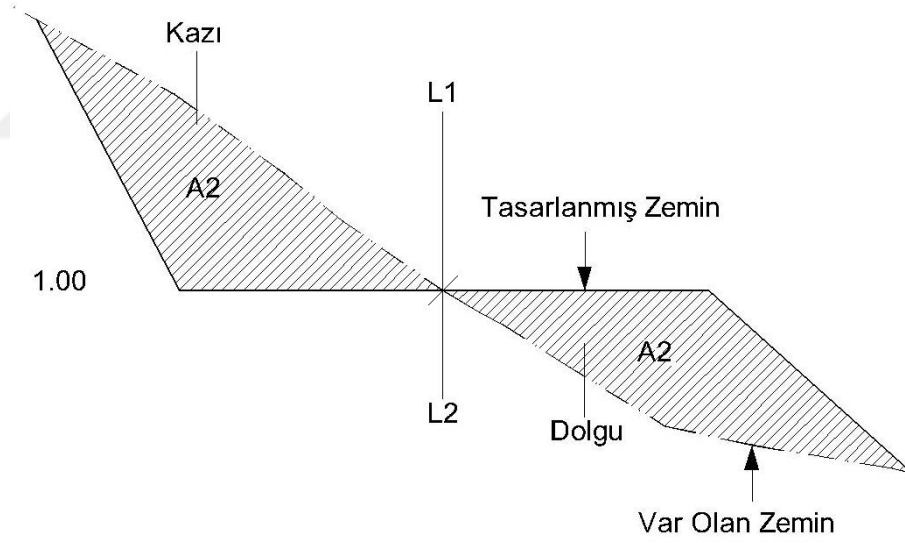
Yapısal Atık Oluşumu:

- Kazı dolgu dengesinin oluşturulması için öncelikle tasarımda ± 0.00 kotuna göre kazı ve dolgu yapılması gereken alan Şekil 3'teki gibi belirlenir.



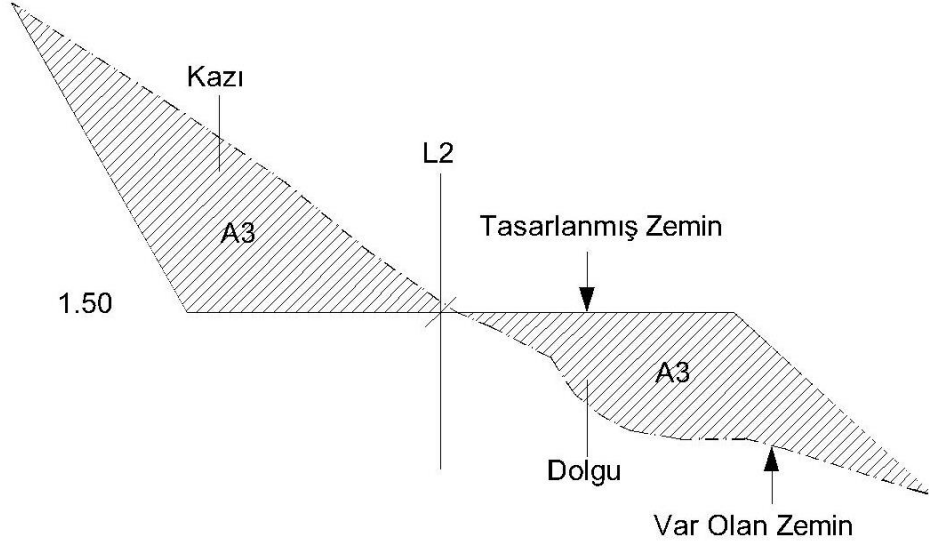
Şekil 3. Kazı dolgu tasarımı [40].

- İkinci aşamada ± 0.00 kotuna göre kazı şekil 4 deki gibi yapılır.



Şekil 4. Kazı yapılması [40].

- Üçüncü aşamada ise yapılan kazı sonucunda oluşan hafriyat dolgu yapılması şekil 5 deki gibi planlanan yerde kullanılır.



Şekil 5. Dolgu yapılması [40]

Kazı dolgu süreci projeye göre iki farklı süreç ile gerçekleştirilebilir.

- Kazı dolgu miktarı dengelenmiş olan süreçte, kazma işlemi, taşınması ve depolanması tek seferde yapılır. Önce kazının ardından dolgunun yapılacağı süreçte ise, önce kazıdan çıkan hafriyatın bir yerde depolanması sonrasında gerektiğinde dolgu alanlarında kullanılmasıdır. Her iki durumda da kazıdan çıkan hafriyatın dolgu için uygun olması gerekir.

- Kazı dolgu miktarı dengelenmeyen süreçte, kazıdan çıkan hafriyatın fazlasını yapı alanı dışına taşınır veya kazıdan çıkan hafriyatın dolgu için uygun olmadığı durumlarda ise gerekli dolgu miktarı dışardan temin edilerek yapı alanına taşınır.

Kazı alanından çıkarılan toprak ve diğer her türlü madde kazı işleri sürecinde oluşabilecek atıklar olarak nitelendirilmektedir. Bu atığı önlemek/azaltmak ulusal düzeydeki zorunluluklardan Hafriyat Toprağı, İnşaat ve Yıkıntı Atıklarının Kontrolü Yönetmeliği'nde kazı toprağının öncelikle yapı alanı içerisinde dolgu ya da peyzaj işlerinde değerlendirilmesi önerilmektedir. Bu bağlamda yapım sürecinde yapılması gerekenler;

- Yapının zemin ile kurduğu ilişkiyi dikkate alarak çıkarılacak kazı toprağının miktarını hesaplamak, çıkarılacak kazı toprağının dolgu işlerinde kullanılabilmesi için kazılan doldurulan alan arasında denge sağlamak,
- Çıkarılan bitkisel toprağın peyzaj işlerinde kullanılıp kullanılmayacağını ya da ne miktarda kullanılacağını belirlemek olarak önerilmektedir [28].

Zeminin tipine göre kazı hacimlerinin tespiti ve kullanılması için gerekli işlemler ise;

- Zemin tipine göre kazının sınıfları ve bunların kabartma sıkışma katsayıları, kazı esnasında her kesim için yerinde idare ile yüklenici arasında yapılacak bir tutanakla tespit edilmeli,
 - Kazı içinde kalan imalat ve inşaatın yan ve üstlerinin dolgusunda tercihen kazıdan oluşan hafriyat kullanılmalı,
 - Kazı sonucu oluşan hafriyat, projesine göre ve idarenin göstereceği yerlerin dolgusunda kullanılmalı, fazlası idarenin göstereceği yere depo edilmeli
- maddeleri ile tanımlanmıştır.

3.1.2. Kaba Yapım Sürecinde Tasarımdan Kaynaklı Yapısal Atık Oluşumu

En az atık ilkesinin benimsendiği tasarım anlayışıyla tamamlanmış olan yapı alanı hazırlık sürecinin ardından aynı yaklaşımla devam eden kaba yapım sürecinde oluşabilecek yapısal atıklar en aza indirgenebilir.

- **Projeye Özel Ürün Üretimi ve Ürünün Yeniden Kullanılabilirliği:** Kalıp seçimi yapılırken projeye uygun üretim yapılması durumunda kalıp firesi azalacaktır. Cephesinde brüt beton kullanılan yapılarda panel kalıp sistemi tercihi panel boyutları dikkate alınarak yapılmalıdır. Örneğin trio kalıp sistemindeki panel kalıplar 240 cm x 270 cm ebatında panellerdir. Yapının cephe tasarımı yapılırken bu panel ölçüleri dikkate alınarak pencere açıklıkları oluştursa kalıp sisteminde zorunlu kesim en aza indirgenecek ve kullanılan bir kalıbın başka bir yerde daha değerlendirilmesiyle yapısal atık miktarı azaltılabilir. CCR Binası tasarım aşamasında bu durum dikkate alınarak yapılmıştır (Şekil 6).



Şekil 6. Çimko CCR binası, Tanrıverdi Gezer, Z.Ö. 2016

- **Taşıyıcı ile Uyumlu Ürün Seçimi Yapılması:** Saman panel ve alçı panel uygulamasında çelik taşıyıcı tasarımı yapılırken; alçı panel ve saman panelin ebatları dikkate alınarak tasarlanmış ve tek taşıyıcı sistem ile hem saman panel montajı hem de alçı panel montajı yapılmıştır. Lidersan Ambalaj Fabrikası Ek Binası bu durum dikkate alınarak yapılmıştır (Şekil 7). Tek çelik taşıyıcı ile iki kaplama ürünü bir arada kullanılarak çelik ürün miktarı azaltılmıştır. Böylece taşıyıcının yapımı sırasında oluşabilecek fireler en aza indirgenerek yapısal atık oluşumu azaltılmıştır.



Şekil 7. Lidersan Ambalaj Fabrikası Ek Bina Şantiyesi, Tanrıverdi Gezer, Z.Ö. 2016

3.1.3. İnce Yapım Sürecinde Tasarımdan Kaynaklı Yapısal Atık Oluşumu

Yapı alanı hazırlık sürecinin ve kaba yapımın en az atık ilkesinin benimsendiği tasarım anlayışıyla tamamlanmasının ardından, aynı yaklaşımla devam eden ince yapım sürecinde oluşabilecek yapısal atıklar en aza indirgenebilir.

- **Yapı Ürünleri Arasındaki Boyutsal Eşgüdümün Sağlanması:** Seramik seçimi yapılırken, seçilen ürünlerin uygulanacakları yapı elemanları/bileşenleri ile uyumlu boyutta/biçimde olmaması yapı yerinde zorunlu kesimlere neden olmakta ve kalan parçalar atık durumuna gelmektedir [2]. Örneğin 120 cm x 120 cm genişliğindeki tuvaletin seramik seçimi yapılırken 60 cm x 60 cm ebatlarında ürünün seçilmesiyle zeminde 4 adet her duvarda en tarafından 2 adet olacak şekilde zorunlu kesime gerek kalmadan uygulama yapılabilir.

- **Teknik Açıdan Doğru Ürün Seçimi:** Alçı panel seçimi yapılırken, alçı panelin kullanılacağı yüzeyin şartları dikkate alınarak seçim yapılmalıdır. Örneğin ıslak hacimlerde suya dayanıklı ürün, laboratuvar, bilgi işlem odası gibi yerlerde ise

yangına karşı dayanıklı ürün seçimi yapılmasıyla panelin bozulma riski azaltılarak atık oluşumu en aza indirgenebilir.

3.1.4. Çevre Düzeni Sürecinde Tasarımdan Kaynaklı Yapısal Atık Oluşumu

Yapı alanı hazırlık sürecinin, kaba yapımın, ince yapımın en az atık ilkesinin benimsendiği tasarım anlayışıyla tamamlanmasının ardından aynı yaklaşımla devam eden ince yapım sürecinde oluşabilecek yapısal atıklar en aza indirgenebilir.

Çevre düzeni yapılırken ürün seçimine dikkat edilmelidir.

- **Teknik Açıdan Doğru Ürün Seçiminin Yapılması:** Sert zemin kaplamalarında kaplamanın bulunduğu ortama göre ürün seçimi yapılmadığı durumlarda kullanılan ürün çevre koşullarından dolayı zarar görebilir ve bu durumda yapım sürecinin tekrarı gerekebilir.

- **Kullanıcı Katılımıyla Ürün Seçiminin Yapılması:** Ürün seçimlerinde kullanıcının da aktif olarak rol alması oluşabilecek yapısal atık oranını azaltabilir.

- **Kazı İşindeki Toprağın Kullanılması:** Yapı alanı hazırlık sürecindeki kazı sırasında çıkan toprağın çevre düzeni sürecinde dolgu olarak kullanılmasıyla bu iş kalemindeki yapısal atık oluşumu azaltılabilir [2].

3.2. Yapı Üretim Sürecinin Ekipten Kaynaklı Oluşan Yapısal Atık ile İlişkisi

Sürecin tasarımsal boyutta doğru ele alınmasına rağmen ekibin sayı ve bilgi olarak yetersiz olmasından kaynaklı yapısal atık oluşabilir.

3.2.1. Yapı Alanı Hazırlık Sürecinde Ekipten Kaynaklı Yapısal Atık Oluşumu

- **Yapı Alanındaki Var Olan Yapının Yıkılması:** Kısmi yıkımlarda projede korunması planlanan ürünün sökülme sırasında zarar görmesi durumunda yapısal atık oluşmasına neden olur.

- **Yapı Alanına Geçici Yapıların Oluşturulması:** Yapı alanı yerleşiminin hazırlanan vaziyet planına uyumluluğunun denetiminin yapılmaması halinde geçici yapının yanlış konumundan kaynaklı yapısal atık oluşabilir. Ürün depo bölümünün yapı alanına çok uzak olması veya ürünün taşınması mesafesinin düşünülerek bırakılmaması bu duruma örnek olarak verilebilir.

- **Yapı Alanı ve Yapının Kazı İşleri:** Planlanan kazı dolgu dengesinin oluşturulması için denetimin yapılmaması halinde dolgu olarak kullanılması planlanan toprağın yapısal atığa dönüşebilir.

3.2.2. Kaba Yapım Sürecinde Ekipten Kaynaklı Yapısal Atık Oluşumu

Yapı üretim sürecinde her iş kendinden sonraki işi etkilediğinden birinde yaşanan bir problem diğerine de etki eder. Yapı alanı hazırlık sürecinin en az atık ilkesiyle tasarım ve uygulama boyutunda tamamlanmasının ardından kaba yapım sürecinde tasarım sürecinin bu yaklaşım ile tamamlanmasıyla uygulama süreci başlar. Uygulayıcı ve denetim ekibinin sayı ve bilgi olarak yetersiz olması yapısal atık oluşumuna neden olabilir.

- **İş Sıralamasının Doğru Uygulanması:** Denetim ekibi tarafından sonradan kırma dökme olmaması için beton dökmeden önce, ankastre elektrik tesisatının döşenmiş, tesisat için gerekli boşlukların, geçiş parçalarının, ankraj plaka ve cıvatalarının, sonradan rahatça çıkarılabilecek şekilde hazırlanmış takozları, dilatasyon ve derz çitalarının tam yerlerine ve tümüyle uygulanmış olmalarına dikkat edilmelidir. İleride yerlerinden çıkarılmaları çok zor ve masraflı olacağından, ahşap takoz ve çitalar beton içinden zamanında ve beton kenarları zarar görmeden çıkarılmalıdır.

- **Ürün Kullanımının Tekrarlanması:** Çivi düzeltilemeyecek şekilde zarar görmemiş ise defalarca kullanılacak bir üründür. Çivi ile uygulama yapacak usta da bu konuda bilinçli olmalıdır. Kullanılmış kereste üzerindeki çiviler sökülüp düzelterek kullanılabilir.

- **Demir Bağlama Sırasında;** küçük ebatlı demir parçalarından yararlanarak atıkları azaltmak için, kesime başlamadan listelenmeli, ebatlarına göre kolay alınır şekilde tezgâhta yan yana dizilmelidir.

- **Kalıp Uygulaması Sırasında;** yapımdaki yerine göre kullanılmak üzere kısa boy keresteyi bulmak yerine büyük boyları keserek gerekli ölçüde kereste oluşturulması halinde iş bitiminde küçük parçalar çok kalacak ve yapısal atık oluşacaktır.

- **Kalıp Ürünlerinin Sökümü Sırasında;** uygulayıcı ekibin kullanılan kalıp ürünlerinin tekrar kullanıma olanak vermesi için söküm sırasında buna olanak sağlayacak hassasiyetle çalışılması durumunda yapısal atık oluşumu azaltılabilir.

- **İzolasyon Ürünlerinin Uygulanması Sırasında;** izolasyon ürünlerinin uygulama sırasında işlevini yitirmemesi düşünülerek uygulanması halinde yapısal atık oluşumu azaltılabilir. Örneğin temelin altına ve etrafına yapılan yalıtımın

parçalanması halinde ürün özelliğini yitirmiş olur ve yapısal atık oluşumuna neden olabilir.

- **Şap Uygulaması Sırasında;** şap yüksekliğinin projeye bitmiş döşeme kotu dikkate alınarak gerekli teknik ölçümlerinin yapılmasıyla başlanması gerekir. Aksi halde yanlış dökülen şap yüksekliği bu işlemin tekrarlanmasına veya yıkımına neden olacağından yapısal atık oluşumun yol açabilir.

- **Duvar Uygulama Sırasında;** gereken küçük ebatlı parçayı aramak yerinde sağlam tuğlayı kırarak küçük parçayı oluşturması halinde iş bitiminde kullanılmayan küçük parçalar fazla kalacak ve yapısal atık miktarı artacaktır.

- **İş İskelesi Sökümü İşlemi Sırasında;** ürünün zarar görmemesi için dikmelerin altına çift kama koyarak; iskeleleri yıkarak değil, parçalarına ayırarak sökmek yapısal atık oluşumunu azaltabilir.

- **Harç Yapımı Sırasında;** harç malzemesinin bilinçli hazırlanmaması nedeniyle yapısal atık oluşabilir. Harç; toprak zeminde hazırlanarak, saç plakalar veya el arabaları ile uygulama yapılacak yere taşınabilir. El arabalarının fazla doldurulması veya iskelelerin düzensizliğinden meydana gelen saçılmalara dikkat edilmediği durumlarda yapısal atık oluşabilir.

- **Beton Dökümü Sırasında;** kalıp ve kalıp taşıyıcı iskelelerinin yapımına özen göstererek yük ve basınçtan kaynaklı kalıp patlamaların yaşanmamasına dikkat edilmelidir. Ayrıca iş saati sonuna kadar kullanılabilir ve ancak kullanılacağı yer kadar beton ve çimentolu harç hazırlayarak, iş saati ya da imalat sonunda harç artmamasına dikkat edilmesi önemlidir. Ayrıca elektrik kesilmesi, yağmur vb. durumlarda hazır beton harcının ziyan olmaması için uygun bölümlerde yedek beton dökme yerleri, yedek benzinli ekipman ve örtü malzemesi bulundurulması önlemleri ile yapısal atık oluşması azaltılabilir.

3.2.3. İnce Yapım Sürecinde Ekipten Kaynaklı Yapısal Atık Oluşumu

İnce yapımdan önce yapılan işler bu süreci de etkilemektedir. Yapı alanı hazırlık süreci ve kaba yapım sürecinin en az atık ilkesiyle tasarım ve uygulama yönünden tamamlanmasının ardından ince yapım sürecinde tasarım sürecinin de bu yaklaşım ile tamamlanmasıyla uygulama sürecine başlanır. Tasarım sürecinin doğru ilerlemesi tek başına yeterli olmayabilir. Bu süreçte uygulayıcı ve denetim ekibinin sayı ve bilgi olarak yetersiz olması yapısal atık oluşumuna neden olabilir.

- **Sıva İşleri Sırasında;** sıva malzemelerini doğru oranda karıştırmak, kullanılacak kadar malzeme üretmek ve işlem sırasını doğru yapmak yapısal atık oranını azaltabilir. Yüzeyi kaba sıva ile düzeltilmemiş bir duvara ince sıva

uygulanması durumunda yanlış bir uygulama olacağından işlem tekrarı gerektirebilir ve yapısal atık oluşumuna neden olabilir.

- **Boya İşleri Sırasında;** sıvası düzgün yapılmış bir duvarın boya işinde projeye uygun boya uygulanmalıdır. Mümkünse seçilen boyanın numunelik paket halinde uygulanıp denetimi yapıldıktan sonra büyük paketi alınmalıdır. Aksi halde alınan ürün başka bir yerde değerlendirilemeyecek durumda ise yapısal atık oluşumuna neden olabilir. Boyadan önce yapılan zemin kaplamalarının zarar görmemesi için zemine naylon veya karton serilmesi yapısal atık oluşumunu azaltabilir.

- **Yalıtım Uygulaması Sırasında;** uygulanan yalıtım ürününün sürekliliği önemlidir. Zeminden başlayıp duvarlara kadar devam etmeyen yalıtım yanlış olacağından kendinden sonra yapılacak duvar ve zemin kaplamalarının kırılıp yenilenmesini gerektireceği için yapısal atık oluşumuna neden olabilir. Uygulamanın doğru yapılması bu riski azaltır.

- **Temiz ve Pis Su Tesisatı Uygulaması Sırasında;** kullanılacak boruların zarar görmemesi için ekibin hassas bir şekilde yaklaşımı yapısal atık oluşumunu azaltabilir. Aksi halde ürün kaybı ve uygulama tekrarı gerekebilir. Kaplama altında kalacak bu uygulamanın doğru yapılması kendinden sonraki uygulamaları da etkileyeceğinden özellikle dikkat edilmesi gerekmektedir.

- **Cephe Kaplaması Uygulaması Sırasında;** mekanik cephe kaplamasında uygulanan taşıyıcı sistem, üzerindeki kaplamanın montajına olanak sağlayacak şekilde yapılmalıdır. Aksi halde işlem tekrarı gerektireceğinden yapısal atık oluşumuna neden olabilir. Kaplanacak ürünün kesim yapılmadan uygulanması veya var olan parçaların değerlendirilmesi yapısal atık oluşumunu azaltabilir.

3.2.4. Çevre Düzeni Sürecinde Ekipten Kaynaklı Yapısal Atık Oluşumu

Yapı alanı hazırlık süreci, kaba yapım ve ince yapım sürecinin en az atık ilkesiyle tasarım ve uygulama yönünden tamamlanmasının ardından çevre düzeni sürecinde tasarım sürecinin de bu yaklaşım ile tamamlanmasıyla uygulama sürecine başlanır. Tasarım sürecinin doğru ilerlemesi tek başına yeterli olmayabilir. Bu süreçte uygulayıcı ve denetim ekibinin sayı ve bilgi olarak yetersiz olması ve en az atık ilkesinin bilincinde olmaması yapısal atık oluşumuna neden olabilir.

- **İstinat ve Bahçe Duvarı Kazı, Kalıp, Demir ve Beton İşleri Sırasında;** yapı alanı hazırlık süreci ve kaba işler sürecinde de yapılan işlerde olduğu gibi kazının farklı bir yerde dolgu olarak değerlendirilmesi, kalıbın tekrar kullanıma olanak tanıyacak şekilde yapımı, demir işinin fire oluşturmayacak şekilde yapılması

ve betonun yük ve basınçtan kaynaklı kalıp patlamaların yaşanmamasına dikkat ederek taşırmadan dökülmesiyle yapısal atık azaltılabilir.

- **Sihhi Tesisat İşleri Sırasında;** boruların zarar görmemesi için ekibin hassas bir şekilde yaklaşımı ürün kaybı ve uygulama tekrarı riskini azaltacağından yapısal atık oluşumu önlenir. Toprak veya kaplama altında kalacak bu uygulamanın doğru yapılması kendinden sonraki uygulamaları da etkileyeceğinden özellikle dikkat edilmesi gerekmektedir.

- **Beton Tretuvar ve Sert Zemin Yapılması Sırasında;** beton tretuvarın diğer beton işlerinde olduğu gibi bir hassasiyetle uygulanması yapısal atık oluşumunu azaltabilir.

- **Sert Zemin Kaplama İş Sırasında;** zemin kaplamalarının ince işlerde olduğu gibi fire vermeden uygulanmasının sağlanmasıyla yapısal atık oluşumu azaltılabilir.

- **Peyzaj İçin Toprak Serilme İş Sırasında;** kazı toprağının peyzaj için kullanılmasıyla yapısal atık azaltılabilir. Çıkan toprağın peyzaj uygulamalarına elverişli olmaması durumunda dışardan temin edilmesi gerekebilir. Böyle durumlarda kullanılacak miktar kadar toprağın uygulama alanına taşınması malzeme kaybının da önüne geçeceğinden yapısal atık oluşumunu azaltabilir.

- **İnşaat Temizliği Sırasında;** yanlış yerde kullanılan dezenfektanlar ürünlere zarar verebilir. Örneğin banyoları temizlemek için kullanılan tuz ruhu seramik derzlerine zarar vererek su sızıntısına neden olabilir veya seramiğin rengini bozabilir. Benzer durumda ahşap yüzeylerin yanlış ürün kullanılarak temizlenmesiyle ahşap yüzeyler bozulabilir ve uygulama tekrarı yapılması gerekebilir. Temizlik sırasında doğru ürün kullanılmadığı durumlarda ürünler zarar görür ve işlem tekrarı gerekebilir, bu durum yapısal atık oluşmasına yol açabilir

3.3. Yapı Üretim Sürecinin Ürünlerin Taşınmasından ve Depolanmasından Kaynaklı Oluşan Yapısal Atık ile İlişkisi

Yapı üretim sürecinde tasarım aşamasının en az atık ilkesi ile yürütülmesi ve ekibin bu ilke ile çalışmaya devam etmesi halinde dahi yapı ürünlerin taşınması ve depolanması sırasında oluşabilecek aksaklıklar yapısal atık oluşumuna neden olabilir.

3.3.1. Yapı Alanı Hazırlık Sürecinde Ürünlerin Taşınması ve Depolanmasından Kaynaklı Yapısal Atık Oluşumu

Ürünlerin depolanacağı geçici yapının ürün taşınmasında herhangi bir engel yaşatmayacak şekilde konumlandırılması ürün taşıma sırasında zarar görme riskinin önüne geçileceğinden yapısal atık oluşumu azaltılabilir.

Yapı alanı temizliği için kullanılacak ürünler taşınırken dökülmemesi gereklidir. Dökülmeler kaplama ürününe zarar vereceğinden yapısal atık oluşumuna neden olabilir.

3.3.2. Kaba Yapım Sürecinde Ürünlerin Taşınması ve Depolanmasından Kaynaklı Yapısal Atık Oluşumu

Kaba inşaat sürecinde kullanılacak ürünler genel olarak taşınması güç ürünler olduğu için uygulama öncesinde taşıma ve depolama ihtiyacını azaltabilecek şekilde yapı alanına getirilmesi yapısal atık oluşumunu azaltabilir.

Ürünlerin depolanmasının zorunlu hallerinde ise kullanılacak alana yakın, geçişleri engellemeyecek şekilde depolanması taşınma sırasında ürünün zarar görmesini engelleyeceğinden yapısal atık oluşumunu azaltabilir.

- **Duvar Ürünleri;** gaz beton, briket, tuğla gibi ürünler mümkünse yapının taşıyıcı sistemi tamamlandıktan sonra ürünün kullanılacağı alana doğrudan istiflenirse ürün taşıma sırasında yaşanabilecek aksaklıkların önüne geçilebilir. Ürünlerin depolanmasının zorunlu olduğu hallerde çok el değiştirmeden kullanılabilmesi yerlere yakın, taşıt ve inşaat makinalarının çarpıp ezemeyecekleri alanlar seçilmesi yapısal atık oluşumunu azaltabilir.

- **Kalıp Ürünleri;** kaba işlerde kullanılan kalıpların tekrar kullanılabilir şekilde depolanması ve gerektiğinde taşınarak yapım alanına getirilmesi sağlanacak şekilde olması yapısal atık miktarını azaltabilir.

- **Yalıtım Ürünleri;** yalıtım uygulamasında süreklilik çok önemli olup ürünün zarar görmemesi gerekmektedir. Depolanması yapılırken ürünün çevre koşullarından zarar görmeyecek şekilde olması yapısal atık oluşumunu azaltabilir.

- **Demir Ürünleri;** demir ağır, taşınması güç, depolama için fazla alan kaplayabilecek bir ürün olduğundan kullanılacağı zamanda yapı alanına indirilmesi ve yapı alanına yakın bir yere konumlandırılması yapısal atık oluşumunu azaltabilir.

3.3.3. İnce Yapım Sürecinde Ürünlerin Taşınması ve Depolanmasından Kaynaklı Yapısal Atık Oluşumu

İnce yapım sürecinde kullanılacak ürünler genel olarak iç mekâna uygun ürünler olduğu için çevre koşullarından zarar görmeyecek şekilde kapalı alanlarda depolanması ürünlerin zarar görmesinin önüne geçeceğinden yapısal atık oluşumunu azaltabilir.

- **Sıva Ürünleri;** toz halinde olup su ile birlikte etkileşime geçtiğinde biçim değiştiren ürünler olduğundan dolayı depolama sırasında kapalı alanlar tercih edilmesi ürünün kötü hava koşullarında zarar uğramasını engelleyeceğinden yapısal atık oluşumunu azaltabilir.

- **Boya Ürünleri;** başka bir ürün ile temas halinde olduğunda yanmayacak bir alanda depolanması yapısal atık oluşumunu azaltabilir.

- **Kaplama Ürünleri;** özellikle ahşap kaplama ürünlerinin kapalı alanlarda depolanması, seramik gibi ıslak hacimlerde kullanılacak ürünlerin ise açık alanda üstü örtülerek depolanması ürün kaybını azaltacağından yapısal atık oluşumunu azaltabilir.

- **Yalıtım Ürünleri;** ürünün depolanması sırasında başka bir ürün ile teması sonucunda tutuşmayacak şekilde konumlandırılmasıyla yapısal atık oluşum riski azaltılabilir.

3.3.4. Çevre Düzeni Sürecinde Ürünlerin Taşınması ve Depolanmasından Kaynaklı Yapısal Atık Oluşumu

Çevre düzeni sürecinde kullanılacak kaplama ürünleri genel olarak kötü hava koşullarına karşı dayanıklı olduğu için açık alanlarda üstü örtülerek depolanması ürünlerin zarar görmesinin önüne geçeceğinden yapısal atık oluşumunu azaltabilir.

- **Kaplama Ürünleri;** açık alanda üstü örtülerek depolanması ve taşıma işlemi sırasında ürünün zarar görmeyecek şekilde gerçekleşmesi yapısal atık oluşumunu azaltabilir.

- **Peyzaj Ürünleri;** yapımın son aşaması olduğu için yapılacağı sırada yapı alanına getirilmesi ürünlerin zarar görmesini engelleyeceğinden yapısal atık oluşumunu azaltabilir. Ürün eğer canlı ise ve bir süre depolanması gerekli ise güneş ışığını alabilecek, kışın don vs. gibi hava koşullarından etkilenmeyecek şekilde depolanmasının sağlanması ile ürün kaybının önüne geçilebilir.

3.4. Yapı Üretim Sürecinin Beklenmeyen Durumlardan Kaynaklı Oluşan Yapısal Atık ile İlişkisi

Yapım süreci devam ederken oluşabilecek doğal afetin şiddeti oluşabilecek yapısal atık miktarını artırır. Yapım aşamasının hangi aşamada olduğu da bu hasar boyutunun artmasına veya azalmasına neden olur.

3.4.1. Yapı Alanı Hazırlık Sürecinde Beklenmeyen Durumlardan Kaynaklı Yapısal Atık Oluşumu

Yapı alanı hazırlık süreci devam ederken yaşanan doğal afetin şiddetine göre oluşabilecek yapısal atık miktarını artırır.

- **Deprem Olması Durumunda;** yapı alanına yapılan geçici yapılara zarar verebilir ve yapısal atık oluşumuna neden olabilir.
- **Heyelan Olması Durumunda;** afetin şiddetine göre hasar miktarı da artacak olup yapı alanına yapılan geçici yapılara, kazı alanına zarar verebilir ve yapısal atık oluşumuna neden olabilir.
- **Yanardağ Patlamaları;** şiddetli patlama yapı alanına yapılan geçici yapılara, iş makinelerine vs. zarar verebilir ve yapısal atık oluşumuna neden olabilir.
- **Sel Olması Durumunda;** afetin şiddetine göre hasar miktarı da artacak olup yapı alanına yapılan geçici yapılara ve yapı alanı hazırlık sürecinde yapılan kazı işlerine zarar verebilir, yapısal atık oluşumuna neden olabilir.

3.4.2. Kaba Yapım Sürecinde Ürünlerin Beklenmeyen Durumlardan Kaynaklı Yapısal Atık Oluşumu

Kaba süreci devam ederken yaşanan doğal afetin şiddetine göre oluşabilecek yapısal atık miktarını artırır. Sürecin hangi aşamada olduğu da bu hasar boyutunun artmasına veya azalmasına neden olur.

- **Deprem Olması Durumunda;** yapının taşıyıcı sistemine zarar verecek bir durum olabileceğinden kaba yapım sürecini de tehlikeye atabilir. Özellikle beton yeni dökülmüş ve henüz istikrarlı halini kazanmamış ise ciddi hasara yol açabilir ve yapısal atık oluşumuna neden olabilir.
- **Heyelan Olması Durumunda;** yapının taşıyıcı sistemine zarar verecek bir durum olabileceğinden kaba yapım sürecini de tehlikeye atabilir. Örneğin yapılmış

olan kalıp uygulaması heyelan sonrası afetin şiddetine göre zarar görebilir ve yapısal atık oluşumuna neden olabilir.

- **Yanardağ Patlamaları;** kaba yapım süreci devam ederken oluşabilecek bir şiddetli patlama bu süreci de tehlikeye atar ve afetin şiddetine göre tüm sürecin yenilenmesini gerektirebilir ve yapısal atık oluşumuna neden olabilir.

- **Sel Olması Durumunda;** afetin şiddeti çok fazla olursa kaba yapım süreci de hasar görebilir. Kaba yapım sürecinde su yalıtımı doğru bir şekilde yapılmış ise çok şiddetli olmayan sel baskını durumunda kaba yapı çok zarar görmeyebilir ve bu durumda da yapısal atık daha az oluşabilir.

- **Çığ Olması Durumunda;** kaba yapım süreci devam ederken oluşabilecek şiddetli çığ düşmesi sırasında yapım süreci zarar görebilir ve yapısal atık oluşumuna neden olabilir.

- **Fırtına Olması Durumunda;** eğer afetin şiddeti çok fazla olursa kaba yapı hasar görebilir.

- **Kuraklık Olması Durumunda;** kaba yapım sürecinde beton dökümü sonrası betonun sulanması gerekir, kaba yapım süreci devam ederken oluşabilecek kuraklıktan dolayı kaba yapı (beton ile oluşturulmuş taşıyıcı sistem) zarar görebilir ve yapısal atık oluşumuna neden olabilir.

- **Hortum Olması Durumunda;** afetin şiddetine göre hasar miktarı da artacak olup bu şiddete göre kaba yapı zarar görebilir.

3.4.3. İnce Yapım Sürecinde Beklenmeyen Durumlardan Kaynaklı Yapısal Atık Oluşumu

Doğal afetin şiddetine göre devam eden ince yapım sürecindeki hasar miktarı bu sürecin hangi aşamada olduğuna göre değişkenlik gösterebilir.

- **Deprem Olması Durumunda;** bitmiş ve devam eden ince işler hasar görebilir. Afetin şiddetine göre bu etki artarak yapısal atık oluşturabilir

- **Heyelan Olması Durumunda;** bitmiş ve devam eden ince işler hasar görebilir. Afetin şiddetine göre bu etki artarak yapısal atık oluşturabilir.

- **Yanardağ Patlamaları;** yapım süreci devam ederken oluşabilecek şiddetli patlama ince yapım sürecini tekliye atar ve afetin şiddetine göre tüm sürecin yenilenmesini gerektirebilir, yapısal atık oluşumuna neden olabilir.

- **Sel Olması Durumunda;** afetin şiddetine göre hasar miktarı da artacak olup yapının ince işler sürecine zarar verecek bir risk oluşturur. Özellikle suya karşı dayanımsız kaplamalar afet sırasında zarar görebilir ve yapısal atık oluşturabilir.

- **Fırtına Olması Durumunda;** hasar miktarı afetin şiddetine göre değişkenlik gösterir. İnce yapım süreci devam ederken şiddetli bir fırtına ile çatı kaplamaları vb. zarar görebilir, yapısal atık oluşabilir.

- **Kuraklık Olması Durumunda;** ince yapım sürecinde yaşanan kuraklık cephe kaplama ürünlerine zarar verebilir ve yapısal atık oluşturabilir.

- **Hortum Olması Durumunda;** afetin şiddetine göre hasar miktarı da artacak olup afetin şiddetine göre tüm ince yapım sürecinde yapılan cephe kaplamaları vb. zarar görebilir.

3.4.4. Çevre Düzeni Sürecinde Beklenmeyen Durumlardan Kaynaklı Yapısal Atık Oluşumu

Çevre düzeni süreci devam ederken yaşanan doğal afetin türüne ve şiddetine göre oluşabilecek yapısal atık miktarını artırır.

- **Deprem Olması Durumunda;** çevre düzeninde yapılan istinat duvarı vb. bu afet türünden etkilenecek zarar görebilir ve yapısal atık oluşturabilir.

- **Heyelan Olması Durumunda;** afetin şiddetine göre hasar miktarı da artacak olup yapının tretuvar işine, istinat duvarları işine zarar verebilir ve yapısal atık oluşturabilir.

- **Yanardağ Patlamaları;** çevre düzeni süreci devam ederken oluşabilecek şiddetli bir patlama bu süreci tekliye atar ve afetin şiddetine göre tüm sürecin yenilenmesini gerektirerek, yapısal atık oluşumuna neden olabilir.

- **Sel Olması Durumunda;** afetin şiddetine göre hasar miktarı da artacak olup çevre düzenini sürecine zarar verebilir ve tüm sürecin yenilenmesini gerektirerek yapısal atık oluşmasına neden olabilir.

BÖLÜM 4

YAPI ÜRETİM SÜRECİNDE YAPISAL ATIKLARI EN AZA İNDİRGEMEK İÇİN BİR YAKLAŞIM ÖNERİSİ

Atıkların yeniden değerlendirilmesi, geri dönüşümünün en üst düzeye çıkarılması, yapı üretim sürecinin geri dönüşüm oranının iyileştirilmesi ve atık depolama alanlarına gönderilecek atıkların azaltılması için atık yönetimi yapılması önemlidir. Yapı üretim aşamasında çıkan yapısal atıkların yönetiminin sağlanmasıyla, yaratacağı olumsuz etkiler önlenebilir/azaltılabilir.

Yapısal atıklar;

- Önleme/azaltma,
- Yeniden kullanım,
- Geri dönüşüm,
- Yok edilme

aşamaları çerçevesinde yönetilmelidir [41].

Yapısal atıklar –olabildiğince- değerlendirme yöntemlerinden herhangi biri ile geri kazanılmalı, yok edilen ve çevreye olumsuz etkide bulunan yapısal atık boyutu düşük düzeylere indirgenmelidir. Yapısal atıkların değerlendirilmesi sürecinde her yapısal atık her değerlendirme seçeneğinden geçmek durumunda değildir. Oluşan yapısal atıkların hangi değerlendirme seçeneğine uygun olduğu yapısal atık konusunda uzman kişiler tarafından belirlenir ve belirlenen yöntem uygun koşullarda ayrıştırılarak değerlendirilmelidir [42]. Yapısal atıklar, oluşum nedenleri ortadan kaldırılarak önlenebilir/azaltılabilir.

Var olan yapı ya da yıkılmış bir yapıdan çıkarılan ürün tamamen/kısmen korunarak yeniden kullanılabilir. Var olan bir yapının yerine yeni bir yapı yapılması ihtiyacı doğduğunda yapının tamamını yıkmak yerine yeni tasarıma var olan yapının korunarak katılabileceği kararlar alınabilir. Örneğin yeni projeye göre yapının taşıyıcı sistemi ve bazı duvarları korunarak yapının tamamının yıkılması ile ortaya çıkacak yapısal atıklar azaltılabilir.

Yapısal atıkların;

- Olduğu gibi kullanımı,

- Hammadde olarak kullanımı,
- Farklı işlevlerde kullanımı

sağlanabilir.

Yapısal atıkların geri dönüşümü; yapı ürünü üretiminde yeni hammadde edinimini, enerji tüketimini azaltarak yapı ürünlerinin üretimi sürecinin çevresel etkilerini azaltan bir süreçtir.

Yapısal atıkların yok edilmesi; yeniden kullanımı ya da geri dönüşümü sağlanamamış olan atıkların uygun koşullarda yok edilmeleri işlemidir. Gömerek ya da yakarak yok etmek mümkündür.

SMARTWaste'e Göre Atıkların Yönetimi

Keltbray, 1990 Çevre Koruma Yasası ve Tehlikeli Atık kapsamındaki yükümlülüklerinin dikkate alınarak atığın yeniden kullanımını sağlayarak atık azaltılabileceğini belirtmektedir [43].

Keltbray;

- Atık miktarı nasıl ortadan kaldırılabilir/minimize edilebilir?
- Üretilen tahmini atık miktarı (ton) nedir?
- Atık nasıl saklanmalıdır/izlenmelidir? [43].

soruları üzerine durarak atık hiyerarşisinin, Şekil 8'de gösterildiği gibi proje süresi boyunca uygulanması gerektiğini ve mümkün olduğunca yeniden kullanımına olanak tanıyan bir tasarım yapılması gerektiğini belirtmektedir.



Şekil 8. Atık hiyerarşisi [43].

SMARTWaste, sahadaki atık maddelerin yeniden kullanımını ve geri dönüştürülmesini en üst düzeye çıkararak çevresel faydayı, genel geri dönüşüm oranını, depolama alanından gelen atıkların çeşitliliğini artırarak da maliyet tasarrufunu sağlamaktadır.

Tüm çalışanlar, atıkları yönetirken “Atık Hiyerarşisi” ilkelerini (Şekil 9) izlemektedir (atık önleme, en aza indirme, azaltma, yeniden kullanma, geri dönüşüm, enerji geri kazanımı ve bertarafı).



Şekil 9. SMARTWaste yönetim planı, atık yönetimi çalışanları, [43].

- **WRAP'a Göre Atıkların Yönetimi**

WRAP'ta yönetici için bir rehber niteliğinde olan BIM'de yapım süresince;

- Maliyetleri en aza indirmek,
- Nakliye, teslimat ve montaj işlemlerini yürütmek için malzemeleri yönetmek,
- Yeniden yapılanma ve tadilatın sonradan atılan malzemenin ve atığın geri kazanımının ve yeniden kullanımının iyileştirilmesini sağlamak,
- Enerji ve suyu verimli bir şekilde yerinde kullanmak gerekliliğine vurgu yapılmıştır [44].

Tüm süreçler birbirini takiben doğru bir şekilde tamamlandığında;

- Kaynak verimliliği,
 - Proje maliyetlerinin düşürülmesi,
 - Tasarım ve inşaat süreci boyunca kalite ve koordinasyona odaklanılması,
 - Yeniliğin ve yaratıcı bir yaklaşımın benimsenmesi,
 - İnşaatın çevresel etkilerinin değerlendirilmesi
- için fayda sağlanmaktadır.

• **SEPA'ya Göre Atıkların Yönetimi**

Sıfır Atık Planı'na göre:

- Tüm atıklar için bir Atık Önleme Programının geliştirilmesi, atıkların önlenmesi ve yeniden kullanılmasını sağlamak önemlidir.
- Atıkların yeniden kullanım ve geri dönüşüm fırsatlarını artırmak ve yenilenebilir enerji haline getirmek öncelikli olmaktadır.
- 2025 yılına kadar tüm atıkların 70'inin geri dönüştürülmesi, maksimum yüzde 5'inin ise depolama alanına gönderilmesi hedeflenmektedir.
- Yerel yetkililer ve işletmeler ile birlikte kamu yararına ve atık yönetiminde uygulama taahhütleri oluşturmak ve tutarlı atık yönetimi hizmetleri oluşturmak.
- Atık yönetimi ile ilgili bir bilinç oluşturulması için bilgiler vermek.
- En büyük çevresel ve iklim değişikliği sonuçlarını sunan atıkların geri dönüşümüne öncelik vermek için atıkların karbon etkilerini ölçülmesini sağlamak önemlidir [22].

İncelenen çalışmalarda yapı üretim süreci bütün olarak ele alınmıştır. Yapım süreçlerinin aşamaları ve farklı süreçlerde oluşan yapısal atık nedenleri ile ilgili değerlendirmeler yapılmıştır. Bu nedenle yapım sürecinde yapısal atık oluşumuna neden olan aşamalarının ve çıkan atığın ne yapıldığının takip edilebileceği bir yaklaşım önerilmiştir (Tablo 6).

Tablo 6. Yapısal atık yönetimi ve yapısal atık ilişkisi

YAPIM SÜRECİ	ÇIKAN YAPISAL ATIK			ÖNLEME	YENİDEN KULLANIM		GERİ DÖNÜŞÜM	YAPISAL ATIĞIN YOK EDİLMESİ			KALAN YAPISAL ATIK MİKTARI
	YAPISAL ATIK TÜRÜ	YAPISAL ATIK BİRİMİ	YAPISAL ATIK MİKTARI		FONKSİYON DEĞİŞİMİ İLE YENİDEN KULLANIM	TADİLATLA YENİDEN KULLANIM		YAKARAK YOK ETME	GÖMEREK YOK ETME	İDARİ DENETİMİN BELİRTTİĞİ YERE TAŞIMA	
Yapı Alanı Hazırlık Süreci											
...											
Kaba Yapım Süreci											
...											
İnce Yapım Süreci											
...											
Çevre Düzeni											
...											

4.1. Yapı Üretim Sürecinde Oluşabilecek Yapısal Atıkların Tasarım Evresinde Tahmin Edilmesi

Yapının üretim süreci başlamadan önce yapının tasarım sürecinde SMARTWaste, C2C, WRAP, DoW değerlendirme sistemleri, yapım sürecinin tüm bilgilerinin kayıt altına alındığı bir sistemde oluşabilecek atıklar ile ilgili öngörüler oluşturmuşlardır.

• SMARTWaste Değerlendirme Sisteminde Atıkların Tasarım Evresindeki Durumu;

SMARTWaste Yönetimi Planlarında (SWMP) kullanıcılar SMARTWaste hazırlık, uygulama ve yeniden gözden geçirme bölümlerini atladıktan sonra proje ile ilgili gerekli bilgileri kayıt altına almalarını sağlayan dokuz adımı takip etmektedir.






SMARTWaste Bilgi Kaydı;

- Sorumluluklar,
 - Atık minimizasyonu,
 - Atık oluşumu tahmini,
 - Atık yönetimi seçenekleri,
 - Bakım,
 - Eğitim ve iletişim,
 - Gerçekleştirilmiş atık performansı,
 - Uygulamaya devam eden gözden geçirme
 - Nihai tamamlama incelemesi
- aşamalarından oluşmaktadır [43].

- **C2C Değerlendirme Sisteminde Atıkların Tasarım Evresindeki Durumu;**

C2C değerlendirme sisteminde ürünler ve sistemler; enerji, malzeme değerlendirme, kimyasal mukayeseler, temiz üretim yeterliliği ve niteliği, sürdürülebilirlik yönetimi ve optimizasyon için kullanılan malzemeler, malzemelerin yeniden kullanım özellikleri, enerji, su, sosyal sorumluluk kriterleri üzerinden temel, bronz, gümüş, altın ve platin olarak beş derece ölçütü ile değerlendirmektedir (Şekil 10) [45]. Bir sonraki aşamaya geçebilmek için o bölümün tüm gerekliliklerinin yerine getirilmesi gerekmektedir.

C2C değerlendirme sisteminin aktif olarak kullanımıyla birlikte yapım süresince yapısal atıklar da dolaylı olarak kayıt altına alınarak yapısal atık oluşumu en aza indirgenmektedir.

	TEMEL	BRONZ	GÜMÜŞ	ALTIN	PLATİN
 MALZEME DEĞERLENDİRME			✓		
 MALZEMENİN YENİDEN KULLANIMI			✓	✓	
 YENİLENEBİLİR ENERJİ		✓	✓		
 SU YÖNETİMİ			✓		
 SOSYAL SORUMLULUK			✓	✓	

Şekil 10. C2C değerlendirme sistemi [45].

• **WRAP Değerlendirme Sisteminde Atıkların Tasarım Evresindeki Durumu;**

CIRIA, yapım aşamalarının uygulama rehberliğinin ve raporlarından oluşan The Built Environment Knowledgebase’de tüm bilgileri belli başlıklar altında sınıflandırarak kayıt altına almayı sağlamıştır.

BIM ara yüzünde;

- İş durumu,
- Karbon verimliliği,
- Maliyet ve fayda analizi,
- Yıkım,
- Yapı söküm için tasarım,
- Atıkları tasarlama,
- Çöpü atık depolama sahası,
- Lojistik,
- Malzemeler ve ürünler,
- Tesis dışı inşaat,
- Tedarik,
- Geri dönüştürülmüş içerik,
- Yenileme,
- Kaynak verimliliği,
- Atık minimizasyonu

başlıkları altında kayıt edilmektedir [16].

BIM’de bilgilerin kayıt altına alındığı önemli birimler;

- Proje hedefleri,
 - Roller ve sorumluluklar,
 - BIM süreç tasarımı,
 - Tesis ve varlık yönetimi ihtiyaçları,
 - İşbirliği Prosedürleri,
 - Teknolojik altyapı ihtiyaçları,
 - Model standartları ve kuralları
- olarak sınıflandırılmıştır [17].

• **DoW Değerlendirme Sisteminde Atıkların Tasarım Evresindeki Durumu;**

- **Proje günlüğü;** yapı elemanlarının listelendiği, tahmini malzeme tüketimini ve israfını gösteren bölümde tasarım çözümleri ve bu çözümlerin etkilerinin kayıt altına alındığı bölümdür.
- **Performans;** kullanılan ürünleri ve israf tahminlerini ürün tipine göre gösteren bölümdür.
- **Çözümler;** tasarım çözümlerini kaydetmek için kullanılan bölümdür. Çözüm ile ilgili doğru eleman ve tasarım prensibi seçildikten sonra seçilen elemanın tüm çözümleri kaydedilmektedir.
- **Etkiler;** tasarım çözümünü kaydettikten sonra ara yüz üzerinden talep edilmektedir [18].

DoW ile seçilen eylemler ve proje üzerindeki etkileri tanımlandıktan sonra temel ve iyi uygulama kriterlerine göre performansı ölçen bir raporlama sunmaktadır.

• **BREEAM Değerlendirme Sisteminde Atıkların Tasarım Evresindeki Durumu;**

- Bir yapım alanında malzemeleri ayırmak için sınırlı bir alan olduğunda, geri dönüştürülebilir malzemeleri yapım alanı dışında ayırmak ve işlemek için atık yüklenici kullanılmaktadır.
- Tasarım ekibinin, atıkların türlerine göre mümkün olduğunca doğru bir şekilde paylaştırıldığını göstermek için hesaplamalar yapması gerekmektedir.
- Yaklaşık tahminle birlikte kullanılan atık yönetim rotaları arasındaki karşılaştırma, ilgili işin tamamlanmasını takiben ön yıkım bölümü tekrar dikkate alınarak yapılmaktadır. Bu ölçütün amacı, gelecekteki gelişmeleri bilgilendirmek için değerlendirilmekte olan projeden öğrenilen dersleri çıkarmaktır [20]. Konuyla ilgili çalışmaların incelenmesiyle projelerin yapı üretim süreçlerinin kayıt altına alındığı ara yüzlerinin bir sonraki projeye rehberlik edebilmesi için oluşturulduğu görülmüştür.

Yapı üretim sürecinde atıkları en aza indirgeyebilmek için geliştirilen yaklaşım önerisinde proje bilgilerinin ve yapı üretim sürecindeki katılımcıların yer aldığı ön çizelge tamamlandıktan sonra yapı üretim sürecinde hangi işten ne kadar atık çıkacağı, çıkabilecek atığın türü ve birimi tahmin edilerek kayıt altına alınması sağlanmaktadır.

Ankara Ticaret Odasının ön gördüğü yaklaşık olarak oluşabilecek yapısal atık oranları Tablo 7'de verilmiş olup bu doğrultuda yaklaşık atık miktarı tahmini yapılabilir.

Tablo 7. Yapısal atık yaklaşık oranları [46].

1- Adi inşaat tuğlası	% 5
2- Kiremit	% 5
3- Beton bağlama teli	% 1
4- Dikenli tel	% 1
5- Musluk ve benzerleri	% 2
6- Çinko levha	% 1
7- Çivi	% 1
8- Duralit	% 3
9- Siyah ve galvanizli sac	% 1
10- Ateş tuğlası	% 1
11- Lavabo-hela taşı ve benzerleri	% 1
12- Kireç	% 7
13- Büz	% 4
14- Biriket	% 4
15- Asfalt (bitüm)	% 1
16- Yuvarlak inşaat demiri, sac ve profil	% 1
17- Alçı	% 4
18- Oluklu çimentolu elyafı levhalar	% 3
19- Fayans	% 1.5
20- Seramik	% 1.5
21- Vitrifiye sıhhi tesisat malzemesi	% 2.5
22- PVC boru	% 1.5
23- Boru ekleme parçaları	% 1
24- Su ve kalorifer borusu	% 0.5
25- Hertürlü sarı ve kromajlı armatürler ve tes. malz.	% 1
26- Kurşun boru	% 2
27- Küvet	% 2
28- Cam yünü	% 2
29- Isı yalıtım malzemeleri	% 1
30- Banyo ve mutfak aks. (aynalar,klozet kapakları, etejer, dolap, sabunluk, kağıtlık)	% 5
31- Her nev'i radyatör vesair sıhhi kalorifer tes. malz.	% 1
32- Marley	% 4 (m)
33- Keten ve katranlı salmastra	% 5

Yapı üretim sürecinde oluşabilecek atık miktarının, türünün ve biriminin tahmininin yapılabileceği Tablo 8 çalışmanın ilk aşaması olarak ön görülmüştür.

Tablo 8. Yapı üretim süreci ve tahmini yapısal atık miktarı

YAPI ÜRETİM SÜRECİ	TAHMİNİ YAPISAL ATIK		
	YAPISAL ATIK TÜRÜ	YAPISAL ATIK BİRİMİ (kg/ton/m ² /m ³)	TAHMİNİ YAPISAL ATIK MİKTARI
Yapı Alanı Hazırlık Süreci			
Yapı Alanındaki Var Olan Yapının Yıkılması			
Yapı Alanı Kazı İşleri			
Yapı Alanındaki Geçici Yapıların Ohuştırulması			
...			
Kaba Yapım Süreci			
Temel Kazısının Yapılması			
Grobeton			
Temel İzolasyonu			
Temel Kalıbı ve Demir Donatı Yapılması			
Hazır Beton ile Temel Yapılması			
Drenaj Yapılması			
Temel Elektrik Topraklanması			
Bodrum Kat Perde Duvar Kalıp, Demir ve Beton İşleri			
Zemin Kat Kalıp, Demir ve Beton İşleri			
Bodrum Kat Toprak Altı Perdelerinde Su İzolasyonu			
Çatı Yapılması			
Teras Çatı Yapımı			
Kırma Çatı Yapımı			
Yeşil Çatı Yapımı			
Yağmur Oluklarının Ve Yağmur İnişlerinin Yapılması			
Dış ve İç Duvarların Yapılması			
İskele Kurulması			
Dış Sıva Yapılması			
İçeride Su, Elektrik, Kalorifer, Telefon, Televizyon, Sıhhi Tesisata Başlanması			
...			

...			
İnce Yapım Süreci			
Pencerelere Antipas Sürülmüş Profil Demirden Kır Kasaların Takılması			
İç Duvarlarda Ve Tavanlarda İnce Sıva ve Kaba Alçıya Başlanması			
Cephede İzolasyonunun Yapılması			
Dış Kapının ve Pencerelerin Takılması			
Dış Cephe Boyası ve İskelenin Sökülmesi			
İçeride Şap Yapılması			
Islak Hacimlere Döşeme ve Duvarlara Çimento Esaslı Sürme Su Yalıtımı Yapılması			
Döşemede Kaplama Yapılması			
İçeride İnce Alçı ve Boyaya Başlanması			
Korkulukların Montajı			
Elektrik Priz ve Anahtarlarının Montajı			
Kombi ve Radyatörlerin Montajı, Testi			
Islak Hacimlerde Vitrifiye Montajı			
Zemin Kaplamaları Yapılması			
İç Kapıların Montajı			
Balkon Yer Döşemeleri yapılması			
Dolapların Montajı			
...			
Çevre Düzeni			
İstinat ve Bahçe Duvarı Kazı, Kalıp, Demir ve Beton İşleri			
Beton Tretuvar ve Sert Zemin Yapılması			
Sert Zemin Kaplama İşİ			
Peyzaj İçin Kırmızı Toprak Serilme İşİ			
İnşaat Temizliği			
Kaba ve İnce Yapım Sürecinde Ürün Seçimi ve Yapısal Atık İlişkisi			
Kaba ve İnce Yapım Sürecinde Önlenemeyen Durumlarda Oluşabilecek Yapısal Atık Oluşumu			
...			

4.2. Yapı Üretim Sürecinde Çıkan Atık Miktarı ve Oluşum Nedeninin Belirtilmesi

Yapısal atığın;

- Tasarımdan kaynaklı,
- Ekipten kaynaklı,
- Ürünlerin taşınması ve depolanmasından kaynaklı,
- Beklenmeyen durumlarda kaynaklı

olabileceği önceki bölümlerde detaylı şekilde aktarılmıştır. Yapı üretim sürecinde çıkan atık miktarının, türünün ve biriminin belirtildiği, bu atığın oluşum nedeninin gösterildiği ikinci aşama ile atığın takibi yapılabilecektir (Tablo 9).



Tablo 9. Yapı üretim süreci ve çıkan yapısal atığın oluşum nedenleri

YAPI ÜRETİM SÜRECİ	ÇIKAN ATIK MİKTARI			SONUÇ DEĞERLENDİRME		EYLEM			EKİP		BEKLENMEYEN DURUMLARDAN KAYNAKLANAN	
	YAPISAL ATIK TÜRÜ	YAPISAL ATIK BİRİMİ (kg/ton/m³)	YAPISAL ATIK MİKTARI	TAHMİNE UYGUN	TAHMİN DIŞI		TASARIMDAN KAYNAKLI	ÜRÜNLERİN TAŞINMASINDAN KAYNAKLI	ÜRÜNLERİN DEPOLANMASINDAN KAYNAKLI	YAPI UYGULAMA EKİBİNDEN KAYNAKLI		YAPI UYGULAMA DENETİM EKİBİNDEN KAYNAKLI
					AZ	ÇOK						
Yapı Alanı Hazırlık Süreci												
Yapı Alanındaki Var Olan Yapının Yıkılması												
Yapı Alanı Kazı İşleri												
Yapı Alanındaki Geçici Yapıların Oluşturulması												
...												
Kaba Yapım Süreci												
Temel Kazısının Yapılması												
Grobeton												
Temel İzolasyonu												
Temel Kalıbı ve Demir Donatı Yapılması												
Hazır Beton ile Temel Yapılması												
Drenaj Yapılması												
Temel Elektrik Topraklanması												
Bodrum Kat Perde Duvar Kalıp, Demir ve Beton İşleri												
Zemin Kat Kalıp, Demir ve Beton İşleri												
Bodrum Kat Toprak Altı Perdelerinde Su İzolasyonu												
Çatı Yapılması												
Teras Çatı Yapımı												
Kırma Çatı Yapımı												
Yeşil Çatı Yapımı												
Yağmur Oluklarının Ve Yağmur İnşilerinin Yapılması												
Dış ve İç Duvarların Yapılması												
İskele Kurulması												
Dış Sıva Yapılması												
İçeride Su, Elektrik, Kalfifer, Telefon, Televizyon, Sıhhi Tesisata Başlanması												
...												
İnce Yapım Süreci												
Pencerelere Antipas Sürülmüş Profil Demirden Kör Kasaların Takılması												
İç Duvarlarda Ve Tavanlarda İnce Sıva ve Kaba Alçıya Başlanması												
Cephede İzolasyonunun Yapılması												
Dış Kapının ve Pencerelerin Takılması												
Dış Cephe Boyası ve İskelenin Sökülmesi												
İçeride Şap Yapılması												
Islak Hacimlere Döşeme ve Duvarlara Çimento Esaslı Sürme Su Yalıtımı Yapılması												
Döşemede Kaplama Yapılması												
İçeride İnce Alçı ve Boyaya Başlanması												
Korkulukların Montajı												
Elektrik Priz ve Anahtarlarının Montajı												
Kombi ve Radyatörlerin Montajı, Testi												
Islak Hacimlerde Vitrikiye Montajı												
Zemin Kaplamaları Yapılması												
İç Kapıların Montajı												
Balkon Yer Döşemeleri yapılması												
Dolapların Montajı												
...												
Çevre Düzeni												
İstinat ve Bahçe Duvarı Kazı, Kalıp, Demir ve Beton İşleri												
Beton Tretuar ve Sert Zemin Yapılması												
Sert Zemin Kaplama İşleri												
Peyzaj İçin Kırmızı Toprak Serilme İşleri												
İnşaat Temizliği												
Kaba ve İnce Yapım Sürecinde Ürün Seçimi ve Yapısal Atık İlişkisi												
Kaba ve İnce Yapım Sürecinde Önlenebilir Durumlarda Oluşabilecek Yapısal Atık Oluşumu												
...												

4.3. Oluşan Yapısal Atıkların Yönetimi

Yapı üretim sürecinde tahmin edilenin üstünde yapısal atık çıkması durumunda çıkan yapısal atığın yönetilmesi önemlidir. Atığa uygulanacak yeniden kullanım ve geri dönüşüm işlemlerinin önceden belirlenmesi ile gömerek ya da yakarak yok edilmesi gereken yapısal atık miktarı en aza indirgenebilir (Tablo 10).



Tablo 10. Yapı üretim sürecinde yapısal atık yönetimi

YAPI ÜRETİM SÜRECİ	TAHMİN DIŞI YAPISAL ATIK			ATIK YÖNETİMİ					
	YAPISAL ATIK TÜRÜ	YAPISAL ATIK BİRİMİ (kg/ton/m ² /m ³)	YAPISAL ATIK MİKTARI	YENİDEN KULLANIM		GERİ DÖNÜŞÜM	İDARİ DENETİMİN BELİRTTİĞİ YERE TAŞIMA	YAPISAL ATIĞIN YOK EDİLMESİ	
				İŞLEV DEĞİŞİMİ İLE YENİDEN KULLANIM	TADİLATLA YENİDEN KULLANIM			GÖMEREK YOK ETME	YAKARAK YOK ETME
Yapı Alanı Hazırlık Süreci									
Yapı Alanındaki Var Olan Yapının Yıkılması									
Yapı Alanı Kazı İşleri									
Yapı Alanındaki Geçici Yapıların Oluşturulması									
...									
Kaba Yapım Süreci									
Temel Kazı İşleri									
Grobeton									
Temel İzolasyonu									
Temel Kalıbı ve Demir Donatı Yapılması									
Hazır Beton ile Temel Yapılması									
Drenaj Yapılması									
Temel Elektrik Topraklanması									
Bodrum Kat Perde Duvar Kalıp, Demir ve Beton İşleri									
Zemin Kat Kalıp, Demir ve Beton İşleri									
Bodrum Kat Toprak Altı Perdelerinde Su İzolasyonu									
Çatı Yapılması									
Teras Çatı Yapımı									
Kırma Çatı Yapımı									
Yeşil Çatı Yapımı									
Yağmur Oluklarının Ve Yağmur İnişlerinin Yapılması									
Dış ve İç Duvarların Yapılması									
İskele Kurulması									
Dış Sıva Yapılması									
İçeride Su, Elektrik, Kalfifer, Telefon, Televizyon, Sıhhi Tesisata Başlanması									
...									
İnce Yapım Süreci									
Pencerelere Antipas Sürülmüş Profil Demirden Kör Kasaların Takılması									
İç Duvarlarda Ve Tavanlarda İnce Sıva ve Kaba Alçıya Başlanması									
Cephede İzolasyonunun Yapılması									
Dış Kapının ve Pencerelerin Takılması									
Dış Cephe Boyası ve İskelenin Sökülmesi									
İçeride Şap Yapılması									
Islak Hacimlere Döşeme ve Duvarlara Çimento Esaslı Sürme Su Yalıtımı Yapılması									
Döşemede Kaplama Yapılması									
İçeride İnce Alçı ve Boyaya Başlanması									
Korkulukların Montajı									
Elektrik Priz ve Anahtarlarının Montajı									
Kombi ve Radyatörlerin Montajı, Testi									
Islak Hacimlerde Vitrifiye Montajı									
Zemin Kaplamaları Yapılması									
İç Kapların Montajı									
Balkon Yer Döşemeleri Yapılması									
Dolapların Montajı									
...									
Çevre Düzeni									
İstinat ve Bahçe Duvarı Kazı, Kalıp, Demir ve Beton İşleri									
Beton Tretuar ve Sert Zemin Yapılması									
Sert Zemin Kaplama İşi									
Peyzaj İçin Kırmızı Toprak Serilme İşi									
İnşaat Temizliği									
...									

4.4. Yaklaşımın Yöntemi

Yapı üretim aşamasında çıkan atıklar;

- Tasarım aşamasında yaklaşık atık miktarının tahmin edilmesi,
- Çıkan yapısal atıkların neden kaynaklandığının kayıt altına alınması,
- Tahmin edilen ve çıkan yapısal atık arasındaki farkın yönetilmesi aşamalarından geçirilerek en aza indirgenebilir.

SMARTWaste ve WRAP, BREEAM yaklaşımlarına göre tahmini yapısal atık tür ve miktarlarının belirlenmesi ve çıkan atıkların yönetilmesiyle;

- İnşaat, yıkım ve hafriyat atıklarının kapsamlı raporlanması,
- Atık malzemelerinin ayrıntılı bir dökümünün elde edilmesi,
- Basit bir form kullanarak çevrimiçi bilgi girişinin yapılması,
- Kimliği doğrulanmış bir elektronik tablo aracılığıyla toplu veri yüklenmesi,
- Tüm atık hareketlerinin, atık yönetim rotasının, hacim ve/veya tonaj detaylarının ve atık türlerinin takip edilmesi sağlanmaktadır [43, 20, 18].

Doğru planlanma ve bilinçli çalışma ile yapı üretim sürecinde oluşacak yapısal atıklar en aza indirgenebilir. Yapı üretim sürecinde;

- Yapının tasarım sürecinin doğru bir şekilde tamamlanması,
- Uygulama ekibinin sayı ve bilgi olarak yeterli olması,
- Uygulama yönetimi ve denetimi için doğru ekibin oluşturulması,
- Ürün seçiminin doğru yapılması,
- Ürünün şantiyeye taşınması sırasında yaşanabilecek aksaklıkların çözülebilmesi için önceden alınabilecek önlemlerin oluşturulması,
- Kazı sürecinin doğru planlanması,
- Doğal afetler sırasında yaşanabilecek durumların önceden planlanması,
- Kesin projenin kullanıcı talepleri dikkate alınarak yapılması,
- Alternatifli malzeme kullanım planı ve bütçeleri çıkarılarak bununla uyumlu bir satın alma programının yapılması,
- Acil alım gerektirmeyecek şekilde malzeme stoklaması yapılmasıyla ürünlerdeki renk, doku ve ebat farklarının önüne geçilmesi,
- Ürün ihtiyacının doğru tespit edilmesiyle gereksiz firelerin en aza indirgenmesi,
- İş bitiminde artan ürünlerin iade anlaşmalarının önceden planlanması,

- Ürün depolamasının, sayımının ve korunmasının iyi etüt edilerek ürünlerde oluşabilecek hasarların önüne geçilebilmesi,
- Hatalı imalat kayıplarının oluşmaması için işçi eğitimlerine önem verilmesi,
- Verimsiz çalışma zamanlarının hesap edilmesi (tatil, hava koşulları vb.),
- Süre ve iş programı takibinin yapılması,
- Yapım sürecinin kayıt altına alındığı, zamanında raporlamalar ile fiili ve hedeflenen durum mukayesesi yapılarak bir sonraki şantiye planlaması için örnek oluşturulması

sağlanarak yapısal atıkların türü ve miktarı en aza indirgenebilir.

Yapı üretim sürecinde yapısal atıkları azaltmak için;

- Yerel/bölgesel ürün seçerek ürün taşıma sürecinin en aza indirgenmesi sağlanabilir.
- Ürün boyutları ile eşgüdümlü tasarım yaparak ürünlerdeki zorunlu kesim oranlarını en aza indirgenebilir.
- Tasarıma uygun boyut ve biçimde ürünleri seçerek ürünlerdeki zorunlu kesim oranlarını en aza indirgenebilir.
- Metraj işleri hatasız biçimde yapılarak yapımın planlı bir şekilde ilerlemesi sağlanabilir.
- Ürüne uygun uygulama yöntemini seçerek ürünlerin deforme olması engellenebilir.
- Var olan yapıyı belirli oranlarda koruyarak yeniden kullanmak maliyetin, sürenin, işçiliğin ve kullanılacak ürün miktarının azalmasını sağlayabilir.
- Yeniden kullanılabilir durumda olan ya da geri dönüşümlü içeriği olan ürünler seçmek maliyetin, sürenin, işçiliğin ve kullanılacak ürün miktarının azalmasına yardımcı olabilir.

Yapısal atıkları en aza indirgeyebilmek için ilgili idarelerce;

- Atık yönetimi düzenlemelerinin bu konuda çalışan akademisyen ve sivil toplum örgütleri ile birlikte değerlendirilmesi,
- Atık yönetiminin tüm adımlarının yasa ve yönetmeliklerle uyumlu bir şekilde uygulanmasını sağlanması,

o Yasa ve yönetmeliklere uyulmaması durumunda caydırıcı nitelikte cezalar ve yaptırımlar uygulanması,

o Yapı alanlarında yapısal atıkların miktar ve türlerini kayıt altına alan zorunlu bir sistem oluşturulması ve belli aralıklarla denetim sağlanması,

o Yapısal atık geri dönüşüm teknolojileri için geliştirme çalışmasını yapan bir AR-GE biriminin oluşturulması,

o Atıkları toplama ve yok etme görevlerini üstlenmek üzere yerel yönetimlerin yanında ülke genelinde denetim sağlayacak bir merkez oluşturulması ve bu amaçla gerekli yasal düzenlemelerin yapılması

önemlidir.



SONUÇ

Yapı üretim sürecinde oluşacak yapısal atıklar doğru planlanma ve bilinçli çalışma ile en aza indirgenebilir.

Yapının tasarım sürecinin doğru bir şekilde tamamlanması, uygulama ekibinin sayı, bilgi olarak yeterli olması, uygulama yönetimi ve denetimi için doğru ekibin oluşturulması, ürün seçiminin doğru yapılması, ürünün şantiyeye taşınması ve depolanması sırasında yaşanabilecek aksaklıkların çözülebilmesi için önceden alınabilecek önlemlerin oluşturulması, yapı üretimi sonunda çıkan atığın yönetiminin sağlanması ve yapım sürecinin doğru planlanması, tüm sürecin kayıt altına alındığı bir yaklaşımın oluşturulmasıyla yapım sürecinde oluşacak yapısal atık miktarı en aza indirgenebilir.

Bu çalışmada; yapı üretim sürecinde yapısal atıkları önlemek/azaltmak amacı ile öncesinde oluşabilecek yapısal atık miktarının ve türünün tasarım aşamasında ön görüldüğü, çıkan yapısal atıkların oluşum nedenlerinin belirtildiği ve ön görülenden fazla çıkan yapısal atıkların yönetiminin kayıt altına alındığı bir yaklaşımla yapısal atıkların en aza indirgenebileceği ön görülmüştür.

Yapı üretimi aşamasında yeteri kadar önemsenmeyen yapısal atıkların planlama aşamasında göz önünde bulundurulması için yapım süreci ve yapısal atık arasındaki ilişkiye dikkat çekmek, konuyla ilgili gerekli bilinçlendirmeyi sağlamak, yapım sürecindeki katılımcıların bu süreçte aktif olarak rol oynamasını sağlayabilecek bir modelin ilk adımı olan verilerin toplanması aşaması ile katılımcılara yol gösterilmiştir.

Yapı üretim sürecinde yer alan kişilerin/kurumların bilinçlendirilmesi ve bu sürecinin doğru şekilde planlanmasıyla sağlıklı doğal çevrenin oluşacağı, canlı sağlığının korunacağı, doğal kaynakların korunarak çevreye ve ülke ekonomisine katkı sağlanacağı, bilinçli tasarımcı, uygulama ekibi ve denetim ekiplerinin sayısının artacağı düşünülmektedir.

KAYNAKLAR

- [1] T.C. Resmi Gazete, Çevre ve Şehircilik Bakanlığı, Atık Yönetimi Yönetmeliği, Sayı 29314, 02.04.2015
- [2] Salgın, B. Yapı Yaşam Süreçlerinde Yapısal Atıkların Önlenmesine/Azaltılmasına Yönelik Tasarım Yaklaşımları ve Bir Model Önerisi. Yıldız Teknik Üniversitesi Fen Bilimler Enstitüsü Mimarlık Ana Bilim Dalı Yapı Programı Doktora Tezi , 2015, İstanbul.
- [3] Coşkun, H. ve Öztürk, M. Katı Atık Yönetimi Konusunda İnşaat Sektörü Paydaşlarının Algılamaları: Hatay İli Örneği, Mustafa Kemal Üniversitesi, 2012, Hatay
- [4] Tam, V.W.Y. ,Tam, C.M., Re-use of Construction and Demolition Waste in Housing Developments, Nova Science Publications, New York, 2008
- [5] Lauritzen, E.K., Recycling Concrete an Overview of Challenges and Opportunities, Article, Denmark, 2017
- [6] Henrichsen, A., Use of Recycled Aggregates in Europe, presented at Tokyo University, Japan, 2000
- [7] Kumar Metha, P.,Greening of the Concrete Industry for Sustainable Development, Concrete International, 2002
- [8] Uygunoğlu T., Yücel,K.T., Yurtcu,Ş., Betonun Zararlı Ortamlardaki Durumu: Yeraltı Suyu Etkisi Makalesi, Teknolojileri Elektronik Dergisi 29-35, Afyonkarahisar Kocatepe Üniversitesi, 2006
- [9] Coşgun, N., Güler, T., Doğan, B. “Yapısal Atıkların Önlenmesinde/Azaltılmasında Tasarımcının Rolü”, Mimarlık, ss:348, 2009
- [10] T.C. Resmi Gazete, Hafriyat Toprağı, İnşaat ve Yıkıntı Atıklarının Kontrolü Yönetmeliği,25406, 18.03.2004
- [11] TC. Sayıştay Başkanlığı, Türkiye’de Atık Yönetimi Ulusal Düzenlemeler ve Uygulama Sonuçlarının Değerlendirilmesi, Performans Denetimi Raporu, Ocak 2007, Ankara.

- [12] Öztürk, M., İnşaat/Yıkıntı Atıkları, Çevre ve Orman Bakanlığı, Ankara 2017, Alıntı Kasım 2018
- [13] Osmani, M., Glass, J. ve Price, A.D.F., Architect's Perspectives on Construction Waste Reduction by Design, Waste Management, 2008
- [14] SMARTWaste Plan, <http://www.smartwaste.co.uk/swmp/login.jsp>, Erişim, Alıntı Eylül 2018
- [15] Kebabcı,Ö.,"Beşikten Mezara" Değil, "Beşikten Beşiğe": Atık Kavramına Yeni Bir Yaklaşım, v3.arkitera.com,2008, Alıntı Ekim 2018
- [16] Cradle to Cradle Certified Product Standard, <https://www.c2ccertified.org>, Erişim Alıntı, Ekim 2018
- [17] Resource Efficiency Knowledgebase, Ciria, <https://www.ciria.org>, alıntı Ekim 2018
- [18] Designing out Waste Tool for Civil Engineering, Quick Start Guide, Version 1.0 <http://dowtce.wrap.org.uk>, alıntı Ekim 2018
- [19] Materials and resources in LEED v4, <https://www.usgbc.org>, alıntı Ekim 2018
- [20] Breeam Knowledge Base, [<https://kb.breeam.com>], Alıntı Ekim 2018
- [21] Health and Safety Executive, Procuring and managing waste services, <http://www.hse.gov.uk>, Alıntı Ekim 2018
- [22] Scottish Environment Protection Agency , <https://www.sepa.org.uk>, Alıntı Ekim 2018
- [23] Güler,T.,Coşgun,N., Yapı Üretim Sürecinde Belediyelerin Rolü, Çağdaş Yerel Yönetimler Dergisi, 20(2) Nisan 2011
- [24] Mutluay, S.H., Eş Zamanlı Mühendislik İlkelerinin İnşaat Proje Sisteminde Uygulanmasına Yönelik Bir Model, İstanbul Teknik Üniversitesi Fen Bilimler Enstitüsü Doktora Tezi , 2005, İstanbul.
- [25] Güranlı, G. E. İnşaat Mühendisliğinde Yapım ve Ekonomi Ders Notları, İstanbul Teknik Üniversitesi İnşaat Mühendisliği Bölümü, 2013
- [26] Karaman, A. E. Şantiye Tekniği Ders Notları, Balıkesir üniversitesi Mühendislik Mimarlık Fakültesi İnşaat Mühendisliği Bölümü, 2014
- [27] Ustaoglu,S. Serkan., Yapıların Söküm – Yıkım Çalışmalarında Yapısal Atık Yönetiminin İrdelenmesi Ve Öneriler . Yıldız Teknik Üniversitesi Fen Bilimler Enstitüsü Mimarlık Ana Bilim Dalı Yapı Programı Yüksek Lİsans Tezi , 2014, İstanbul.

- [28] T.C. Çevre ve Şehircilik, 2015 yılı Türkiye Çevre Durum (ÇED) Raporu, Yayın no:31, Ankara.
- [29] Türkiye İnşaat ve Tesisat Birim Fiyat Kütüphanesi, www.birimfiyat.net , 2018
- [30] Salgın, B. Türkiye’de Yapısal Atık Yönetimi ile İlgili Yasal Düzenlemeler ve Yetersizlikler, Erciyes Üniversitesi Mimarlık Fakültesi Mimarlık ve Yeniden Dönüşüm Dergisi, 2009
- [31] TC. Atatürk Kültür, Dil ve Tarih Yüksek Kurumu, Türk Dil Kurumu, Ankara
- [32] Karabulut, Ö., Yapı Üretim Sürecinde Kaynak Yönetimi Karar Alma Modeli, Gazi Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü Yüksek Lisans Tezi, Ankara, 2007
- [33] Koramaz, E., Yapı Üretim ve Denetim Süreçleri, VIII. Ulusal Tesisat Mühendisliği Kongresi, 2007
- [34] Kasapoğlu, E. Yapı Malzemesi Üretiminde Kalite Kavramının Artan Önemi Araştırma Makalesi , İstanbul Kültür Üniversitesi.
- [35] Akboğa,Ö., Baradan,S., İnşaat Sektöründe Malzeme Tedarik Yönetiminin Önemi ve Yurtdışı Uygulamaları, 6. İnşaat Yönetimi Kongresi, TMMOB İnşaat Mühendisleri Odası, Bursa, 2011
- [36] Resource efficiency through BIM, <https://ciria.sharefile.com>, alıntı Ekim 2018
- [37] Formoso, C., Soibelman, L., De Cesare, C. ve Isatto, E.,Material Waste in Building Industry: Main Causes and Prevention, J. Construction Eng. Manage, 2002
- [38] Afetlerin Özellikleri, TC.İçişleri Bakanlığı Afet ve Acil Durum Yönetim Merkezi, <http://www.icisleriafad.gov.tr/> , Alıntı Ekim 2018
- [39] Erdin E., Alten A., Tunalı T., İnşaat Atıklarının Değerlendirilmesi, 5. Endüstriyel Hammaddeler Sempozyumu, İzmir, 13-14, 2004
- [40] Seçkin, B. Ö. İstanbul Üniversitesi Orman Fakültesi Dergisi, B-40-4 ,1990
- [41] Macozoma, D., (2001), Building Deconstruction Report, CIB, BOU/C358, Pretoria, South Africa. Sustainable Development," Concrete International, July presented at Tokyo University, Japan, November 2
- [42] Bansal,A., Mishra,G., Bishnoi,S., Recycling And Reuse Of Construction And Demolition Waste: Sustainable Approach, Indian Institute Of Technology , The 7th International Conference on Sustainable Built Environment, Delhi, İndia, 2016
- [43] SMARTWaste Plan, <http://www.smartwaste.co.uk/swmp/login.jsp>, Erişim, Alıntı Eylül 2018

- [44] WRAP, Waste & Resources Action Programme, <http://www.wrap.org.uk/construction/index.html>, Erişim ,alıntı Ekim 2018
- [45] Cradle to Cradle Certified Product Standard, <https://www.c2ccertified.org>, Erişim Alıntı, Ekim 2018
- [46] Fire ve Zayiat Oranları ve Teamül Kararları, Mevzuat Dergisi, <http://www.basarmevzuat.com>, Alıntı Ekim 2018

