

**T.C.  
HASAN KALYONCU ÜNİVERSİTESİ  
LİSANSÜSTÜ EĞİTİM ENSTİTÜSÜ  
MİMARLIK ANABİLİM DALI**



**TÜRK İNŞAAT SEKTÖRÜNDE YAPININ İNŞAAT (İMALAT)  
AŞAMASINDA YAPISAL ATIK OLUŞUMUNU ETKİLEYEN  
FAKTÖRLERİN BELİRLENMESİ**

**Betül Müjdeci ALALI**

**YÜKSEK LİSANS TEZİ**

**GAZİANTEP - 2023**



## LİSANSÜSTÜ EĞİTİM ENSTİTÜSÜ YÜKSEK LİSANS TEZ KABUL VE ONAY FORMU

Mimarlık Anabilim Dalı Yüksek Lisans / Doktora Programı öğrencisi **Betül Müjdeci Alalı** tarafından hazırlanan “**Türk İnşaat Sektöründe Yapının İnşaat (İmalat) Aşamasında Yapısal Atık Oluşumunu Etkileyen Faktörlerin Belirlenmesi**” başlıklı tez, ...../...../..... Tarihinde yapılan savunma sınavı sonucu **başarılı** bulunarak jürimiz tarafından **Yüksek Lisans Tezi** olarak kabul edilmiştir.

| <u>Görevi</u> | <u>Unvanı, Adı ve Soyadı</u> | <u>Kurumu/Üniversitesi</u>  | <u>İmzası:</u> |
|---------------|------------------------------|-----------------------------|----------------|
| Tez Danışmanı | Prof. Dr. Gülden Ayalp       | Hasan Kalyoncu Üniversitesi |                |
| Jüri Başkanı  | .....                        | .....                       |                |
| Jüri Üyesi    | .....                        | .....                       |                |
| Jüri Üyesi    | .....                        | .....                       |                |
| Jüri Üyesi    | .....                        | .....                       |                |

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

Prof. Dr. M.Serhat YENİCE  
Enstitü Müdürü

## **TEZ BİLDİRİMİ**

Bu tezdeki bütün bilgilerin etik davranış ve akademik kurallar çerçevesinde elde edildiğini ve tez yazım kurallarına uygun olarak hazırlanan bu çalışmada bana ait olmayan her türlü ifade ve bilginin kaynağına eksiksiz atıf yapıldığını bildiririm.

## **DECLARATION PAGE**

I hereby declare that all information in this document has been obtained and presented in accordance with academic rules and ethical conduct. I also declare that, as required by these rules and conduct, I have fully cited and referenced all material and results that are not original to this work.

Betül Müjdecı ALALI

Tarih:

## ÖNSÖZ

Hızlı nüfus artışı olan ve şehirleşen ülkelerin gelişen en önemli sektörlerinden biri inşaat sektörüdür. İnşaat sektörünün gelişimi ülkelerin barınma, sosyalleşme, kamusal, istihdam ve ekonomik ihtiyaçlarını karşılamakla birlikte aynı zamanda yapısal atık oluşumunu da tetikleyerek arttırmaktadır. Gelişmiş ve gelişmekte olan ülkelerin en büyük hedeflerinden biri de inşaat sektörünün neden olduğu yapısal atık oluşumunu engellemektir. Çünkü yapısal atık oluşumunun engellenmesi hammadde kullanımını, çevreye verilen zararları, atık oluşumu nedeni ile (bertaraf edilmesi, geri dönüşümü, taşınımı, depolanması) oluşan maddi zararları azaltarak hem ülkelerin ekonomisine hem de çevrenin korunumuna katkı sunacaktır.

Bu çalışmada, yapının inşaat (imalat) aşamasında yapısal atık oluşumuna neden olan kriterler araştırılmıştır. Kapsamlı bir sistematik literatür taraması yapılarak anket verileri oluşturulup uygulanmıştır. Elde edilen veriler neticesinde Türk inşaat sektöründe betonarme yapıların inşaat (imalat) aşamasında yapısal atık oluşumuna neden olan kriterler belirlenmiş ve bu kapsamda yapısal atık oluşumunun engellenebilmesi için öneriler sunulmuştur. Sunulan önerilerin uygulanması ile beraber inşaat aşamasında yapısal atık oluşumunun kaynağından azaltılarak önüne geçilmesi ve inşaat paydaşları olan tasarımcı, müteahhit, şantiye şefi ve işçilere rehber olması amaçlanmıştır.

Betül MÜJDECİ ALALI  
Gaziantep - 2023

## TEŞEKKÜR

Öncelikle tez konusunu seçerken isteklerimi göz önünde bulundurup bana yardımcı olan, kıymetli bilgi, birikim ve tecrübeleri ile yardımlarını esirgemeyen, kendisine danıştığım tüm soru ve sorunlar ile ilgili bana faydalı olabilmek için kıymetli zamanını ayırıp sabırla ilgilenen, tezimin her aşamasında yanına çekinmeden gidebildiğim, güler yüzünü ve samimiyetini benden esirgemeyen ve gelecekteki mesleki hayatımda da bana verdiği değerli bilgilerden faydalanacağımı düşündüğüm, tezimde çok katkısı olan değerli danışman hocam sayın Prof. Dr. Gül den AYALP' e sonsuz teşekkür ve saygılarımı sunarım.

Ayrıca çalışmalarım boyunca beni cesaretlendiren ve destekleriyle beni hiçbir zaman yalnız bırakmayan annem ve babama ve tüm fedakarlıkları için eşime sonsuz teşekkürlerimi sunarım.



**HASAN KALYONCU ÜNİVERSİTESİ**  
**LİSANSÜSTÜ EĞİTİM ENSTİTÜSÜ**  
**MİMARLIK ANABİLİM DALI**

**TÜRK İNŞAAT SEKTÖRÜNDE YAPININ İNŞAAT (İMALAT)  
AŞAMASINDA YAPISAL ATIK OLUŞUMUNU ETKİLEYEN  
FAKTÖRLERİN BELİRLENMESİ**

**Betül Müjdeci ALALI**

**YÜKSEK LİSANS**

**Danışman**  
**Prof. Dr. Gülden AYALP**

**ÖZET**

Şehirleşmenin ve nüfusun hızla artması ile inşaat sektörü büyümekte ve bu durumda tüm dünyada olduğu gibi ülkemizde de yapısal atıklar oluşmasına neden olmaktadır. Oluşan yapısal atıklar ciddi miktarda hammadde kullanımına, su ve hava kirliliği oluşumuna, insan sağlığında olumsuz etkilere ve çevre kirliliğine neden olan ciddi bir sorun haline geldiği bilinmektedir. Gelişmiş ve gelişmekte olan ülkelerde yapısal atık oluşumunun önüne geçilebilmesi amacıyla yapısal atık oluşumunun nedenleri, önleme yöntemleri, geri kazanım yöntemleri, yeniden kullanım yöntemleri, bertaraf yöntemleri ile ilgili araştırmalar yapılmaya başlanmıştır. Yapısal atık oluşum nedenleri ile ilgili ülkemizde tasarım aşaması, yıkım aşaması, üretim süreçleri bağlamında ele alınıp araştırılmışken üretim sürecinin bir aşaması olan ve yapısal atık oluşumunun başlıca faktörlerini barındıran inşaat (imalat) aşaması ile ilgili çalışmalar yapılmamıştır. Bu nedenle çalışma yapısal atık oluşumunun kaynağından azaltılabilmesini mümkün kılabilmeye odaklanmaktadır. Çalışmanın ana araştırma konusu yapının inşaat (imalat) aşamasında yapısal atık oluşumunu etkileyen faktörlerin belirlenmesi ve yapısal atık oluşumunun engellenebilmesi veya azaltılması için çözüm önerileri geliştirilmesidir. Bu kapsamda sistematik literatür taraması yapılarak uluslararası ve ulusal çalışmalar incelenmiş ve veriler toplanmıştır. Toplanan veriler ile anket formu oluşturulmuştur. Sistematik literatür taraması ile yapının inşaat aşamasında yapısal atık oluşumunu etkileyen 54 olası kriter belirlenmiştir. Hazırlanan anket formları Türkiye inşaat sektöründe çalışan mimar, mühendis ve müteahhitlere e-posta ile iletilerek çalışmanın verileri toplanmıştır. Veri toplama işlemi 9 Mart 2022 ve 1 Ocak 2023 tarihleri arasında gerçekleşmiş ve toplamda 162 adet tamamlanmış anket formundan elde edilen bilgiler ile çalışmanın verileri elde edilmiştir. Toplanan verilerin istatistiksel analizleri “Office 365 Excel 2022” ve “SPSS 23.0 for Windows” paket programları aracılığı ile yapılmıştır.

**Anahtar Kelimeler:** Yapı, İnşaat, İmalat, Atık, Yapısal atık, Türk İnşaat Sektörü

HASAN KALYONCU UNIVERSITY  
GRADUATE EDUCATION INSTITUTE  
DEPARTMENT of ARCHITECTURE

**DETERMINING FACTORS AFFECTING THE CONSTRUCTION  
WASTE DURING THE CONSTRUCTION PHASE OF THE  
BUILDING IN THE TURKISH CONSTRUCTION INDUSTRY**

**Betül Mjdec Alal**

**MASTER THESIS**

**Advisor**  
**Prof. Dr. Glden AYALP**

**ABSTRACT**

With the rapid increase in urbanization and population, the construction sector is growing and this situation causes the formation of structural wastes in our country as well as all over the world. It is known that the resulting structural wastes have become a serious problem that causes the use of high amounts of raw materials, water and air pollution, negative effects on human health and environmental pollution. In order to prevent the formation of structural waste in developed and developing countries, research has begun on the reasons for the formation of structural waste, prevention methods, recovery methods, recycling methods, disposal methods. In our country, the design phase, the demolition phase of the buildings, the building production processes have been investigated in general regarding the causes of construction waste generation, but no studies have been conducted on the construction phase, which is a phase of the building production process and contains the main factors of structural waste generation. For this reason, the study focuses on making it possible to reduce structural waste generation at the source during the construction phase. The main research subject of the study is to determine the factors affecting the formation of structural waste during the construction phase of the building and to develop solutions to prevent or reduce the formation of structural waste. In this context, international and national studies were examined and data were collected by systematic literature review. A questionnaire form was created with the collected data. With a systematic literature review, 54 possible criteria that affect the structural waste of the building during the construction phase were determined. The prepared questionnaires were sent to people who they working in the construction sector as architects, engineers and contractors in Turkey by e-mail and the data of the study were collected. Data collection was 9 March 2022 and 1 January 2023. And the data of the study were obtained with the information obtained from a total of 162 completed questionnaires. Statistical analyzes of the collected data were made using the "Office 365 Excel 2022" and "SPSS 23.0 for Windows" package programs.

**Keywords:** Building, Construction, Construction Phase, Waste, Construction waste, Turkish construction industry

# İÇİNDEKİLER

|   |          |
|---|----------|
| ÖNSÖZ.....  | iv       |
| TEŞEKKÜR .....  | vii      |
| ÖZET .....  | vi       |
| ABSTRACT .....  | viii     |
| İÇİNDEKİLER .....   | viii     |
| ÇİZELGE LİSTESİ.....  | x        |
| ŞEKİL LİSTESİ .....   | xi       |
| SİMGELER VE KISALTMALAR .....   | xii      |
| <b>1. GİRİŞ.....</b>  | <b>1</b> |
| 1.1. Problemin tanımlanması .....   | 1        |
| 1.2. Problemin tamamlanması.....  | 2        |
| 1.3. Çalışmanın Amacı, Önemi ve Sınırlılıkları.....                               | 3        |
| <b>2. KAVRAMSAL ÇERÇEVE.....</b>  | <b>5</b> |
| 2.1. Literatür Taraması.....  | 5        |
| 2.1.1. Uluslararası çalışmalar.....   | 5        |
| 2.1.2. Ulusal çalışmalar.....   | 15       |
| 2.2. Atık Kavramı ve Atık Çeşitleri.....  | 17       |
| 2.2.1. Evsel (belediye) atıkları .....  | 17       |
| 2.2.2. Tıbbi atıklar.....   | 17       |
| 2.2.3. Tehlikeli atıklar.....   | 17       |
| 2.2.4. Tarımsal atıklar .....   | 18       |
| 2.2.5. Endüstriyel atıklar.....   | 18       |
| 2.2.6. İnşaat ve yıkıntı atıkları (yapısal atıklar) .....                         | 18       |
| 2.3. Türkiye’ de Atıklar ile ilgili Yasal Mevzuat.....                            | 25       |
| 2.3.1. Hafriyat toprağı, inşaat ve yıkıntı atıklarının kontrolü yönetmeliğı ..... | 26       |
| 2.4. Yapısal Atık Oluşum Nedenleri ve Yapısal Atık Türleri.....                   | 30       |
| 2.4.1. Alan (hafriyat) atıkları .....   | 31       |
| 2.4.2. Yapım sırasında oluşan (saha) malzeme atıkları.....                        | 32       |
| 2.4.3. Yenileme/onarım atıkları .....   | 33       |
| 2.4.4. Yıkım/söküm atıkları .....   | 34       |
| 2.4.5. Afet/yıkım atıkları.....   | 35       |
| 2.5. Yapı Üretim Aşamaları ve Yapısal Atık İlişkisi.....                          | 36       |
| 2.5.1. Tasarım aşaması ve yapısal atık ilişkisi.....                              | 37       |
| 2.5.2. Yapım aşaması ve yapısal atık ilişkisi .....                               | 38       |
| 2.5.3. Kullanım (yenileme/onarım) aşaması ve yapısal atık ilişkisi .....          | 43       |
| 2.5.4. Yıkım aşaması ve yapısal atık ilişkisi.....                                | 43       |

|   |            |
|---|------------|
| <b>3. MATERYAL VE YÖNTEM</b> .....                                    | <b>44</b>  |
| 3.1. Materyal .....   | 44         |
| 3.2. Evren ve Örneklem Grubu .....                                    | 44         |
| 3.3. Yöntem.....  | 45         |
| 3.3.1. Sistematik literatür taraması (SLT).....                       | 46         |
| 3.3.2. Anket formunun hazırlanması.....                               | 56         |
| 3.3.3. Verilerin toplanması.....                                      | 56         |
| 3.3.4. Verilerin analizi.....   | 57         |
| <b>4. ARAŞTIRMA BULGULARI</b> .....                                   | <b>62</b>  |
| 4.1. Güvenilirlik Analizi (Cronbach's Alpha) .....                    | 62         |
| 4.2. Tanımlayıcı İstatistikler .....                                  | 62         |
| 4.2.1. Verilerin normallik dağılımı .....                             | 63         |
| 4.2.2. Verilerin yüzde (%) ve frekans (f) dağılımı.....               | 63         |
| 4.3. Göreceli Önem Sıralaması .....                                   | 83         |
| 4.4. Açıklayıcı Faktör Analizi (AFA) .....                            | 85         |
| 4.5. Tartışma .....   | 89         |
| 4.5.1. İşçi ve işçilik hataları .....                                 | 90         |
| 4.5.2. Tasarım, sözleşme ve yönetim hataları .....                    | 91         |
| 4.5.3. Saha yönetimi ve imalat hataları.....                          | 92         |
| 4.5.4. Dış faktörler .....  | 93         |
| <b>5. SONUÇLAR VE ÖNERİLER</b> .....                                  | <b>94</b>  |
| 5.1. Sonuçlar .....   | 94         |
| 5.2. Öneriler .....   | 95         |
| 5.2.1. İşçi ve işçilik hatalarına ilişkin öneriler.....               | 95         |
| 5.2.2. Tasarım, sözleşme ve yönetim hatalarına ilişkin öneriler ..... | 97         |
| 5.2.3. Saha yönetimi ve imalat hatalarına ilişkin öneriler.....       | 99         |
| 5.2.4. Dış faktörlere ilişkin öneriler.....                           | 100        |
| <b>KAYNAKÇA</b> .....   | <b>102</b> |
| <b>EKLER</b> .....  | <b>109</b> |

## ÇİZELGE LİSTESİ

|  |    |
|--|----|
| <b>Çizelge 2.1.</b> 2010-2020 yılları arasında oluşan toplam atık miktarı.....   | 20 |
| <b>Çizelge 2.2.</b> 2010-2016 yılları arasında 37 Avrupa ülkesinde oluşan inşaat ve yıkım atıkları.....  | 22 |
| <b>Çizelge 2.3.</b> Bazı İllerin 2017 yılı hafriyat toprağı ve inşaat/yıkıntı atık miktarları.....   | 23 |
| <b>Çizelge 2.4.</b> Türkiye’ deki yapısal atıklar ile ilgili dolaylı ve doğrudan ilişkili yönetmelikler.....   | 25 |
| <b>Çizelge 3.1.</b> Örneklem grubunun demografik yapısını belirlemeye ilişkin soru verilerinin yüzde ve frekans dağılımları.....   | 44 |
| <b>Çizelge 3.2.</b> Ankette yer alan kriterler ve literatürdeki kaynakları.....  | 51 |
| <b>Çizelge 3.3.</b> Anketlerin değerlendirilmesinde kullanılan değerlendirme/puanlama kriterleri.....  | 58 |
| <b>Çizelge 4.1.</b> Anket sorularının güvenilirlik analizi.....  | 62 |
| <b>Çizelge 4.2.</b> Örneklem grubunun yapısal atık kavramı ile ilgili bilgi düzeyi.....  | 63 |
| <b>Çizelge 4.3.</b> Yapı inşaat aşamasında tasarım nedeniyle yapısal atık oluşumuna neden olan kriterlerin tanımlayıcı istatistikleri.....                               | 64 |
| <b>Çizelge 4.4.</b> Tedarik nedeniyle yapı inşaat aşamasında yapısal atık oluşumuna sebep olan kriterlerin tanımlayıcı istatistikleri.....                               | 68 |
| <b>Çizelge 4.5.</b> Malzeme nakliyesi nedeniyle yapı inşaat aşamasında yapısal atık oluşumuna sebep olan kriterlerin tanımlayıcı istatistikleri.....                     | 70 |
| <b>Çizelge 4.6.</b> Planlama ve Yerde Yönetim nedeniyle yapı inşaat aşamasında yapısal atık oluşumuna sebep olan kriterlerin tanımlayıcı istatistikleri.....             | 72 |
| <b>Çizelge 4.7.</b> Malzemelerin depolanması ve taşınması nedeniyle yapı inşaat aşamasında yapısal atık oluşumuna sebep olan kriterlerin tanımlayıcı istatistikleri..... | 75 |
| <b>Çizelge 4.8.</b> İmalat nedeniyle yapı inşaat aşamasında yapısal atık oluşumuna sebep olan kriterlerin tanımlayıcı istatistikleri.....                                | 77 |
| <b>Çizelge 4.9.</b> İşçi nedeniyle yapı inşaat aşamasında yapısal atık oluşumuna sebep olan kriterlerin tanımlayıcı istatistikleri.....                                  | 78 |
| <b>Çizelge 4.10.</b> Diğer faktörlerin neden olduğu yapı inşaat aşamasında yapısal atık oluşumuna sebep olan kriterlerin tanımlayıcı istatistikleri.....                 | 81 |
| <b>Çizelge 4.11.</b> Yapısal atık oluşumuna neden olan kriterlerin göreceli önem sıralaması.....   | 83 |
| <b>Çizelge 4.12.</b> 54 kriterin Açıklayıcı Faktör Analizi.....  | 86 |

## ŞEKİL LİSTESİ

|  |    |
|--|----|
| Şekil 2.1. Hafriyat toprağı, İnşaat ve Yıkıntı Atıkları Yönetmeliğı..... | 27 |
| Şekil 2.2. Sahada hafriyat çalışması.....                                | 32 |
| Şekil 2.3. İmalat çalışmaları sırasında oluşan yapısal atıklar.....      | 33 |
| Şekil 2.4. Yenileme/onarım sonucu açığa çıkan yapısal atık örneğı.....   | 34 |
| Şekil 2.5. Bir binanın yıkımı.....                                       | 35 |
| Şekil 2.6. Bir binanın deprem nedeni ile yıkımı.....                     | 36 |
| Şekil 3.1. Araştırma yöntemi şeması.....                                 | 46 |
| Şekil 3.2. Literatür Taraması Aşamaları.....                             | 48 |



## SİMGELER VE KISALTMALAR

### Simgeler

**f:** Frekans

**p:** Anlamlılık Düzeyi

**$\bar{X}$ :** Ortalama

**$\alpha$ :** Alpha

**$\sigma$ :** Standart Sapma

### Kısaltmalar

**SLT:** Sistemik literatür taraması

**SPSS:** Statistical Package for the Social Sciences

**GÖİ:** Göreceli Önem İndeksi

**AFA:** Açıklayıcı Faktör Analizi

## 1. GİRİŞ

Artan nüfus ile alt yapı ve üst yapı projelerinin artması inşaat yapım faaliyetlerinin artmasına neden olmuştur. İnşaat yapım işlerinin artması ise yapısal atık miktarı artışlarına kaynaklık etmiştir (Reid vd., 2016). Yapısal atık oluşumunun çevreye verdiği zararların üstesinden gelmek için etkili bir inşaat atığı yöntemi olması gereklidir (Hasmori vd., 2020). Belirtilen nedenle yapısal atıkları yönetmek ve azaltmak önem arz etmektedir (Yang vd., 2020). Faniran ve diğerleri (1998) ile Rundle ve diğerleri (2019) inşaat atıklarının en aza indirilmesi için birinci stratejinin atıkların oluşum nedenini belirleyip ortadan kaldırmak ve yapısal atık oluşumunu oluşmadan azaltmak olduğunu belirtmiştir. Yaygın olarak kabul edilen atık yönetimi hiyerarşisi sırasıyla kaynağında atık azaltma, yerinde yeniden kullanım, geri dönüşümdür. Bu hiyerarşiye göre yapısal atıkları azaltmak için en önemli faktörün kaynağından azaltma olduğu kabul edilir (Yang vd., 2020). Yapısal atık oluşumunu başlamadan azaltma kararları toplam oluşan atıkların %27,05'ini azalttığı belirlenmiştir (Ding vd., 2016). Yapısal atıkların oluştuğu yapı üretim aşamasında yapısal atıklara neden olan faktörlerin belirlenmesi yapısal atık miktarını azaltmak için etkili bir stratejidir (Gavilan vd., 1994).

### 1.1. Problemin Tanımlanması

Literatürde yapısal atıkların oluşum nedenleri ve minimize edilme yöntemleri ile ilgili çok sayıda çalışma bulunmaktadır. Konuyla ilgili yapılan çalışmalarda yapının inşaat sürecinde yapısal atık oluşumuna neden olan faktörler tasarım aşamasında yapılan hatalar, işçi ve işçilik hataları ve diğer faktörler (hava şartları, hırsızlık) nedeniyle yapısal atık oluşumunu belirleyen çalışmalar olarak iki gruba ayrılmıştır.

Tasarım aşamasında yapılan hatalar sonucunda yapısal atık oluştuğunu tespit eden Yuan (2013), Jayamathan ve Remeezdeen (2014), Zakeri vd. (1996), Coşgun vd. (2007), Poon (2007), Wu (2016), Bossink ve Brouwers (1996), Chandrakanthi vd. (2002), Coşgun vd. (2009), Couto vd. (2018), Ekanayake vd. (2000), Faniran ve Caban (1998), Innes (2004), Li vd. (2015), Osmani vd. (2008), Salgın (2015) gibi araştırmacılar yapısal atıkların büyük bölümünün mimarların tasarım sürecinde aldığı hatalı kararlardan kaynaklı olduğu görüşüne varmışlardır. %33' ünün tasarım hatalarından kaynaklandığı belirtilmektedir (Innes, 2004).

Saha operasyonları nedeniyle yapısal atık oluştuğunu tespit eden Osmani vd., (2016), Kulatunga vd. (2006), Hosseini vd. (2015), Sun vd. (2015), Begum (2009), Al-sari vd. (2012), Calvo vd. (2014), Ghoddousi vd. (2015), Marzouk vd. (2014), Ding vd. (2016), Wu vd. (2015), Zhao vd. (2010), Lu vd. (2016), Ekanayeke vd., (2016); Bossink ve Brouwers, (1996); Ghafourian vd. (2018); Poon, (2007); Swinburne vd., (2010); Khaled vd. (2018); Doust vd., (2020); Luangcharoentral vd., (2019); Nagapan vd., (2011); Agyekum vd., (2013); Arşad vd., (2017); Ameh vd., (2013); Ikau, vd., (2016); Al-Hajj vd., (2011) gibi araştırmacılar yapısal atıkların oluşmasında en büyük payın yüklenici (müteahhit) bilinçsizliğinden, şantiye sırasında yapılan hatalardan ve maddi karın toplumsal faydanın önüne geçmesinden kaynaklandığını vurgulamışlardır. Bu araştırmalarda yapısal atıkların azaltılması ile ilgili devletin teşvik vermemesi, teşviklerin yetersiz kalması, atıklar ile ilgili denetimlerin yetersiz kalınmasının da önemi vurgulanmıştır.

Bu kapsamda gelişmiş ve gelişmekte olan pek çok ülkede yapısal atığın en etkili azaltılma yöntemi olan atık oluşum nedenleriyle ilgili araştırmalar yapıldığı bilinmektedir (Malezya, ABD, Çin, Hong Kong, Nijerya, Suudi Arabistan, Ürdün, Letonya, Türkiye, İspanya, Irak). Literatürde yapısal atıkların oluşum nedenleri ve minimize edilme yöntemleri ile ilgili çok sayıda çalışma bulunmaktayken ülkemizde konuyla ilgili çalışma sayısının azlığı dikkat çekmektedir. Gelişmekte olan bir ülke olarak Türkiye’de yapısal atık oluşumuna kaynaklık eden nedenlerin belirlenmesine yönelik çok fazla çalışma yapılmamış oysaki yapısal atık oluşumuna kaynaklık eden nedenlerin bilinmesi yapısal atık miktarının azaltılması, hammaddelerin korunması ve çevre kirliliğinin azalması açısından önem arz etmektedir.

## **1.2. Problemin Tamamlanması**

Tüm Dünya’da olduğu gibi yapısal atıkların oluşumu ve birikimi Türkiye içinde ciddi sorun oluşturmaktadır. Bu sorunun giderilmesi için tanımlanan kriterler ile yapının inşaat (imalat) aşamasında oluşan yapısal atıkların kaynaklarının belirlenmesine yönelik yapı üretiminin diğer aşamaları, yapı üretim operasyonları arasındaki ilişkinin ortaya çıkarılması önem arz etmektedir. Bu kapsamda, bu çalışmada yapı inşaat (imalat) sürecinde oluşan yapısal atıkların yapı üretiminin diğer aşamaları ve yapı üretim operasyonları arasındaki ilişki araştırılmış ve inşaat aşamasında yapısal atık oluşumuna kaynaklık eden nedenler belirlenmiştir.

### 1.3. Çalışmanın Amacı, Önemi ve Sınırlılıkları

Yapısal atıklarının azaltılması, aynı zamanda çevre kirliliğini azaltmak, çöp sahası kullanımını en aza indirmek ve gelecek nesillerimizin faydalanabilmesi için yenilenemeyen ham madde kullanımını en az seviyeye düşürmek için çevreye fayda sağlayacağı şüphesizdir (Doust vd., 2020). Belirtilen nedenlerle bu çalışmada yapı üretim sürecinin tasarım aşamasından yıkım aşamasına kadar tüm süreçleri göz önünde bulundurularak Türk İnşaat sektöründe inşaat aşamasında yapısal atık oluşumuna neden olan faktörlerin belirlenmesi amaçlanmıştır. Yapılan bu çalışma ile çevre kirliliğinin önlenmesi, hammadde kullanımının azaltılması, yapısal atık oluşumunun azaltılmasına öncülük etmenin yanı sıra yüklenici ve mal sahibi paydaşları geliştirilmiş atık minimizasyon uygulamalarıyla maddi verimlilik elde edebileceklerdir.

Türkiye’ de yapı üretim süreçleri, tasarım aşamasının yapısal atık oluşumuna etkisi, yıkım aşamasının yapısal atık oluşumuna etkisi ile ilgili çalışmalar yapılmış ancak inşaat aşamasında yapısal atık oluşumuna kaynaklık eden nedenler ile ilgili çalışma yapılmamıştır. Bu nedenle, bu çalışma yapısal atık oluşumunun ana sebeplerini kapsamlı ve ülke genelindeki durumu gerçekçi bir şekilde tespit edebilecek niteliktedir. Bu kapsamda yapı inşaat (imalat) aşamasında yapısal atık oluşumunu etkileyen kriterler belirlenmiştir.

Türkiye ölçeğinde sınırlandırılmış bu çalışmanın evrenini Türkiye’ de inşaat sektöründe çalışan tüm proje müellifi mimar, proje müellifi inşaat mühendisi, şantiye şefi, müteahhitler ve diğer mühendisler oluşturmuştur. Çalışma kapsamında hazırlanan anket çevrimiçi olarak Türkiye’ deki mimar, mühendis ve müteahhitler ile paylaşılmıştır. Hazırlanan anket 9 Mart 2022 – 1 Ocak 2022 tarihleri arasında 162 inşaat sektörü paydaşı tarafından cevaplanmıştır. 1 Ocak 2023 tarihinden itibaren veri toplanması durdurulmuştur. Toplanan veriler ile ülke genelinde yapısal atık oluşumunu etkileyen sebeplerin belirlenmesine yönelik gerçekçi ve somut verilere ulaşılması hedeflenmiştir.

Bu kapsamda, bu çalışmada Türk inşaat sektöründe yapının inşaat (imalat) aşamasında yapısal atık oluşumunu etkileyen faktörlerin belirlenmesi amaçlanmıştır. Bu hedef doğrultusunda;

- Yapı üretim aşamalarının belirlenmesi,
- Yapı üretim aşamalarının her birinde yapısal atık oluşumuna etki eden nedenlerin belirlenmesi,

- Yapı üretim aşamalarının her birinin inşaat aşamasında yapısal atık oluşumuna katkısının tespit edilmesi,
- İnşaat (imalat) aşamasında yapısal atık oluşumuna neden olan operasyonlarının belirlenmesi,
- İnşaat (imalat) aşamasında yapısal atık oluşumuna neden olan malzemelerin belirlenmesi,
- Yapının inşaat (imalat) aşamasında yapısal atık oluşumunu etkileyen kriterler kapsamında öneriler getirilmesi amaçlanmıştır.

Çalışma sonucunda yapının inşaat (imalat) aşamasında yapısal atık oluşumunu etkileyen faktörler ve azaltılabilmesi için ne yapılması gerektiği sıralı analizlerle açıklanmıştır.



## 2. KAVRAMSAL ÇERÇEVE

### 2.1. Literatür Özeti

İnşaat sektöründe yapısal atık oluşumu ile ilgili pek çok çalışma bulunmaktadır. Çalışma kapsamında literatür taraması yapılarak yapısal atıkların oluşumu ile ilgili daha önce yapılmış uluslararası ve ulusal araştırmalar incelenmiş ve özetlenmiştir.

#### 2.1.1. Uluslararası çalışmalar

Bialko ve diğerleri (2021), yapısal atıkların azaltılmasına öneri sunmak amacıyla yaptıkları çalışmada ilk olarak konu ile ilgili literatür taraması yapmışlar ve yapısal atıkları azaltma ile ilgili 13 faktör ortaya çıkarmışlardır. Daha sonra literatür taramasından toplanan veriler ile anket çalışması yapılmıştır. Çalışma sonucunda belirlenen 13 faktörden 7'sinin yapısal atık oluşumu ile ilişkili olduğu sonucuna varılmıştır. Anketler sonucunda yapısal atık oluşumunu azaltabilecek 7 faktör; uygun depolama alanının seçilmesi, çalışanları eğitmek, malzemelerin uygun taşıyıp boşaltılması, prefabrik elemanlar kullanmak, atık yönetimi akışı için teknolojik sistemlerin kullanılması, şantiye de ürünlerin yeniden kullanımının sağlanması, alt yükleniciler ile koordinasyonun artması olarak belirlenmiştir.

Sweis ve diğerleri (2021), Ürdün'de yapısal atıkların oluşum nedenlerini araştırmış ve atık oluşumunu azaltmak için öneriler sunmuştur. Çalışmada iki nicel yöntem kullanılmıştır. İlk olarak kapsamlı literatür taramasından faydalanarak 49 faktör belirlemişlerdir. Belirlenen faktörler, tasarım ve sözleşme belgeleri, malzemelerin taşınması ve depolanması, proje personeli, saha yönetimi ve denetimi, dış faktörler olmak üzere 5 gruba ayrılmıştır. İkinci aşamada anket çalışması yapılmış ve elde edilen verilerle atık oluşumunu en fazla etkileyen grubun tasarım ve sözleşme belgeleri en az etkileyen grubun ise dış faktörler olduğunu sonucuna varılmıştır. Tasarım ve sözleşme belgeleri grubunda ise yapısal atık oluşumunu en fazla etkileyen faktör inşaat aşamasında sık tasarım değişiklikleri olarak belirlenmiştir.

Rondinoel-Oviedo (2021), Peru gibi gelişmekte olan bir ülkede yapısal atıkların yapının hangi aşamalarında oluştuğunu araştırmıştır. Çalışmanın verileri literatür taramasının yanı sıra inşaatı aktif olarak devam eden 265 adet inşaat firmalarına uygulanan anketlerle inşaat sektörü paydaşları ile yapılan görüşmelerle elde edilmiştir.

Anket verilerinden elde edilen sonuçlara göre sırasıyla en fazla yıkım aşamalarında, kaba sıva, hafriyat, kaba yapının yapılma ve ince sıva aşamasında yapısal atık oluştuğu tespit edilmiştir.

Hasmori ve diğerleri (2020), yapı inşaatı sırasında yapısal atık oluşumuna etki eden faktörleri ve yapısal atık miktarının azaltılmasına yardımcı olabilecek atık yönetim planları geliştirmişlerdir. Çalışma kapsamında detaylı bir literatür taraması yapıp önceki çalışmalardan 54 uygulama bulunmuş ve uygulanma sıklıklarını belirleyebilmek için haritalama tekniği kullanılmıştır. Bu çalışmanın sonucunda yapısal atık miktarını azaltmak için iş gücünün bilinçlendirilip eğitilmesinin, saha dışı üretilen ürünlerin kullanılmasının, belirli malzemeler için atık ayrışımının yapılması gerektiği, tasarım ve malzemelerin standardizasyonu ve inşaat malzemelerinin uygun şekilde taşınması gerektiği belirlenmiştir.

Tambovceva ve diğerleri (2020), Letonya'daki inşaatların yapımı sırasında oluşan atıkların nedenlerini araştırarak daha verimli atık yönetim planlarının ana başlıklarını belirlemişlerdir. Araştırma yöntemi olarak kapsamlı literatür taraması yapıp bunun sonucunda anket oluşturulmuştur. Hazırlanan anket profesyonel inşaat sektörü paydaşlarından oluşan örneklem grubuna uygulanmıştır. Anketler sonucunda toplanan verilere çeşitli nicel analizler yapılmıştır. Analiz sonuçlarına göre yapısal atıklar ile yapı inşaat aşaması arasındaki ilişki anlamlı bulunmuştur. Binanın kaba inşaatı yapımında en fazla miktarda beton ve beton blokların atık oluşturduğu, sonraki aşama olan bina yalıtımı sırasında ısı yalıtım malzemesi atığı oluştuğu, bina çerçevesinin tamamlanmasından sonra ise alçıpan, taş yünü, metal profiller, boya kutuları, fayanslar gibi çeşitli ürünlerden atık oluştuğu, bir yapının inşaatı bitiminde ise ağırlıklı olarak karton ve ambalaj atıkları oluştuğu belirlenmiştir.

Latif ve diğerleri (2020), Umman'ın Maskat ve Nizwa şehirlerinde yapının inşaat aşamasında yapısal atık oluşumunun temel nedenlerini araştırmışlardır. Çalışmanın yöntemi nicel ve nitel yaklaşımlardan oluşmaktadır. İlk olarak kapsamlı bir literatür taraması yapılarak yapısal atık oluşumuna neden olan 71 faktör belirlenmiştir. Sonraki aşamada anket düzenlenerek inşaat sektörü profesyonellerine (müteahhit, inşaat mühendisi) uygulanmıştır. Anket ile elde edilen verilerin analizi sonucunda tasarım aşaması, yapım aşaması, çalışanlar, yönetim, tedarik ve saha koşulları ile ilgili faktörlerin göreceli önem sıralaması yapılmıştır.

Mahamid (2020), Suudi Arabistan'daki malzeme atığı ve yeniden yapım işleri arasındaki ilişkiyi araştırmıştır. Kapsamlı sistematik literatür taramasından sonra

yeniden yapım ve malzeme atığı oluşumunun nedenlerini belirlemek amacıyla soru formu hazırlanarak inşaat sektöründeki müteahhitler, mimarlar ve mühendislere uygulanmıştır. Anket çalışmasının yanı sıra vaka çalışması yapılmış ve belirlenen inşaatlardan veriler toplanmıştır. Yapılan bu çalışmanın sonucunda eğitimsiz işçi çalıştırılması, işçi hatalarından kaynaklı yeniden yapım işlerinin çıkması, en düşük teklif veren yüklenicinin seçilmesi, sık tasarım değişiklikleri, tasarım ve detaylarının hataları yeniden yapım işlerinin ve malzeme atığının artmasına neden olan faktörler olarak belirlenmiştir.

Yang ve diğerleri, (2020) işçilerden kaynaklı planlı davranış teorisine dayalı yapısal atık oluşum nedenlerini araştırmış ve nedenselliğini bulabilmek için simülasyon modeli geliştirmişlerdir. Konuyla ilgili literatür taraması yapılmış ve bunun sonucunda yapısal atık oluşumunu önleme eylemlerini 3 temel grupta sınıflandırmışlardır. Bunlar; önleyici eylemler (işçilere ders verme, bilgi ve beceri eğitimi, ileri teknoloji ve ekipman kullanımı eğitimi), aktif olmayan eylemler (inşaat yöneticilerinin atık oluşmaması üzerinde çalışma yapmaları ve sahada denetim yapmaları denetimler sonucunda ödül ve ceza verme, atık azaltma stratejilerine göre saha alanını düzenleme ), önceliklendirme eylemleridir (yapısal atık azaltmak için bütçe ayırma, işçi davranışlarını kontrol etme ve düzenleme, yapısal atık yönetimi ile ilgili uzmanlarla çalışma). Araştırma sonuçlarına göre aktif olmayan eylemler ile önceliklendirme eylemlerinin önleyici eylemlere göre yapısal atık oluşumunu azaltmada daha etkili olduğu sonucuna varılmıştır.

Abidin ve diğerleri, (2020) Malezya’da müteahhitlerin inşaat sektöründe çevre koruma stratejileri ile ilgili algılarını belirlemiş, uygulanabilirliğini ve gereksinimleri ortaya koymuşlardır. Çalışma kapsamında ilk olarak literatür taraması yapılmış ve daha sonra müteahhitler ile görüşülmüştür. Araştırmanın ilk aşamasından elde edilen verilerle doğal çevrenin korunması, atık yönetimi, malzemelerin yeniden kullanımı ve geri dönüşümü, saha yönetimi ve kaynak tüketimi olmak üzere 5 ana çevre koruma stratejisi belirlenmiştir. Yapılan görüşmeler sonucunda ise müteahhitlerin çevre koruma stratejisi ile ilgili bilgilerinin olmadığı, atık malzemelerin yeniden kullanımı ile ilgili sahada inşaat ustalarının kendi yöntemlerinin olduğu ve değerlendirdiklerini, atık yönetim stratejilerini uygulamanın maliyet artışına neden olacağı belirlenmiştir.

Hassan ve diğerleri, (2020) Malezya’da konut yapılarında yapısal atık oluşum nedenlerini ve seçilen inşaatlarda yapısal atık miktarlarını belirlemişlerdir. Araştırmada veri toplama yöntemi olarak saha gözlemi yapılmış ve işçilerle görüşmeler yapılmıştır. Yapılan araştırmanın sonucunda atık oluşumunun nedenlerinin saha yönetiminin planlı

ve dikkatli olmaması ve işçi davranışlarından kaynaklı olduğu sonucuna varılmıştır. Oluşan yapısal atık türlerinin ise beton atıkları, ahşap atıkları, kiremit atıkları olduğu tespit edilmiştir.

Kim ve diğerleri, (2019) yeni konut inşaatı sırasında oluşan yapısal atıkları türlerine göre üretim miktarlarını araştırmışlardır. Araştırma kapsamında ilk olarak literatür taraması yapılmış daha sonra ise sahada doğrudan ölçüm yöntemi ile veri toplanmıştır. Toplanan veriler sonucunda yapısal atık türleri beton, karma beton, ahşap, sentetik reçine esaslı, tahta ve karışık atıklar olmak üzere altı gruba ayrılmıştır. Saha gözlem sonuçlarına göre atıklar inşaat yapımı başlarında yeni malzeme kullanımı nedeni ile az olurken ortalarına doğru artmış ve sonlarına doğru tekrar azalmıştır. Verilerin toplandığı sahalarda genel olarak en fazla atığın karma beton ve beton atığı olduğu sonucuna varılmıştır.

Doust ve diğerleri, (2019), Avustralya projelerindeki saha atıklarını en aza indirmek için başlıca atık oluşum nedenlerini değerlendirmişlerdir. Uluslararası bir literatür taramasının ardından pragmatik bir araştırma çerçevesi kullanan nitel bir yöntem yaklaşımı geliştirip müteahhit ve inşaat firmalarından oluşan örneklem grubuna sahada oluşan yapısal atıkları irdeleyen anket çalışması uygulanmıştır. Elde edilen verilere istatistiksel analizler (yüzde ve frekans analizi, göreceli önem indeksi) uygulamışlardır. Bu çalışma sonucunda Doust ve diğerleri, (2019) inşaat atığı oluşumunu etkileyen en temel 13 sebep belirlemişlerdir. Bu sebepler; tasarım ve detaylandırma ile ilgili hatalar, müşteri tarafından yapılan tasarım değişiklikleri, yüklenici tarafından yapılan tasarım değişiklikleri, tedarik ile ilgili hatalar (fazla veya eksik sipariş verme, tedarikçi kaynaklı hatalar), malzemelerin uygunsuz kullanımı (imalat hataları), paketleme hataları, yükleme ve teslimat kaynaklı hatalar, malzemelerin uygunsuz depolanması, kötü işçilik, kötü hava şartları, saha kazaları, tasarıma uydurabilmek için malzeme kesimlerinden kalan malzemeler, ambalajlar ve paletler gibi tüketilmeyen atıklar, malzemelere verilen hasarlar veya hırsızlıklar, yerinde malzeme kontrolü ve atık yönetiminin olmaması olarak belirlenmiştir. Göreceli önem sıralamasına göre en önemli nedenin yerinde malzeme kontrolü ve atık planlamasının olmadığı en önemsiz nedenin ise kötü hava şartları ve hırsızlık kaynaklı olduğu sonucuna varılmıştır.

Vasudevan ve diğerleri, (2019) Malezya' da oluşan yapısal atık türlerini ve yapısal atıkların azaltılabilmesi için BIM'in (Yapı Bilgi Modellemesi) uygulanabilirliğini araştırmışlardır. Araştırma yapılırken literatür taraması yapılarak

veriler toplanmış ve anket madde havuzu oluşturulmuştur. Anket Klang vadisinde çalışan inşaat sektörü paydaşlarına uygulanmıştır. Toplanan verilerin analizinde yüzde ve frekans analizlerinden faydalanılmıştır. Literatür taraması ve analizler sonucunda bir yapı üretim süreci boyunca %36,30 beton atığı, %25,30 kalıp atığı ve %24,20 çelik atığı olduğu tespit edilmiştir. Malezya’ da atık yönetiminin yetersiz olması anket katılımcıları tarafından atık oluşumunun ana nedeni olarak belirlenmiştir. BİM uygulamasının düşük olduğu nedeninin de farkındalık eksikliği, müşteri talebinin olmaması, kötü atık yönetim planları olduğu sonucuna varılmıştır.

Siregar ve diğerleri, (2019) çalışmalarında yapısal atık yönetimi ile ilgili müteahhitlerin algısını değerlendirmişlerdir. Araştırma yöntemi nicel ve nitel yöntemlerden oluşmaktadır. İlk olarak literatür taraması yapıp uygulanacak anket için madde havuzu oluşturulmuştur. Daha sonraki aşamada ise anket çalışması yapılmıştır. Örneklem grubu olarak yeni yapım, yenileme ve yıkım çalışmalarını yürüten müteahhitler seçilmiştir. Yapılan anket sonucuna göre Bandar Lampung’ daki inşaat projelerinin çoğunun yapısal atık yönetim planının olmadığı belirlenmiştir. Ankete katılan katılımcıların yapısal atık yönetim planının olmasının atık maliyetlerini ve depolama sahalarının yükünün azaltacağına farkında oldukları tespit edilmiştir.

Lam ve diğerleri (2019), yeni başlayacak inşaatlarda oluşabilecek yapısal atıkları tahmin ederek doğru bir yapısal atık yönetim planının hazırlanmasına yönelik araştırma yapmışlardır. Araştırma kapsamında literatür taraması yapıldıktan sonra vaka çalışması yapılmıştır. Vaka çalışmasında üç farklı tasarıma sahip çok katlı betonarme konut projesi seçilmiştir. Seçilen konut projelerinin onaylı projeleri incelenerek tasarımda eksik verilen unsurlar ve ihtiyaç duyulan ve kullanılan malzeme miktarları belirlenmiştir. Çalışmada, ihtiyaç duyulan malzeme miktarının doğru belirlenmesi gerektiği, yapısal atıklar ile ilgili planlama yapılması gerektiği sonucuna varılmıştır.

Vilventhan ve diğerleri, (2019) Hindistan’ın Chennai şehrinde yüksek katlı bir bina inşaatında atık oluşumunun nedenlerini araştırmışlardır. Araştırma kapsamında bir inşaat sahası analizi yaparak ve atık miktarının ölçülmesi için yerinde gözlem ve ölçüm yapmışlardır. Yapılan çalışma sonucunda sahada atık oluşumunun nedenleri olarak kötü işçilik, yanlış malzeme depolama teknikleri, malzemelerin yanlış taşınması, sipariş ve nakliye hataları, inşaat sorumlusu tarafından yanlış veya yetersiz planlama yapılması, tasarım ve detaylandırma hataları, malzemelerin tasarıma uydurulması için boyutlandırılmasının yapısal atık oluşumuna neden olduğu belirlenmiştir.

Bajju ve diğeri, (2019) Fas'taki inşaat projelerinde yapısal atık oluşumunu etkileyen faktörleri araştırmışlardır. Araştırma kapsamında literatür taraması yapılarak 24 faktör belirlenmiştir. Literatür taraması sonucunda elde edilen faktörler soru haline getirilerek oluşturulan anket kamu ve özel sektörde çalışan inşaat sektörü paydaşlarından oluşan 330 katılımcıya dağıtılmıştır. Anket sonuçlarının değerlendirilme aşamasında çeşitli istatistiksel analizler (faktör analizi, varyans analizi, Spearman's Rank korelasyonu) yapılmıştır. Analiz sonucunda yapısal atık oluşumunu etkileyen en önemli faktörlerin; verimsiz saha yönetimi (malzemelerin yanlış kullanımı, malzeme ve ekipmanın nakliye süresi, aşırı üretim, hasar gören/bozulan malzemeler, katı atık oluşumu, şantiyede malzemenin fazla olması, sahadan çalınan/kaybedilen malzemeler, denetim eksikliği, şantiyede işçilik zamanının belirlenmesi), uygun olmayan planlama ve zayıf iletişim (onay sürecinin uzun olması, tamamlanmayan iş nedeninden dolayı bekleme, mühendisler ve işçiler arası iletişimin gecikmesi, malzeme ve ekipmanın sahaya gelmesinin beklenmesi, faaliyetlerin başlamasındaki gecikmeler, işçilerin dinlenme zamanı), yeniden yapım işleri, imalat ve malzemelerin düşük kalitede olması (yeniden yapım, onarım yapma, kalite kusurları, ekipman arızası), ve çalışan (çalışanların beceriksizliği, personelin yaptığı işte yetersiz olması) kaynaklı olduğu tespit edilmiştir.

Ding ve diğeri, (2018) yapı üretiminin tasarım ve inşaat aşamalarında yapısal atık miktarını azaltmaya yönelik model geliştirmişlerdir. İlk olarak literatür taraması yapılmıştır. Daha sonra inşaat sektörü uzmanları ile görüşmeler yapıp veriler toplanmıştır. Azaltma stratejileri ile ilgili toplanan verilerle simülasyon yapılmış ve simülasyon sonucunda, prefabrik yapı kullanımı, tasarım aşamasında daha az tasarım değişiklikleri olması gerektiği, inşaat aşamasında yerinde atık ayrımı ve sınıflandırılması yapılması gerektiği ile malzemelerin yeniden kullanılması gerektiği tespit edilmiştir.

Gafouryan ve diğeri, (2018) yapısal atıkların kökenlerini ve neden oluştuğu ile ilgili daha önce yapılan çalışmalarını incelemişlerdir. Kapsamlı bir literatür taraması yapılarak veriler elde edilmiştir. Literatür taraması sonucunda yapısal atıkların oluşumunu tasarım kaynaklı, sözleşme belgeleri kaynaklı ve inşaat aşaması kaynaklı olarak 3 temel grupta sınıflandırmışlardır.

Kolaventi ve diğeri, (2018) Hindistan'da yapısal atık oluşum nedenleri ve yapısal atık yönetiminin uygulanmamasının nedenlerini araştırmışlardır. Bu araştırmada inşaat aşamasında atık yönetiminin uygulanması ile ilgili veriler inşaat

sektöründeki çeşitli paydaşlardan oluşan örneklem grubuna yapılan anket çalışması sonucunda toplanmış ve bu veriler açıklayıcı faktör analizi ile analiz edilmiştir. Çalışmada atık oluşum nedenleri iş gücü, malzeme ve ekipman, hükümet politikaları, belgeler ve kayıtlar, yerinde atık yönetimi olmak üzere 5 grupta incelenmiştir. Bu faktörlere yapılan analizlere göre iş gücünde en önemli nedenin işçi eğitimi ile ilgili olduğu, malzeme ve ekipman kategorisinde en önemli nedenin ihtiyaçtan fazla bozulabilir malzeme hazırlanması olduğu, hükümet politikaları kategorisinin de geri dönüşüm için kullanılan ekipmanların yetersiz olmasıdır, kayıtlar ve belgeler kategorisinin de atık yönetimi ile ilgili kayıtların yetersiz olması başlıca nedendir, yerinde atık yönetimi kategorisinde ise yerinde geri dönüşüm ile ilgili hiçbir önlemin olmaması sonucuna varılmıştır.

Mahpour ve diğerleri, (2018) yapısal atıkların oluşumunun temel sebeplerini ve yapısal atıkları azaltmada teşvik yönteminin mi ceza yönteminin mi daha verimli olacağını araştırmışlardır. Araştırma kapsamında bir konut projesi incelenmiş ve inşaat sektörünün çeşitli paydaşlarından oluşan örneklem grubuna anket çalışması yapılmıştır. Bu anket çalışmasıyla yapısal atıkların azaltılmama nedenleri araştırılmıştır. Anketlerden toplanan verilere çeşitli istatistiksel analizler uygulanmıştır. Analiz sonuçlarına göre yapısal atıkları azaltmaya teşvik etmenin ceza verilmesinden daha iyi sonuçlar vereceği, bu uygulamaya çok sayıda inşaat paydaşının dahil edilmesi gerektiği, atık azaltma çözümlerinin benimsenmesi gerektiği, şantiyelerde mesleki etik kurallarının teşvik edilmesi gerektiği, inşaat paydaşlarının eğitilmesi gerektiği, eğitim için finansal teşvik verilmesi gerektiğinin yapısal atıkları azaltmak için önemli olduğu sonucuna varılmıştır. Mahpour ve diğerleri, (2018) çalışmada önerilen finansal temelli teşvik planının yerellikten bağımsız olarak tüm dünyadaki inşaat projelerinde başarıyla uygulanabileceğini belirtmiştir.

Nagapan ve diğerleri, (2018) Malezya’da yapısal atık oluşumunun temel sebeplerini araştırmışlardır. Geniş bir literatür taraması yapılarak belirlenen 52 temel nedene dayalı anket çalışması hazırlanmıştır. Hazırlanan anket inşaat sektöründe uzmanlaşmış 35 katılımcıya dağıtılmıştır. Anket yanıtlarına göre toplanan veriler ortalama değerlerine göre analiz edilmiştir. Ortalama değerleri 4,00’ dan büyük olan sahada denetim eksikliği, etkin saha yönetimi eksikliği, müşteri gereksinimlerinden kaynaklı son dakika değişiklikleri, malzemelerin ekonomik kesilmemesi, sürekli tasarım değişiklikleri, sahada kullanılan ekipmanların uygun olmaması, işçi tutumu, paydaşlar arasında koordinasyon eksikliği, işçilerin malzemeleri hatalı kullanımı, teknik

personeller arasındaki yanlış iletişim nedeniyle yeniden yapımların ortaya çıkması, az miktarda sipariş verememe faktörlerini atık oluşumunun temel nedenleri olarak belirlemiştir.

Osman ve diğerleri, (2017) Kuala Lumpur'da oluşan yapısal atık oluşum nedenlerini araştırarak yapısal atık oluşumunu önleme yöntemlerini değerlendirmişlerdir. Araştırma yapılırken literatür taraması yapıp 25 atık azaltma önlemi incelenmiştir. Literatürden toplanan veriler ile bir anket çalışması yapılmış ve inşaat firmalarına uygulanmıştır. Kriterlerin ortalama indekslerine göre yapısal atık oluşumunu azaltmaya yönelik en önemli önleme stratejilerine ulaşılmıştır. Yapısal atık oluşumunun azaltmak için alınabilecek en iyi önlemlerin; uygun saha yönetimi tekniklerinin belirlenmesi, uygun malzeme depolanmasının yapılması, projelerde geri dönüştürülmüş malzemelerin kullanımının teşvik edilmesi, malzeme alım ve teslimatlarının planlı yapılması, aşırı sipariştan kaçınma, malzemelerde uygun boyutlandırma ve kaliteli ürün tercih edilmesi, kullanılacak malzemelerin miktarının doğru tahmin edilmesi, malzemelerin kullanım sırasının doğru olması, kalifiye işçi çalıştırılması gerektiği, değişikliklerin en az seviyeye indirilmesi gerektiği, inşaat ekipmanlarının verimli kullanılması olduğu sonucuna varılmıştır.

Halil ve diğerleri, (2017) Irak'ta yapısal atık oluşumunu etkileyen faktörleri araştırmışlardır. Araştırma yönteminde ilk olarak literatür taraması yapılmıştır. Literatür taraması sonucunda yapısal atık oluşumunu etkileyen faktörleri belirlemek amacıyla bir anket çalışması yapılmış ve bu anket çalışması 100 katılımcının olduğu inşaat, mekanik, elektrik mühendisleri ve mimarlardan oluşan örneklem grubuna uygulanmıştır. Elde edilen verilere göre yapısal atık oluşumunu etkileyen 15 faktör belirlenmiş ve göreceli önem indeksi kullanılarak belirlenen faktörlerin her birinin alt faktörlerinin önem düzeyleri ayrı ayrı sıralanmıştır. Göreceli önem indeksine göre en önemli üç ana faktörün malzeme yönetimi, malzeme taşınması, depolanması ve nakliyesi, saha yönetimi ve uygulamaları olduğu tespit edilmiştir.

Afolabi ve diğerleri, (2017) yapısal atık miktarını yerinde azaltma uygulamalarını araştırmış ve uygulama geliştirmişlerdir. İlk olarak literatür taraması yapılmış ve literatür taraması sonucunda anket çalışması hazırlanmıştır. Hazırlanan anket çalışması 50 profesyonel inşaat sektörü paydaşına dağıtılmıştır. Anketlerden elde edilen verilere istatistiksel analizler uygulanmıştır (yüzde ve frekans analizleri, Kruskal Wallis H testi). Elde edilen veriler sonucunda malzemelerin yanlış tahmin edilmesinin, malzemelerin eksik/fazla sipariş verilmesine ve maliyet fazlalığının ortaya çıkmasına

neden olduğu tespit edilmiştir. İhtiyaç duyulan malzemelerin yanlış tahmin edilmesinin de manuel yöntemler kullanılarak metraj çıkarımdan kaynaklı olduğu belirtilmiştir.

Reid ve diğerleri, (2016) Katar'daki yapısal atıkların yönetim planlarını değerlendirmiş ve yıkım atıkları için uygulama taslağı geliştirmişlerdir. Çalışmada atık yönetimi ile ilgili devlet politikaları, Katar'da geri dönüşüm potansiyeli, geri dönüştürülmüş malzeme kullanımı, kalite kontrol uygulamalarını, yapısal atıklardan biri olan agregaların Katar inşaat sektöründe geri kullanılabilirliğini araştırmışlardır. Sonuç olarak mevcut yapısal atık yönetim uygulamalarının yıkım öncesi herhangi bir atık ayrışımını teşvik etmediğini, geri dönüşüm potansiyeli olan malzemelerin (ahşap, plastik, kâğıt, metal, agrega) geri dönüşümünün ciddiye alınmadığı tespit edilmiştir.

Umar ve diğerleri, (2016) Malezya'da konut projelerindeki yapısal atık oluşumuna neden olan en önemli faktörleri araştırmışlardır. Örneklem grubu inşaat sektöründeki çeşitli meslek gruplarından oluşan katılımcılar olarak belirlenmiş ve hazırlanan anketlerle veriler toplanmıştır. Yapılan göreceli önem indeksi sıralamasına göre yapısal atık oluşumunu saha çalışmalarından kaynaklı, yerinde yönetim ve planlama, malzemelerin depolanması ve taşınması, tasarım ve dökümanlar, nakliye, tedarik, diğer faktörler olduğu sonucuna varılmıştır. Çalışmanın sonucunda projelerin iyi tasarlanmasının, iyi saha yönetiminin, geri dönüştürülmüş malzeme kullanımının atıkların azaltılabileceğini, çevreye ve inşaat maliyetlerine fayda sağlayacağını belirtmişlerdir.

Saez ve diğerleri, (2014) İspanya'da konut inşaatlarında yapının inşaatı sırasında oluşan yapısal atıkları ve nedenlerini araştırmışlardır. Yapısal atık miktarını ölçmek ve türlerini analiz edebilmek için 7 inşaat vaka çalışması yapılmıştır. Çalışma sonucunda sahada teslim alınan malzeme miktarları ve projede kullanılacak malzeme miktarların hesabı yapıp oranı belirlenmiş ve kullanılması gerekenden fazla olarak ne kadar atığın oluştuğu ortaya çıkmıştır.

Malia ve diğerleri, (2013) yeni konut inşaatları, konut dışı yapı inşaatları, konut yıkımı, konut dışı yapı yıkımı, konut yenilemeleri ve konut dışı yapıların tadilatında sahada oluşan yapısal atık türlerini ve miktarlarını belirlemişlerdir. Çalışmada literatür taraması yapılarak daha önce yapılan çalışmaların anketlerinden veri toplanmıştır. Bu araştırmalar neticesinde atık oluşumuna neden olan en büyük faktörün konut ve konut dışı yapıların yıkımı sonucunda oluştuğu; ikinci olarak ise konut ve konut dışı yapıların yenileme çalışmalarından kaynaklı oluştuğu; en az ise yeni yapı çalışmaları sonucunda oluştuğu tespit edilmiştir.

Rahman ve diğeri (2013), yapısal atık oluşumunun önemli faktörlerini ve faktör gruplarını belirlemişlerdir. Faktörleri belirlemek amacıyla ilk olarak güçlü bir literatür taraması yapılarak 81 faktör belirlenmiş ve belirlenen faktörlerle anket hazırlanmıştır. Anket çalışmasından toplanan verilere çeşitli istatistiksel analizler uygulanmıştır. Yapılan analizlerin sonucunda yapısal atık oluşumuna etki eden en önemli faktörlerin denetim eksiliği, çevre bilinci eksikliği, sahada kalan malzemeler, kötü ambalaj kaynaklı atıklar, kalifiye işçi eksikliği, işçilerin vandalist tavırları, yasal yaptırım eksikliği, atık yönetim planlarında olan eksiklikler, saha koşullarının kötü olması olduğu belirlenmiştir.

Liu ve diğeri, (2012) Çin'deki yapısal atık yönetimine ilişkin başarı faktörlerini belirlemişlerdir. Örneklem grubu olarak denetim mühendisleri, yapı mühendisleri, araştırmacılar ve hükümet yetkilileri belirlenmiştir. Örneklem grubundan anket ve yarı yapılandırılmış görüşmelerle veriler toplanmıştır. Toplanan veriler çeşitli istatistiksel analizlerle test edilmiştir. Çalışmanın sonucunda Çin'deki yapısal atık yönetimine ilişkin 6 önemli başarı faktörüne ulaşılmıştır. Bunlar atık yönetimi yönetmelikleri, atık yönetimi farkındalığı, az atık oluşturan inşaat teknolojileri, daha az tasarım değişiklikleri, atık yönetiminin araştırılması ve geliştirilmesi ve atık yönetimindeki mesleki eğitim olarak belirlenmiştir.

Gangolells ve diğeri, (2008), konut yapılarının inşai faaliyetlerinin çevreye olan etkisini araştırmışlardır. Çalışmada ilk olarak literatür taraması yapılmış sonraki aşamada ise yeni başlayan 55 konut inşaatı incelenerek veriler toplanmıştır. Bu toplanan verilere istatistiksel analizler uygulanarak göreceli önem sıralaması yapılmıştır. Önem sıralaması sonucunda en önemli çevreye etki unsurları: inşaat makinelerinden kaynaklı sera gazı oluşumu, atık minimizasyonu uygulamaları azlığı nedeniyle saha alanında yapısal atık birikimi olması, inşaat sürecinde su tüketiminin fazla olması, inşaat araçlarının karayolu trafiğinde yoğunluğa sebep olması, yanıcı ve patlayıcı malzemelerin olduğu depolarda yangınlar çıkması olarak belirlenmiştir.

Gangolells ve diğeri, (2014) İspanya'da inşaat sahalarında atık yönetimi planlarının uygulanmasını değerlendirmişlerdir. Literatür taraması yapılarak anket hazırlanmış ve 74 İspanya merkezli inşaat şirketine yanıtlamaları üzere dağıtılmıştır. Elde edilen veriler doğrultusunda sahalarda uygulanan etkin atık yönetimi uygulamaları analiz edilmiştir. Yapılan analizlerin sonucuna göre en sık uygulanan uygulamaların; yerinde temizlik ve düzen, hammaddelerin doğru depolanması ve en yakın atık yönetimi yöneticilerine öncelik verilmesi olarak belirlenmiştir. Yaygın olmayan uygulamalar ise

sahada kırııcı kullanımı, her şantiye için özel atık yönetimi planlarının olması ve atık yönetimi planlarının tüm çalışanlara görevlerine göre dağıtılması olarak belirlenmiştir.

Osmani ve diğerleri, (2008) İngiltere’de yapısal atık oluşum nedenlerini, tasarım sürecinin yapısal atık oluşumuna etkisini ve yapısal atık azaltılmasında mimarların rolünü araştırmıştır. Çalışmada nicel ve nitel yöntemlerden oluşan karma araştırma yaklaşımı benimsenmiştir. İlk olarak kapsamlı bir literatür taraması yapılmış ikinci olarak ise yapısal atık oluşum nedenlerini ve tasarım yolu ile atık azaltılmasında mimarların rolünü değerlendirebilmek için anket hazırlanarak İngiltere’deki 100 mimara dağıtılmış ve 46 geri dönüş alınmıştır. Anketlerden toplanan verilere çeşitli istatistiksel analizler uygulanmıştır (yüzde ve frekans analizi, T-Testi, çapraz tablolama). Yapılan analizler sonucunda, tasarım aşamasında atık oluşumuna neden olan başlıca sebebin müşteri tarafından son dakika değişiklikleri olduğu belirlenmiştir. Tasarım aşamasında atık oluşumunu etkileyen diğer faktörler ise istişare eksikliği, saha operasyonları, kullanılacak malzemelerin boyutlarına ilişkin sahaya geç bilgi verilmesi olarak tespit edilmiştir.

### **2.1.2. Ulusal çalışmalar**

Salgın ve diğerleri, (2020) Türk inşaat sektöründe yapısal atıkların oluşum nedenleri ve inşaat ve yıkım atıklarının tasarım aşamasında azaltılmasını araştırmışlardır. Çalışma kapsamında ilk olarak literatür taraması yapılmıştır. Literatür taramasından toplanan veriler ile tasarım sürecinin yapısal atık oluşumunun azaltılmasına etkisinin belirlenebilmesi için anket madde havuzu hazırlanmıştır. Anketin örneklem grubu olarak mimarlar belirlenmiştir. Anket yanıtlarından toplanan verilere çeşitli istatistiksel analizler uygulanmıştır. Yapılan analizler sonucunda tasarım, imalat, tadilat/onarım ve yıkım aşamalarında atık oluşumuna neden olan faktörler belirlenmiştir. Tasarım aşamasında atık oluşum nedenleri mimarların bilgi ve tecrübe eksikliği, yanlış malzeme seçimi, detay hataları, iletişim eksikliği, yetersiz tasarım detayları, modülerleştirme eksikliği, müşterilerin son dakika değişiklikleri, çizimleri geciktirmek olarak belirlenmiştir. İmalat aşamasında atık oluşum nedenleri işçiler de bilgi ve tecrübe eksikliği, hatalı işçilik, uygun olmayan depolama alanları, hatalı kesme kaynaklı malzeme atıkları, malzeme boyutları ile ilgili gecikmeli bilgi verilmesi, kullanılmayan malzemeler, fazla miktarda ürün siparişi, iklimsel nedenler olarak belirlenmiştir. Onarım ve tadilat aşamasında atık oluşum nedenleri dayanıksız malzeme

kullanımı, farkındalıkta eksiklikler, malzemenin bozulması, yanlış onarım ve yenileme, kullanıcıların ihtiyaçlarını göz ardı ederek tasarım yapılması, tasarım da esnekliğin olmaması, yapı malzeme eğilimlerindeki değişiklikler olarak belirlenmiştir. Yıkım aşamasında atık oluşum nedenleri bilgi ve tecrübe eksikliği, farkındalık eksikliği, yapılar da demontaj planının olmaması, inşaatta uygun olmayan boşluklar olarak belirlenmiştir.

Polat ve diğerleri, (2017) Türkiye'deki inşaat sektöründe atık oluşumuna neden olan sebepleri araştırmışlardır. Bu araştırma kapsamında geniş bir literatür taraması yapılarak yapısal atık oluşumuna neden olan faktörler tasarım ve sözleşme belgeleri, tedarik, taşıma, depolama, işçiler, saha yönetimi ve denetimi, dış şartlar ile ilgili faktörler olmak üzere 7 gruba ayrılmıştır. Literatür taraması sonucunda anket çalışmasında kullanılmak üzere 34 kriter tespit edilmiştir. Örneklem grubu olarak müteahhitler seçilmiş ve anketler uygulanmıştır. Anket verilerinden elde edilen sonuçlara göre kriterlerin göreceli önem indeksi aracılığı ile önem düzeyleri belirlenmiştir. Çalışmanın sonucunda Türk inşaat sektöründe önem düzeyine göre atık oluşumuna sebep olan faktörler; tasarım değişiklikleri, tasarım ve sözleşme belgelerindeki uyumsuzluklar, yetersiz satın alımlar, şartnamelere uymayan malzeme alımı, malzeme miktarlarının yanlış belirlenmesi, işçilerin çoğunun eğitimsiz, vasıfsız ve deneyimsiz oluşu, işçi hataları, şantiye yönetiminin kötü olması atık oluşumunda en önemli nedenler olarak belirlenmiştir.

Yapılan literatür taramasında birçok araştırmacının dünyanın farklı ülkelerinde yapısal atık kavramı ile ilgili çeşitli çalışmalar yaptığı görülmektedir. Ülkemizde de bu konu ile ilgili çalışmalar yapılmış sınırlı sayıda araştırmalar bulunmaktadır ancak yapının imalat aşamasında atık oluşum sebeplerinin ve diğer yapım süreçlerinin bu aşamaya etkisi ile ilgili kapsamlı bir çalışma olmadığı tespit edilmiştir.

Bu çalışmada yapının tüm yapım aşamalarının imalat aşamasında atık oluşumuna etkisi araştırılıp sahada atık oluşumunun temel nedenleri belirlenmiş ve atık oluşumunun en aza indirilmesi ile ilgili öneriler sunulmuştur. Bu önerilerin uygulanması atık minimizasyonu ve atık hiyerarşisindeki azaltmadan sonra gelen geri dönüşüm, kullanım ve bertaraf aşamalarına daha az atığın gidecek olması bertaraf sorununa ve atık depolanması sorununa da bir çözüm olmuş olacaktır. Sahada oluşan atık miktarının minimize edilmesi maddi açıdan maliyeti azaltacak, inşaat sektörünün çevre kirliliğine olan olumsuz etkisini azaltarak inşaat faaliyetlerinin de hızlanmasını sağlayacaktır.

## **2.2. Atık Kavramı ve Atık Çeşitleri**

Atık kavramı, Türkiye Atık Yönetimi Yönetmeliği'nde (2015), üreticisi veya fiilen elinde bulunduran gerçek veya tüzel kişi tarafından çevreye atılan veya bırakılan ya da atılması zorunlu olan herhangi bir madde veya materyal olarak tanımlanmıştır. Ayrıca atıklar Evsel, Tıbbi, Tehlikeli, Tarımsal, Endüstriyel ve Yapısal atıklar olmak üzere 6 sınıfa ayrılmıştır.

### **2.2.1. Evsel (belediye) atıklar**

Belediye katı atıkları, belediyeler tarafından veya belediyeler adına toplanan atıklar olarak tanımlanır. Bunlar genellikle hane halkı, ticaret ve ticaret, küçük işletmeler, ofis binaları ve okullar, hastaneler, devlet binaları vb. kurumlardan kaynaklanmaktadır (Avrupa Komisyonu 2008). Yiyecek atıkları, şampuan ambalajları, meyve suyu kartonları ve şişeleri, plastik su ve meşrubat şişeleri, cam kavanozlar, teneke ve metal konserve kutuları evsel atıklara örnek verilebilir.

### **2.2.2. Tıbbi atıklar**

Hastane, klinik ve muayenehane gibi sağlık ve tedavi merkezlerinden oluşan atıklar ile kullanılmış ilaç, tıbbi malzeme, ameliyat ve tedavi sırasında oluşan atıklar tıbbi atıklara örnek verilebilir.

### **2.2.3. Tehlikeli atıklar**

Tehlikeli atık, tüm dünyada tehlikeli veya saklanması, işlenmesi veya bertaraf edilmesi zor olan ve aşındırıcı, toksik, reaktif, kanserojen, bulaşıcı, tahriş edici veya insan sağlığına zararlı maddeler içerebilen atıkları tanımlamak için kullanılan bir terimdir. Ayrıca bu atıklar çevre için toksik olabilir. Avrupa ülkeleri içinde en yüksek tehlikeli atık oranı imalat sanayinden kaynaklanmaktadır (Avrupa Komisyonu 2003). 1991 yılında Avrupa Komisyonu, tehlikeli atığı onu tehlikeli yapan özelliklerini patlayıcı, oksitleyici, yanıcı, tahriş edici, zararlı, toksik, kanserojen, aşındırıcı, bulaşıcı vb. olarak tanımlamıştır. Komisyon tarafından tehlikeli atık kategorileri listelenmiştir

bunlardan bazıları, farmasötikler, ahşap koruyucular, mürekkepler, boyalar, reçineler, katranlı malzemeler, mineral yağlardır.

#### **2.2.4. Tarımsal atıklar**

Tarımsal atıklar, çiftlik hayvanlarından elde edilen gübre, bulamaç, silaj atık suları ve mahsul artıkları gibi organik maddelerden oluşur. Tarımın ekonomi içindeki farklı boyutları ve farklı tarım yöntemleri nedeniyle Avrupa ülkelerinde tarımsal atıkların miktarı farklılıklar göstermektedir. İspanya 114 milyon ton/yıl; Fransa, 377 milyon ton/yıl; Birleşik Krallık, 87 milyon ton/yıl ve Finlandiya, 25 milyon ton/yıl tarımsal atık üretmektedir. Tarımsal atıkların çoğu toprağa yayılır ve bir kısmı hayvan yemi veya kompostlama için çiftçiler tarafından kullanılmaktadır.

#### **2.2.5. Endüstriyel atıklar**

Sanayi ve üretim tesislerinde bir işlem sırası veya sonrasında ortaya çıkan katı atıklara 'endüstriyel katı atıklar' denir. Avrupa'da her yıl imalat sanayilerinden 740 milyon ton atığın üretildiği tahmin edilmektedir (Avrupa Çevre Ajansı, 2003, 2005, 2007).

#### **2.2.6. İnşaat ve yıkıntı atıkları (yapısal atıklar)**

Dikkate değer miktarda atık oluşturan sektörlerden biri de inşaat sektörüdür. İnşaat sektörü nedeni ile oluşan atıklar literatürde birçok şekilde tanımlanmıştır. BREEAM, (2016) yapısal atıkları sipariş edilen malzeme ile kullanılan malzeme arasındaki fark olarak betimlemektedir. Wang ve diğerleri, (2021) yapısal atıkların yapıların, üretim, imalat, yenileme ve yıkım sürecinde üretilen malzemeler olduğunu belirtmiştir. 1999 Avrupa Birliği raporunda yapısal atıklar, yapıların veya yolların kısmen yıkımından, inşaat aşamasından, hafriyat çalışmalarından kaynaklı oluşan çeşitli malzemelerden oluşan atıklar olarak tanımlanmıştır. Peru Çevre Bakanlığı İskan ve İnşaat Senatosu Bakanlığı tarafından ise yapısal atıklar belediye atıkları dışındaki atıklar olarak tanımlanır ve yapısal atıklar bina yapımı, onarımı, yenilenmesi, yeniden yapımı, yıkımı sırasında olduğu belirlenmiştir (Peru Çevre Bakanlığı İskan ve İnşaat Senatosu Bakanlığı 2016). Bialko ve diğerleri, (2021)' e göre ise yapısal atıklar yapının üretim

aşaması, inşaat aşaması, yenileme aşaması ve yıkım aşamasında oluşan malzemelerdir. Zvirbule, (2016)'ye göre inşaat atıkları binaların inşası, yenilenmesi ve yıkılması sonucu oluşan atıklar olarak tanımlanır ve temel olarak ahşap ve metal atıklar, beton molozlar, levhalar, asfalt atıkları, çatı kaplama malzemeleri, alçı malzemeleri, paneller ve inşaat yenileme ve yapım sürecinde oluşan diğer atıklardır. Hasmori ve diğerleri, (2020)' e göre ise inşaat atıkları inşaat öncesi, inşaat yapımı ve inşaat sonrası aşamalarında inşaat faaliyetlerinden kaynaklanan kullanımlarından ortaya çıkan ürün veya malzemelerdir. Her yıl büyük miktarda yapısal atık oluştuğu tespit edilmiştir.

Yapısal atıklar, dünya genelinde oluşan atıkların %35'ini oluşturmaktadır (Hendriks vd., 2000). Avrupa Birliği'ne üye ülkelerde ise yılda 500 milyon tondan fazla atık oluşmakta ve oluşan bu yapısal atıklar tüm atıkların %30'unu oluşturmaktadır (Avrupa Birliği Bildirgesi, 2018). Çin' de yapısal atıkların tüm atıklara oranı %40' tır. Şehirleşmenin artmasıyla Çin'de inşaat yapımı, onarma ve yıkımı sırasında yüksek miktarda atık oluştuğu belirlenmiş ve yılda ortalama 1 milyar ton yapısal atık oluştuğu tespit edilmiştir (Yang vd., 2020; ND2C, 2015). Çin'in sadece Shenzhan şehrinde ortalama olarak yılda 14 milyon ton yapısal atık üretilmektedir (Teixeira vd., 2020). Hong-Kong'ta 2019'da 1.44 milyon ton atık üretilmiştir (Du vd., 2021). İspanya'da yapısal atık miktarının toplam atık miktarına oranı %70' tir (Mahpour vd., 2018). İspanya'da 2008 yılında yaklaşık 45 milyon ton yapısal atık oluşmuştur (Avrupa Kaynak ve Atık Yönetimi Konu Merkezi, 2009). Malezya' da günde üretilen katı atık miktarı 2010'da yaklaşık 23 bin tondan 2012 yılında 25 bin tona yükselmiş ve Public Cleansing Management Corporation Malezya tarafından yılda yaklaşık 8 milyon ton yapısal atık oluştuğunu doğrulamıştır (Hasmori vd., 2020). Malezya'da yapılan araştırmalara göre inşaatta kullanılan toplam malzemenin yaklaşık %5-10'unun yapısal atığa dönüştüğü tespit edilmiştir (Vasudevan, 2019). Katar'da 2008-2012 yılları arasında yapısal atık miktarının toplam atık miktarına oranının %80 olduğu tespit edilmiştir (Reid vd., 2016). Genel olarak Katar'da inşaat malzemesi atıkları tüm katı atıkların %75'inden fazlasını oluşturmaktadır (Latif vd. 2020). Hindistan'ın Chennai şehrinde ise 2013 yılında 1,1 milyon tondan fazla yapısal atık üretilmiştir (Teixeira vd., 2020). Birleşik Krallık'ta yapısal atıkların tüm atıklara oranı %50' dir (Mahpour vd., 2018; Polat vd., 2017). Sadece İngiltere'de ortaya çıkan inşaat, yıkım ve hafriyat atığının 2003 yılında 91 milyon ton olduğu tahmin edilmektedir (ODPM, 2004), 2016 yılında 66,2 milyon ton tehlikesiz yapısal atık üretimi rapor edilmiştir (DEFRA, 2019). 2014 yılında ABD'de 583 milyon ton yapısal atık üretilmiş

ve ABD’de yapısal atıklar tüm atıkların %40’ıdır (Townsend vd., 2017). Yapısal atıkların tüm atıklara oranı; Avustralya’da %44, Japonya’da %36, İtalya’da %30, Hollanda’da %26, Kanada’da %35 ve Finlandiya’da %14’tür (Poon vd., 2013). Dünyada 40 ülkede yapılan bir araştırmaya göre 2012 yılında yıllık inşaat atığı üretimi 3 milyar tonun üzerinde olduğu ve giderek arttığı belirlenmiştir (Akhtar vd., 2018).

Eurostat (2020) verilerine göre 2010-2020 yılları arasında Dünya’da üretilen toplam atık miktarı Çizelge 2.1’de gösterilmiştir.

**Çizelge 2.1.** 2010-2020 yılları arasında oluşan toplam atık miktarı (Eurostat, 2020)

| ZAMAN  | 2010        | 2012        | 2014        | 2016        | 2018        | 2020        |
|--|-------------|-------------|-------------|-------------|-------------|-------------|
| ÜLKE   |             |             |             |             |             |             |
| BE -Belçika                                      | 61,345,803  | 53,839,470  | 57,965,392  | 63,152,384  | 68,187,479  | 68,061,590  |
| BG - Bulgaristan                                 | 167,396,268 | 161,252,166 | 179,677,011 | 120,588,475 | 129,751,823 | 119,387,350 |
| CZ - Çekya                                       | 23,757,566  | 23,171,358  | 23,394,956  | 25,381,426  | 37,847,614  | 38,486,186  |
| DK - Danimarka                                   | 16,217,736  | 16,713,822  | 20,808,843  | 20,981,931  | 21,445,206  | 20,135,564  |
| DE - Almanya (FRG'nin 1990'a kadar eski bölgesi) | 363,544,995 | 368,022,172 | 387,504,241 | 400,071,672 | 405,523,624 | 401,156,266 |
| EE - Estonya                                     | 19,000,195  | 21,992,343  | 21,804,040  | 24,277,879  | 23,185,581  | 16,181,973  |
| IE - İrlanda                                     | 19,807,586  | 12,713,021  | 15,166,830  | 15,251,689  | 13,986,757  | 16,192,033  |
| EL - Yunanistan                                  | 70,432,705  | 72,328,280  | 69,758,868  | 72,332,353  | 45,240,333  | 28,943,897  |
| ES - İspanya                                     | 137,518,902 | 118,561,669 | 110,518,494 | 128,958,523 | 137,822,935 | 105,624,359 |
| FR - Fransa                                      | 355,081,245 | 344,440,922 | 324,462,969 | 322,685,297 | 343,307,326 | 310,373,987 |
| HR - Hırvatistan                                 | 3,157,672   | 3,611,678   | 3,724,563   | 5,366,953   | 5,543,310   | 6,003,760   |
| IT - İtalya                                      | 158,627,618 | 154,427,046 | 157,870,348 | 163,827,838 | 172,502,773 | 174,887,620 |
| CY - Kıbrıs                                      | 2,372,750   | 1,875,308   | 1,978,699   | 2,467,042   | 2,302,144   | 2,219,531   |
| RK - Letonya                                     | 1,498,200   | 2,309,581   | 2,621,495   | 1,909,631   | 1,773,726   | 2,852,792   |
| LT - Litvanya                                    | 5,578,134   | 5,678,751   | 6,200,450   | 6,674,238   | 7,080,538   | 6,695,731   |
| LU - Lüksembur                                   | 10,441,469  | 8,397,228   | 7,072,758   | 10,020,519  | 9,014,397   | 9,215,222   |

**Çizelge 2.1.** 2010-2020 yılları arasında oluşan toplam atık miktarı (Eurostat, 2020)  
(Devamı)

|   |             |             |             |             |             |             |
|---|-------------|-------------|-------------|-------------|-------------|-------------|
| MT - Malta  | 1,352,994   | 1,456,213   | 1,672,810   | 1,951,928   | 2,507,070   | 3,000,546   |
| NL - Hollanda   | 121,145,468 | 121,194,466 | 132,362,297 | 141,024,020 | 145,245,469 | 125,138,771 |
| AT - Avusturya  | 46,799,579  | 48,045,089  | 55,868,298  | 61,225,037  | 65,666,128  | 68,906,034  |
| PL - Polonya  | 158,661,957 | 162,382,959 | 179,179,899 | 182,005,677 | 175,473,691 | 170,233,670 |
| PT - Portekiz   | 13,640,079  | 13,359,517  | 14,368,003  | 14,739,135  | 15,894,873  | 16,601,514  |
| RO - Romanya  | 201,432,951 | 249,354,926 | 176,607,415 | 177,562,905 | 203,017,193 | 141,364,457 |
| SL - Slovenya   | 5,986,106   | 4,546,506   | 4,686,417   | 5,494,362   | 8,220,679   | 7,518,375   |
| SK - Slovakya   | 9,384,112   | 8,425,384   | 8,862,778   | 10,606,966  | 12,401,870  | 12,775,926  |
| FL - Finlandiya   | 104,336,944 | 91,824,193  | 95,969,888  | 122,869,183 | 128,251,735 | 116,082,531 |
| SE - İsveç  | 117,645,185 | 156,306,504 | 167,026,886 | 141,625,718 | 138,667,585 | 151,823,910 |
| IS - İzlanda  | 510,941     | 529,351     | 815,148     | 1,067,319   | 1,293,511   | 1,060,903   |
| LI - Lihtenştayn  | 312,180     | 466,547     | 569,067     | 502,581     | 437,823     | :           |
| NO - Norveç   | 9,432,997   | 10,721,599  | 10,614,914  | 11,131,594  | 14,137,718  | 14,040,663  |
| CH - İsviçre  | :           | :           | :           | :           | :           | :           |
| UK - Birleşik krallık                                     | 241,808,706 | 241,506,743 | 262,992,726 | 272,064,636 | 282,393,639 | :           |
| ME - Karadağ  | :           | 1,014,139   | 1,092,741   | 1,685,006   | 1,222,758   | 1,246,833   |
| MK - Kuzey Makedonya                                      | 2,327,590   | 8,472,343   | 2,186,612   | 1,424,859   | 1,140,253   | 1,484,596   |
| AL - Amavutluk  | :           | :           | :           | :           | :           | :           |
| RS - Sıbistan   | 33,615,918  | 55,002,570  | 49,128,311  | 48,965,314  | 51,102,914  | 58,655,708  |
| TR - Türkiye  | 63,540,624  | 67,383,777  | 73,075,119  | 75,534,641  | 97,294,071  | 107,608,312 |
| BA - Bosna Hersek   | :           | 4,456,556   | 5,540,772   | 6,127,022   | 6,747,605   | 6,753,458   |
| Kosova (Birleşmiş Milletler Güvenlik Konseyi kararı 1244) | :           | 1,166,619   | 1,039,803   | 2,855,990   | 2,961,225   | 2,592,828   |

Çizelge 2.2’de ise Eurostat verilerine göre 2010-2016 yılları arasında 37 Avrupa ülkesinde belirlenmiş inşaat ve yıkım atıkları yer almaktadır.

**Çizelge 2.2.** 2010-2016 yılları arasında 37 Avrupa ülkesinde oluşan inşaat ve yıkım atıkları (Eurostat, 2020)

| Ülkeler                  | Yıllara Göre İnşaat ve Yıkım Atık Miktarı (ton) |            |            |            |            |
|--------------------------|---|------------|------------|------------|------------|
|                          | 2004 2006<br>2008                               | 2010       | 2012       | 2014       | 2016       |
| BE -belçika              | :   | 11,487,590 | 12,893,806 | 13,629,286 | 15,818,121 |
| BG - Bulgaristan         | :   | 27,109     | 624,332    | 491,341    | 131,45     |
| CZ - Çekya               | :   | 1,913,208  | 2,389,602  | 22,184,033 | 2,803,748  |
| DK - Danimarka           | :   | 1,153,830  | 2,778,386  | 3,302,842  | 3,460,195  |
| DE - Almanya             | :   | 76,730,593 | 77,846,453 | 78,781,741 | 86,379,764 |
| EE - Estonya             | :   | 203,822    | 307,980    | 318,108    | 48,548     |
| IE - İrlanda             | :   | 1,176,851  | 93,691     | 133,312    | 13,561     |
| EL - yunanistan          | :   | 1,545,533  | 601,476    | 355,171    | 12,633     |
| ES - İspanya             | :   | 10,185,692 | 25,295,101 | 5,141,192  | 12,156,104 |
| FR - fransa              | :   | 65,478,322 | 62,188,047 | 61,122,538 | 60,245,692 |
| HR - Hırvatistan         | :   | 1,064      | 169,361    | 164,440    | 56,103     |
| IT - italiya             | :   | 35,800,652 | 33,811,563 | 34,088,306 | 34,916,035 |
| CY -Kıbrıs RK            | :   | 156,773    | 130,369    | 148,384    | 32,539     |
| LV - Letonya             | :   | 18,498     | 4,492      | 452,236    | 10,709     |
| LT - Litvanya            | :   | 227,330    | 313,056    | 392,140    | 44,583     |
| LU - Lüksemburg          | :   | 556,095    | 523,346    | 521,386    | 54,532     |
| HU - Macaristan          | :   | 2,958,097  | 2,918,973  | 1,887,959  | 1,959,136  |
| MT - Malta               | :   | 796,626    | 492,134    | 983,933    | 1,305,819  |
| NL - Hollanda            | :   | 20,444,617 | 19,667,701 | 19,430,472 | 19,267,996 |
| AT - Avusturya           | :   | 2,692,451  | 6,074,851  | 8,947,894  | :          |
| PL - Polonya             | :   | 2,764,206  | 2,599,774  | 3,316,895  | 2,471,974  |
| PT - Portekiz            | :   | 983,940    | 747,969    | 576,676    | 88,835     |
| RO - Romanya             | :   | 563,369    | 781,430    | 200,733    | 17,299     |
| SL - Slovenya            | :   | 622,431    | 109,807    | 98,923     | 16,094     |
| SK - Slovakya            | :   | 365,100    | 301,335    | 319,199    | 29,732     |
| FL - Finlandiya          | :   | 23,100,000 | 15,681,650 | 799,808    | 1,315,581  |
| SE - İsveç               | :   | 975,000    | 800,000    | 1,600,000  | 2,552,319  |
| UK - Birleşik<br>krallık | :   | 56,122,746 | 52,694,749 | 58,682,308 | 63,525,298 |
| IS - İzlanda             | :   | 333        | 177        | 20,631     | 2,852      |
| LI - Lihtenştayn         | :   | 0          | 61,199     | 2,718      | 13         |
| NO - Norveç              | :   | 903,485    | 772,431    | 1,773,776  | 2,181,436  |
| ME - Karadağ             | :   | :          | 0          | 8,446      | 33         |
| MK - Makedonya           | :   | 0          | 0          | 227        | 2          |
| AL - Amavutluk           | :   | :          | :          | :          | :          |
| RS - Sıbistan            | :   | 0          | 86,988     | 44,041     | 23,898     |
| TR - Türkiye             | :   | :          | :          | :          | :          |

Çizelge 2.1 ve Çizelge 2.2’deki veriler incelendiğinde toplam atık miktarı içindeki yapısal atık miktarının çok ciddi boyutlarda olduğu anlaşılabilir. Ayrıca Çizelge 2.2’de de görüldüğü üzere Türkiye ile ilgili net bir bilgiye ulaşılamamıştır.

Çizelge 2.2’de Eurostat’ın inşaat ve yıkım atıkları sınıflanmasında Türkiye’ye ait veriler yer almamaktadır. Türkiye’de Eurostat atık verileri madencilik, sanayi ve evsel atıkları kapsamaktadır. Ancak son yıllarda görülen gelişmeler ülkemizde de atık kaynaklarının dağılımında yüksek yapısal atık miktarlarına dikkat çekmektedir. Özellikle 6306 Sayılı Kanun’un Uygulama Yönetmeliği’nin, inşaat sektörünü canlandırmaya yönelik olarak yenilenmesi sonucunda artması beklenen kentsel dönüşüm projeleriyle birlikte yıkım ve yapım süreçlerinde hareketlilik yaşanması ve yapısal atık miktarının artması beklenmektedir. Yıllık ortalama 4 milyon ton inşaat ve yıkıntı atığının olduğu ülkemizde kentsel dönüşümle bu miktarın iki katına çıkacağı tahmin edilmektedir (Kotan 2016). Her bir metreküp yapısal atığın ortalama 0,60 metreküpünün geri dönüşebilir içerikte olduğu (Kılıç, 2012) düşünüldüğünde kaybedilen malzemenin değeri de tahmin edilebilmektedir.

Çizelge 2.3’te Türkiye’deki 7 il valiliklerinin 2017 yılında açıkladığı inşaat atığı miktarları verilmiştir. Ancak düzensiz depolanma ve bilinçsizlik kaynaklı yapısal atık miktarlarıyla ilgili Türkiye genelini kapsayacak şekilde resmi veya resmi olmayan herhangi bir bilgi bulunmamaktadır.

**Çizelge 2.3.** Bazı İllerin 2017 yılı hafriyat toprağı ve inşaat/yıkıntı atık miktarları

| İl       | İnşaat/Yıkıntı Atık Miktarı(m2) |
|----------|---------------------------------|
| İstanbul | 35-40 milyon                    |
| Adana    | 1.111.738,46                    |
| Konya    | 1.115.016,27                    |
| Trabzon  | 844.173                         |
| Malatya  | 1.155.424                       |
| Hatay    | 706.964                         |
| Manisa   | 4.180.000,20                    |

TÜİK resmi sayfasından edinilen verilere göre belediye atık kompozisyonu kapsamında Çevre Şehircilik ve İklim Değişikliği Bakanlığı tarafından hazırlanan 2007/10 sayılı ‘Katı Atık Karakterizasyonu Genelgesi’ yayınlanmış ve bu genelgeye

göre belediyeler yılda iki defa yaz ve kış mevsimlerinde bakanlık müdürlükleri koordinasyonunda atık raporlarını sunmaları gerekmektedir. Ancak belediyeler tarafından verilen veriler bakanlık tarafından istatistiksel anlamda değerlendirme niteliği taşımadığından yayınlanmamış ve ilgili literatürde Türkiye ile ilgili yapısal atık miktarını belirlemeye yönelik yeterli bilgi bulunamamaktadır. Ayrıca TÜİK resmi sayfasından edinilen bilgiye göre Çevre Şehircilik ve İklim Değişikliği Bakanlığı tarafından 2026 yılına kadar atıklar ile ilgili mevzuatta yapılacak değişikliklerde inşaat ve yıkım atığı istatistiklerinin belirlenmesi ve belediye atık kompozisyonu istatistiklerinin belirlenmesi amaçlanmaktadır.

Aziz ve diğerleri (2016), Niyazi ve diğerleri (2017) inşaat sektörü Türkiye gibi gelişmekte olan ülkelerin ekonomisinin büyümesinde faydası olduğunu belirtmektedir. İnşaat sektörü istihdam oluşturmaması, malzeme satın alımı ve ekipman alımı nedeni ile ülke ekonomisine büyük katkı sağlamaktadır (Kim vd., 2019; Dupin, 2014). Avrupa Birliği'nde de en önemli sektörlerden biri inşaat sektörüdür ve ekonominin %28,5'unu oluşturmaktadır (Malia vd., 2013). Ancak inşaat faaliyetleri ekonomik faydanın yanında büyük miktarda yapısal katı atık üreterek çevrede olumsuz etkiye sebep olmaktadır (Yu vd., 2021; Kim vd., 2019; Lu Vd., 2011; Gangolles vd., 2009; Coelho vd., 2012). İnşaat sektörü sadece yapısal atık üretmekle kalmaz aynı zamanda çevrenin kirlenmesi, toprak kalitesinin bozulması, doğal kaynakların tüketilmesi, su kaynaklarının kirlenmesi, ses kirliliği, toz oluşması, tehlikeli gazların oluşması, kötü koku oluşması, estetik kirlilik (Cha vd., 2009) gibi birçok alanda çevreye olumsuz etkiler yaratmaktadır (Gangolles vd., 2009; Du vd., 2021).

İnşaat sektörünün neden olduğu çevresel sorunlar kritik bir konudur. Yapısal atıkların çevreye verdiği zararlar neticesinde insanlarda, astım, erken ölümler ve çocuklarda akciğer fonksiyonlarının azalması sorunlarına neden olmaktadır (Marzouk vd., 2014). Yapısal atıkların artması inşaat projelerinde verimsiz atık yöntemi uygulamalarından kaynaklanmaktadır. İnşaat faaliyetlerinden kaynaklanan tüm yapısal atıklar çevre, maliyet, verimlilik, zaman, sosyal hayat ve ekonomi üzerinde olumsuz etkilere neden olmaktadır. İnşaat sektörü perspektifinden bakıldığında bu konu inşaat verimliliğinin değer kaybetmesine neden olarak projelerin performansını azaltmaktadır. (Rahim vd., 2017). Gelecekteki sürdürülebilir kalkınma ile başa çıkmak için inşaat atıklarını yönetmek hayati önem taşımaktadır. Bu kapsamda çevreyi korumak amacıyla inşaat ve yıkım işlerinden kaynaklanan atıkların çevre kirliliğini önemli ölçüde katkıda bulunduğu kabul edilerek oluşturulan inşaat faaliyetleri için atık yöntemi

uygulanmalıdır. Yapısal atıkların yönetimi, gelişmekte olan ülkeler için ciddi bir sorundur.

### 2.3. Türkiye’ de Atıklar ile İlgili Yasal Mevzuat

Yapısal atıkların neden olduğu problemler nedeniyle inşaat atığı oluşumunu azaltmak için uygun önlemlere duyulan ihtiyaç geçtiğimiz birkaç on yılda vurgulanmış ve bu amaçla dünya çapında çeşitli düzenlemeler yapılmıştır (Mahpour vd., 2018). Avrupa Birliği, ABD, Türkiye gibi birçok ülke, atık ve yapısal atık yönetimi ile ilgili birçok yönergeler, genelgeler ve yönetmelikler yayınlamışlardır. Türkiye’de yayınlanan yönetmelikler; “Sıfır Atık Yönetmeliği”, “Atık Yönetimi Yönetmeliği”, “Atıkların Düzenli Depolanmasına Dair Yönetmelik”, “Atık Ara Depolama Tesisleri Tebliği”, “Hafriyat Toprağı, İnşaat ve Yıkıntı Atıklarının Kontrolü Yönetmeliği”, “Atık Ön İşlem ve Geri Kazanım Tesislerinin Genel Esaslarına İlişkin Yönetmelik” ve “Çevresel Gürültü Kontrol Yönetmeliği”’dir. Çizelge 2.4’te yukarıda adı geçen yasal mevzuatlar özetlenmiştir. Adı geçen mevzuatların büyük çoğunluğu inşaat sektörünü dolaylı yoldan etkilemekteyken “Hafriyat Toprağı, İnşaat ve Yıkıntı Atıklarının Kontrolü Yönetmeliği” inşaat sektörü kaynaklı yapısal atıkları doğrudan etkilediği için ayrı bir başlık altında ele alınmıştır.

**Çizelge 2.4.** Türkiye’ deki yapısal atıklar ile ilgili dolaylı ve doğrudan ilişkili yönetmelikler

| Yönetmelik/ Tarih   | Amaç   |
|---|--|
| Sıfır Atık Yönetmeliği<br>12.07.2019                          | Sürdürülebilirlik ilkeler doğrultusunda atık yönetimi süreçlerinde çevre, hammadde, doğal kaynakların ve insan sağlığının korunmasını hedeflemektedir. Yönetmelik kapsamında sisteminin kurulması, yaygınlaştırılması, geliştirilmesi, finansmanı, izlenmesi, kayıt altına alınarak belgelendirilmesine ilişkin genel ilke ve esasların belirlenmesi bulunmaktadır.  |
| Atık Yönetimi Yönetmeliği<br>02.04.2015                       | Bu Yönetmeliğin amacı, atıkların oluşum aşamasından bertarafına kadarki süreçte yönetiminin sağlanması, yönetmeliğin kapsamındaki ürünlerin üretimi, gözetimi ve denetiminin yapılmasıdır. Ayrıca atıkların azaltılması, yeniden kullanılması, geri dönüştürülmesi ve geri kazanımını sağlamanın usullerini belirlemektedir.   |
| Atıkların Düzenli Depolanmasına Dair Yönetmelik<br>26.03.2010 | Bu Yönetmeliğin amacı; çevre kirliliğinin önlenmesi, atıkların düzenli depolanması ve bertarafı sürecinde sızıntı su ve gazlarının toprak, yeraltı suyu, hava ve yüzey sularında oluşan olumsuz etkiyi en az düzeye indirilmesi, atıkların türüne göre en uygun olan deponun teknik tasarımlarının yapılarak düzenleri depolama tesislerinin inşa edilmesi, depolama tesislerinin kontrol edilmesi ve bu bağlamda genel kuralları belirlemektir. |

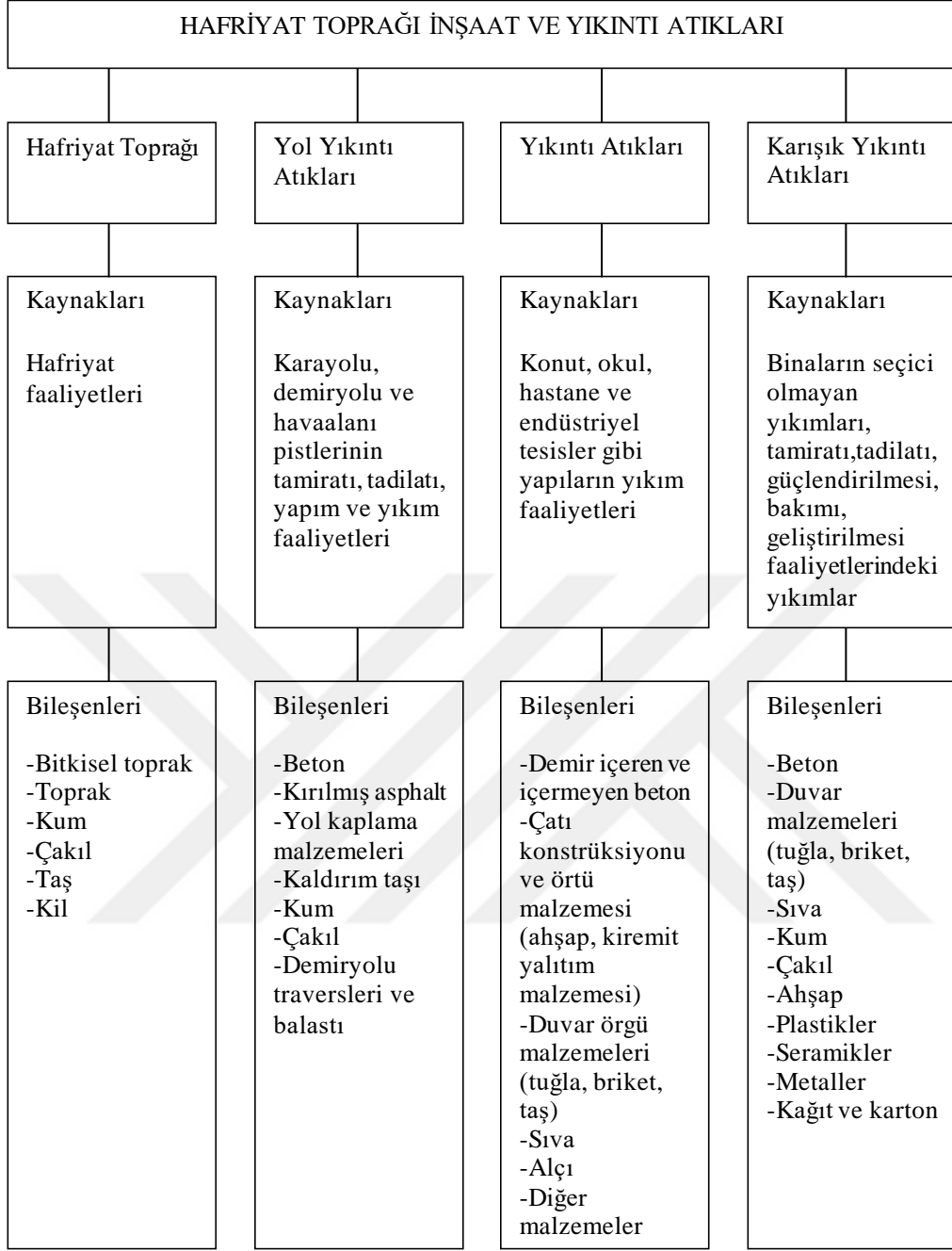
**Çizelge 2.4.** Türkiye’ deki yapısal atıklar ile ilgili dolaylı ve doğrudan ilişkili yönetmelikler (Devamı)

|  |  |
|--|--|
| Atık Ara Depolama Tesisleri Tebliği<br>23.12.2022  | Bu Tebliğin amacı, belirlenmiş atıkların atık ara işleme tesislerine gönderilmeden önce güvenli ve çevreye zarar vermeyecek şekilde depolanmasını sağlamak, ara depolama işlemlerini ve ara depolama tesislerinde bulunması gereken asgari şartları belirlemektir.                         |
| Atık Ön İşlem ve Geri Kazanım Tesislerinin Genel Esaslarına İlişkin Yönetmelik<br>09.10.2021 | Yönetmelik, atıkların işlenmesi amacıyla faaliyet gösteren atık ön işlem ve geri kazanım tesislerinin teknik kriterlerine ve bu tesislerde bulunması gereken en düşük şartlara ilişkin esasları belirlemeyi amaçlamaktadır.  |
| Çevresel Gürültü Kontrol Yönetmeliği<br>30.11.2022   | Yönetmelik, çevre gürültüsünün çevre ve insan sağlığı üzerindeki olumsuzluklarının önlenmesi, gürültü planlarının hazırlanması ve gürültü azaltımı için kontrol tedbirlerinin belirlenip alınmasını bu konular ile ilgili kamuoyunu bilgilendirmeyi amaçlamaktadır.                        |
| Hafriyat Toprağı, İnşaat ve Yıkıntı Atıklarının Kontrolü Yönetmeliği<br>18.03.2004           | Yönetmeliğin amacı; hafriyat, inşaat ve yıkıntı atıklarının çevreye zarar vermeyecek şekilde öncelikle kaynaktan azaltılması, toplanması, geçici biriktirilmesi, taşınması, geri kazanılması, değerlendirilmesi ve bertaraf edilmesi süreçleri ile ilgili gereken kuralları belirlemektir. |

**2.3.1. Hafriyat toprağı, inşaat ve yıkıntı atıklarının kontrolü yönetmeliğı**

Hafriyat toprağı, yol/yıkıntı atıkları, yıkıntı atıkları ve karışık yıkıntı atıklarını özetli Şekil 2.1’de verilmiştir.

“Bu Yönetmeliğın amacı; hafriyat toprağı ile inşaat ve yıkıntı atıklarının 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 düzenlemektir”. “Kaynakları ve bileşenleri Şekil-1’de detaylı olarak belirtilen, beşerî faaliyetler ve doğal afetler sonrasında meydana gelen hafriyat toprağı ile inşaat ve yıkıntı atıklarının, üretildikleri yerlerde ayrı toplanması, geçici olarak biriktirilmesi, taşınması, geri kazanılması, değerlendirilmesi ve bertaraf edilmesine ilişkin esasları kapsamaktadır”.



**Şekil 2.1.** Hafriyat toprağı, İnşaat ve Yıkıntı Atıkları Yönetmeliğı

Hafriyat toprağı, inşaat ve yıkıntı atıklarının yönetimi ile ilgili genel esaslar aşağıda belirtilmiştir.

- Hafriyat toprağı ve inşaat/yıkıntı atıklarının kaynağında azaltılması, ayrı toplanması, tekrar kullanılması ve geri kazanılması gereklidir.
- Hafriyat toprağı ile inşaat/yıkıntı atıklarının geri kazanılarak özellikle alt yapı malzemesi olarak kullanılması gereklidir.

- Hafriyat toprağı ile inşaat/yıkıntı atıklarının karıştırılmamasının sağlanması ve sağlıklı bir geri kazanım ve bertaraf sisteminin oluşturulabilmesi için atıkların kaynağında ayrılarak ve "seçici yıkımı" yapılması gereklidir.
- Hafriyat toprağı ile inşaat/yıkıntı atıklarının, üreticileri veya taşıyanları tarafından denizlere, akarsulara, göllere veya herhangi bir yere dökülmesi ve dolgu yapılması yasaktır.
- Hafriyat yapanlar, hafriyat toprağının çıkartılması sırasında gürültü kirliliği, görüntü kirliliği ve toz emisyonlarını azaltacak tedbirleri almak ve hafriyat alanının çevresini kapatmakla yükümlüdür.
- Hafriyat yapımı sırasında kazıdan çıkacak toprak miktarı ile dolgu yapılacak alanın hacminin eşitlenecek şekilde planlamasının yapılması ve hafriyat toprağının öncelikle faaliyet alanı içerisinde değerlendirilmesi sağlanmalıdır.
- İnşaat yeri haricinde en az 2000 metrekare alanı bulunan faaliyet sahipleri, çıkan hafriyat toprağını yeniden değerlendirilmek kaydıyla faaliyet alanında geçici olarak biriktirebilirler.
- 2 tona kadar atık oluşumuna neden olacak küçük çaplı tamirat ve tadilat yapan kişi ve kuruluşlar ile inşaat firmaları, mücavir alan sınırları içinde ilgili birimlerden izin alarak yetkilendirilmiş kişilere başvurarak oluşan atıkların toplanmasını, taşınmasını ve ilgili idarenin belirlediği alana götürülmesini sağlamak ile yükümlüdürler.
- Faaliyet sahibi veya tadilat/tamirat/inşaat/yıkımı yapacak firma, ilgili idarelere veya yetkilendirilmiş firmalara başvurarak faaliyetin yapılacağı yere geçici biriktirme konteynerinin yerleştirilmesini temin etmelidir. Bu konteyner yerleştirilmeden tadilat/tamirat/inşaat/yıkım işlemlerine başlanılması yasaktır.
- Evsel, zararlı ve tehlikeli atıkların yerleştirilen konteynerlere atılması yasaktır. İnşaat/yıkıntı atıkları içine tehlikeli atık atılması durumunda bu atıklar tehlikeli atık olarak kabul edilerek bertarafı da ilgili mevzuata göre yapılır.
- Dolan konteynerler, ilgili idareler veya yetkilendirilmiş firmalar tarafından geri kazanım veya depolama tesislerine taşınmalıdır.
- Yıkımı yapılacak yapıların içerindeki geri kazanılabilir malzemelerin ayrıştırılması ve geri kazanılması esastır. Bu bağlamda kapı, dolap, pencere, taban ve duvar kaplamaları, döşemeleri ve yalıtım malzemeleri gibi inşaat

malzemeleri ile tehlikeli atıklar yıkımı yapılacak yapılardan ayıklanır ve ayrı toplanmalıdır.

- Oluşacak toz emisyonlarının en az düzeye indirilmesi, görüntü kirliliğinin önlenmesi ve gerekli emniyet koşullarının sağlanması amacıyla tadilat/yıkım yapılacak binaların dış cephesinin file ve benzeri malzeme ile koruma altına alınması sağlanmalıdır.
- İnşaat/yıkıntı atıkları içerisinde bulunan civa, boya, florasan, asbest, asit ve benzeri tehlikeli atıklar diğer atıklardan ayrı olarak toplanarak Tehlikeli Atıkların Kontrolü Yönetmeliği hükümlerine doğrultusunda bertaraf edilir.
- Hafriyat sırasında, bitkisel toprak ayrı olarak toplanmalı ve bahçe, park, yeşil alan yapımında kullanılmalıdır. Depolama sahasına gönderilmesi yasaktır. Bitkisel toprak dışındaki hafriyat toprağı da öncelikle dolgu, rekreasyon, katı atık depolama alanında günlük örtü ve benzeri amaçla kullanılmalı tekrar kullanımlarının mümkün olmaması durumunda ise depolanarak bertaraf edilmelidir.
- Kimyasal/pişebilirlik özellikleri uygun ise hafriyat toprağı çimento sanayiinde kil hammaddesi olarak öncelikle kullanılacaktır.
- Sürdürülebilir üretimin olması, doğal kaynakların korunması, depolanacak atık miktarının azaltılması ve ekonomik değer yaratılması amacıyla inşaat/yıkıntı atıklarının geri kazanılması gereklidir.
- Geri kazanım ürünlerinin yüksek kalitede olması ve maliyetlerinin azaltılabilmesi için atıkların oluştuğı yerde ayrılması gerekir.
- Havaalanı pisti, yol ve benzeri yapıların tadilatı/tamirâtı ve yıkımı sırasında oluşan asfalt atıkları, diğer atıklarından ayrı olarak toplanır, taşınır ve geri kazanılır. Asfalt atıklarının gelişigüzel alanlara atılması yasaktır. Asfalt atıklarının geri kazanılması zorunludur. Geri kazanım tesislerinde ikincil ürün haline getirilen asfalt atıkları düşük trafik yoğunluklu yollarda dolgu malzemesi olarak veya asfalt üretim tesislerinde öncelikli olarak kullanılmalıdır.
- Geri kazanılmış ürünler, orijinalleri ile veya ayrı olarak, yeni beton üretiminde, kaldırım, otopark, yol, yürüyüş yolları, kablo döşemeleri, kanalizasyon borusu ve drenaj çalışmalarında dolgu malzemesi olarak, alt ve üst yapı projeleri, spor ve oyun tesisleri projeleri ile diğer dolgu ve rekreasyon çalışmalarında öncelikli olarak kullanılmalıdır.

## 2.4. Yapısal Atık Oluşum Nedenleri ve Yapısal Atık Türleri

Yapıların tüm yaşam döngüsü tasarım, yapım, yenileme ve yıkım aşamalarından oluşmaktadır (Polat vd. 2017). Belirtilen yaşam döngüsünün her aşamasında yapısal atık oluştuğu veya ilgili aşamada doğrudan yapısal atık oluşmasa da sürecin karakteristik özelliğinden dolayı yapısal atık oluşumuna kaynaklık edebilecek durumlar oluşturduğu (örneğin tasarım aşaması) bilinmektedir.

Literatürde yapısal atıkların oluşum nedenleri ve yapının hangi üretim aşamasında oluştuğu ile ilgili farklı araştırmalar yapılmıştır. Hong Kong’da oluşan yapısal atıkların temel sebeplerinin hafriyat, inşaat aşaması, yıkım kaynaklı, yenileme kaynaklı olduğu belirtilmiştir (Yu vd., 2021). Malia ve diğerleri, (2013)’ e göre yapısal atıklar, yeni yapı inşaatı, onarımı ve yıkımı sonucunda oluşmaktadır. Umar vd. (2016), yapısal atıkların en yaygın nedeninin sahada bulunan malzemelerin bir zaman sonra atığa dönüştüğü ve inşaat süreci boyunca malzemelerin atığa dönüşmesi nedeniyle ek malzeme sipariş verildiği ve ihtiyaçtan daha fazla malzeme tüketildiği tespit etmiştir. Nijerya’da yapılan araştırmalara göre atıkların planlama, metraj ve yapım aşamasından kaynaklı oluştuğu belirlenmiştir (Wahab vd., 2011). Bir grup araştırmacıya göre ise atıkların oluşumuna tasarım, imalat, tedarik ve malzeme taşınımının neden olduğu tespit edilmiştir (Ekanayake vd., 2000; BREEAM, 2016) Lingard ve diğerleri, (2000)’ ne göre atık oluşumunun nedenleri üretim ve teslimat aşamasında, nakliye ve depolama aşamasında, inşaat aşamasında ve çalışan tutumuyla ilgilidir. Lam ve diğerleri, (2019)’ ne göre yapısal atıklar hafriyat aşaması, inşaat aşaması, onarım aşaması ve yıkım aşamalarında en fazla miktarda oluşmaktadır. Ding vd. (2016) ve Osmani vd. (2008)’ e göre tasarım aşamasında yapılacak değişiklikler yapının inşaatı sırasında oluşan atıkları etkilemektedir. Baldwin ve diğerleri, (2009) ve Innes, (2004) yapısal atıkların oluşum nedenlerinin %33’ü tasarım hataları kaynaklı olduğunu belirtmiştir.

Literatürde atık oluşum nedenlerindeki farklılık gibi aynı zamanda atıkların sınıflandırılması ile ilgili de farklı görüşler bulunmaktadır.

Kouspanis, (2008)’in çalışmalarına göre ise yapısal atıklar, ülkelerin kültürel ve ekonomik durumları o ülkelerdeki atık sınıflandırmaları ve oluşan atık verilerinin türüne göre ülkeden ülkeye farklılık göstermektedir.

Yeheys ve diğerleri, (2013)'ne göre atıklar geri dnstrlebilen, geri dnstrlemeyip biyolojik olarak parçalanabilen ve p olarak atılmaya uygun olan atıklar olarak sınıflandırılmaktadır.

Diğer bir sınıflandırma ise fiziksel yapısal atıklar ve fiziksel olmayan yapısal atıklar şeklinde olan sınıflandırmadır. Fiziksel sınıflandırma, yenileme ve yıkım faaliyetlerinden kaynaklanan atıklarıdır (Yates, 2013), (beton, tuğla, ambalaj, metal vb.) ve fiziksel olmayan atıklar ise süreç sorunlarından kaynaklanmaktadır (maliyet ve zaman aşımları vb.) (Nagapan vd., 2012).

Ancak literatürdeki yaygın görüş yapısal atıklar malzemelerin özelliklerine göre hafriyat, yapım, onarım/yenileme, yıkım aşamalarında oluşmasına göre yapı üretim süreci aşamaları sınıflandırmasıdır (Lam vd., 2019; Rondinel-Oviedo vd., 2021; Doust vd., 2020). Bu çalışmada da yaygın görüş olan yapı üretim süreçleri ele alınmıştır.

#### **2.4.1. Alan (hafriyat) atıkları**

Türkiye Hafriyat Toprağı, İnaşaat ve Yıkıntı Atıklarının Kontrolü Yönetmeliği'nde hafriyat atıkları inşaat öncesinde arazinin hazırlanması aşamasında yapılan kazı ve benzeri faaliyetler sonucunda oluşan toprak olarak tanımlanmıştır. İnaşaatın yapılacağı alanda kazı nedeni ile oluşan hafriyat maddelerine denir. Bazı araştırmacılar alan atıklarını fiziksel atıklar (tuğla, elik, beton, moloz vb. ve alan atıkları) sınıfında değerlendirmişlerdir (Nagapan vd. 2012). Kazı alışmaları sonucu oluşan toprak, kaya, taş ve kum malzemelerden oluşan atıklardır.



Şekil 2.2. Sahada hafriyat çalışması (URL-1)

#### 2.4.2. Yapım sırasında oluşan (saha) malzeme atıkları

Türkiye Atık Yönetimi Yönetmeliği'ne göre konut, bina, köprü, yol ve benzeri alt ve üst yapıların yapımı esnasında ortaya çıkan atıklar olarak tanımlanmaktadır. İnşaat başladıktan sonra faaliyeti süresince ve teslimine kadar ki süreçte açığa çıkan çeşitli malzemelerden oluşan atıklardır. Toplam atık hacminin %40-85'ini oluşturan malzemelerdir (Eurostat, 2009). Saha atıklarına örnek olarak, beton, tuğla, kereste, cam, plastik, metal karışımı malzemeler, alçı esaslı malzemeler, seramik, kiremit, yalıtım malzemeleri verilebilir (Malia vd., 2013).



**Şekil 2.3.** İmalat çalışmaları sırasında oluşan yapısal atıklar (Betül Müjdeci Alalı arşivinden)

### **2.4.3. Yenileme/onarım atıkları**

İnşaat bitip kullanıcıya teslim edildikten sonra kullanıcı zevkine göre yenilenen malzemelerden veya yıpranmış, zarar görmüş malzemelerin yenilenip, onarılmasından kaynaklı açığa çıkan atıklardır. Salgın ve diğerleri, (2015) kullanıcılar tarafından yapılan değişiklikler sonucunda oluşan atıklar olarak tanımlanmışlardır. Kullanıcıların zevklerinin göz ardı edilmesi neden olmaktadır. Ye ve diğerleri, (2015) Çin’de yenileme/onarım atıklarının kalitesiz malzeme kullanımı kaynaklı olduğu sonucuna varmışlardır. Al-Hajj ve diğerleri, (2011) farkındalık eksikliğinden oluştuğunu tespit etmişlerdir. Yenileme/onarım atıklarına örnek olarak seramik, mermer, dolap, kapı, parke gibi ahşap atıklar, duvar malzemesi, alçı, sıva, alçıpan, harç verilebilir.



Şekil 2.4. Yenileme/onarım sonucu açığa çıkan yapısal atık örneği (URL-2)

#### 2.4.4. Yıkım/söküm atıkları

Türkiye Atık Yönetimi Yönetmeliğine göre yıkıntı atıkları konut, bina, köprü, yol ve benzeri alt ve üst yapıların tamiratı, tadilatı, yenilenmesi, yıkımı veya doğal bir afet sonucunda ortaya çıkan atıklar olarak tanımlanmaktadır. Yapıların yaşam süresi boyunca yıpranmış, işlev değişikliği gerektiren, yasadışı yapılanma kaynaklı, kentsel standart değişiklikleri nedenleri yapı malzemelerinin sökümüne neden olmaktadır (Ustaoğlu vd. 2014). Söküm atıkları yapım sırasında oluşan atıkların %20-30 katına eşittir (Jeffrey, 2011). Yaşam ömrünü tamamlamış yapılar ise yıkılır. Bu atıklar farklı malzemelerden oluşan karışık yapılardır (Schultmann, 2005). Yıkım/söküm atıklarının içeriği bina formu, yapım malzemesi, yapılış tarihi, kültürel ve ekonomik değerlerine göre değişiklik göstermektedir (Öztürk, 2012).



Şekil 2.5. Bir binanın yıkımı (URL-3)

#### 2.4.5. Afet/yıkım atıkları

Kullanım ömrünü tamamlamamış yapıların doğal afetler (deprem, yangın, sel, hortum, volkan patlaması) nedeniyle yıkılarak atık durumuna gelmesi sonucunda oluşan atıklara afet/yıkım atıkları denir (Coşgun vd. 2006). Afetler sonucu oluşan yıkımlar yapısal atıkların yanında eşya, gıda, canlı, mekanik sistemler gibi çeşitli türden atığı bünyesinde barındırır (Ustaoğlu, 2014)



Şekil 2.6. Bir binanın deprem nedeni ile yıkımı (URL-4)

## 2.5. Yapı Üretim Aşamaları ve Yapısal Atık İlişkisi

Ikau ve diğerleri, (2016) atığı istenmeyen malzeme olarak tanımlamıştır. Gelişmekte olan ülkelerde şehirleşmenin hızlı olması nedeni ile yapısal atık miktarı sürekli artmaktadır. Yapısal atık miktarının fazla olması Dünya genelinde çevre sorunlarına yol açmakta ve inşaat sektöründe projelerin maliyetlerini arttırmaktadır (Mahamid vd., 2014; Begüm vd. 2019). Proje maliyetlerinin artması ülkelerin ekonomik büyümesi ve gelişiminin önünde engel oluşturmaktadır (Umar vd., 2016). Yapısal atık oluşumunu en aza indirmek, inşaat projelerinde performansı artıracak ve ülke ekonomisini iyileştirecektir (Mahamid, 2020). Ancak yapısal atık oluşumunu en aza indirebilmek için ilk olarak yapısal atıkların yapı üretimini hangi aşamalarında oluştuğunu ve neden oluştuğunu belirlemek önem arz etmekte ve atık yönetim hiyerarşisinin ilk adımı olan kaynağın azaltma stratejisi uygulanmalıdır. Yapısal atıklar yapı üretim aşamalarının her birinde oluşmaktadır (Ghafourian vd., 2018). Yapısal atık oluşumu, yapıların yaşam döngüsü boyunca ortaya çıkmakta ve tasarımdan başlayarak yapım, tadilat ve yıkım aşamasında son bulmaktadır (Llataş, 2011). Salgın vd. (2020) çalışmasında yapıların yaşam döngüsünde yapısal atık oluşumuna neden olan aşamaları sırasıyla söküm ve yıkım aşaması, inşaat aşaması, kullanım aşaması olarak belirtmiştir.

Tez çalışmasının bu bölümünde literatürde konuyla ilgili yapılmış çalışmalar dikkate alınarak yapı üretiminin farklı aşamaları ile yapısal atık oluşumu ilişkisi özetlenmiştir.

### **2.5.1. Tasarım aşaması ve yapısal atık ilişkisi**

Ghafourian ve diğerleri, (2018)'ne göre tasarım aşaması, tasarım ve hazırlık aşamasını içermektedir. Yapıların yaşam döngüsü süresince yapısal atık oluşumunda tasarım kararları çok önemlidir (Bossink ve Brouwers, 1996; Chandrakanthi vd., 2002; Coşgun vd., 2009; Ekanayake vd., 2000; Faniran ve Caban, 1998; Innes, 2004; Li vd., 2015; Osmani vd., 2008; Salgın vd., 2015).

Tasarım aşamasında alınan kararlar (tasarımda esneklik, yapı ürünlerinin türleri, organizasyon, yapım yöntemleri) yapılar yaşam döngüsü olan yapım, kullanım, söküm/yıkım aşamalarında yapısal atık oluşumuna neden olmaktadır (Salgın vd., 2015). Kötü tasarım kararları (Osmani vd., 2007; 2006), tasarım değişiklikleri (Ofori, 2000; Gavilan ve Bernold, 1994; Poon vd., 2004; Patel ve Patel, 2016; Faniran ve Caban, 1998; Nagapan vd. 2011; Mahamid, 2020), tasarım hataları (Bossink ve Brouwers, 1996, Mahamid, 2020), uygun özelliklere sahip olmayan kalitesiz malzeme seçimi (Ofori, 2000; Bossink ve Brouwers, 1996; Osmani vd., 2008; Kulathunga vd., 2005; Osmani vd., 2014), tasarımcının bilgi eksikliği (Ofori, 2000; Gavilan ve Bernold, 1994; Osmani vd., 2008; Poon vd., 2004; Bekr, 2014), malzeme miktarının yanlış hesaplanması (Poon vd., 2004), malzemelerin piyasada bulunan standart ölçülerine dikkat etmeden tasarım yapılması (Ofori, 2000; Bossink ve Brouwers, 1996; Kulathunga vd., 2005), tasarımcıların malzeme bilgisinin olmaması (Ofori, 2000; Bossink ve Brouwers, 1996; Kulathunga vd., 2005), tasarımın kötü ve yetersiz yapılması (Al-Hajj vd., 2011), müşterilerin gereksinim değişikliğine dayalı olarak son dakika tasarım değişikliklerinin yapılması (Luangcharoentral vd., (2019); Al-Hajj vd., 2011), tasarımcıların yapım işleri konusunda deneyiminin olmaması (Ofori, 2000), tasarımcıların yapısal atık azaltımı ile ilgili bilgi yetersizliği (Moreton vd., 2016) yapının inşaat aşamasında yapısal atık oluşumunu etkilemektedir. İnşaat aşamasında oluşan yapısal atıkların %33'ü tasarım hatalarından kaynaklı oluşmaktadır (Innes, 2004).

## 2.5.2. Yapım aşaması ve yapısal atık ilişkisi

Yapıların inşaatı aşamasında birçok süreçte çeşitli nedenlerden dolayı yapısal atık oluşmaktadır. Yapıların yapımı sırasında birçok aşamada çeşitli nedenlerden dolayı yapısal atık oluşmaktadır. Yapım aşamasında yapısal atık oluşumunun nedenleri çeşitli gruplara ayrılabilir.

Literatürde konuyla ilgili yapılmış çalışmalar incelendiğinde yapısal atık oluşumunu en çok etkileyen nedenler *malzeme taşınımı sırasında malzemelerde oluşan hasarlar ve ambalajlarında yırtılmalar nedeniyle malzemelerin hasar görmesi* (Ekanayeke vd., 2016; Bossink ve Brouwers, 1996; Ghafourian vd. 2018; Poon, 2007; Swinburne vd., 2010; Khaled vd. 2018); *malzeme siparişlerinin gerekenden fazla verilmesi nedeniyle kullanımını bekleyen malzemenin hasar görmesi* (Swinburne vd., 2010; Khaled vd., 2018), *malzemelerin tedarigi sırasında hasar görmesi* (Gavilan ve Bossink YIL, Ekanayeke vd., 2016, Khaled vd., 2018), *malzeme nakliyesi sırasında malzemelerin hasar alması* (Ghafourian vd. 2018; Doust vd., 2020; Khaled vd., 2018), *sahada uygun olmayan depolama yöntemleri (malzemelerin açıkta bırakılması vb.)* (Ghafourian vd. 2018; Ikau, vd., 2016; Luangcharoentral vd., 2019; Nagapan vd., 2011; Agyekum vd., 2013; Swinburne vd., 2010; Doust vd., 2020; Khaled vd., 2018), *saha yönetimi ve denetiminin yetersiz olması* (Ghafourian vd., 2018; Arşad vd., 2017; Ameh vd., 2013; Agyekum vd., 2013; Swinburne vd., 2010; Doust vd., 2020; Khaled vd., 2018; Nagapan vd., 2018), *işçilerin beceri eksikliği* (Arşad vd., 2017; Nagapan vd. 2011, Khaled vd., 2018), *imalat hataları* (Bossink ve Brouwers, 1996; Ghafourian vd., 2018; Ikau, vd., 2016; Poon 2007; Al-Hajj vd., 2011; Ameh vd., 2013), *stokların yeterli kontrol edilmemesi* (Swinburne vd., 2010), *saha çalışanlarının deneyim eksikliği* (Ikau, vd., 2016), *sözleşmelere uygun olmayan malzeme satın alımı ve kullanımı* (Ikau vd., 2016; Agyekum vd., 2013), *yapısal atık ile ilgili farkındalığın saha çalışanlarında olmaması* (Al-Hajj vd., 2011), *hava şartlarının kötü olması* (Nagapan vd. 2011, Doust vd., 2020), *malzeme siparişi değişiklikleri* (Nagapan vd. 2011), *kalitesiz malzeme kullanımı* (Ameh vd. 2013), *işçilerde eğitim eksikliği* (Mahamid, 2020; Swinburne vd., 2010), *en düşük teklifi veren taşeron ile çalışma isteği* (Mahamid, 2020) *vandalizm ve hırsızlık* (Doust vd., 2020) ve sözleşme belgeleri ile ilgili faktörler olarak belirtilmektedir.

Yapım aşamasında yapısal atık oluşumunun bir diğer önemli nedeni de yeniden yapım işleridir. Yeniden yapım işleri yapısal atık oluşumunun yanında maliyet ve

zaman kaybına da neden olmaktadır (Mahamid, 2020). Palaneeswaran ve diğeri, (2005) yeniden yapım işlerinin, yeniden çalışmayı gerçekleştirmek için ek süreye, ek malzeme kullanımına ve bu malzemelerden oluşabilecek atıklara, ek işçilik maliyetine ve ek maliyete neden olduğunu belirtmiştir. Yeniden yapım işleri farklı büyüklükteki inşaatların maliyetlerini %2 ila %30 arasında arttırarak tamamlanma sürelerini de %10-%77 arttırmaktadır. Yeniden yapım işlerinin oluşmasının temel sebepleri saha yönetimi yetersizliği (%20,10), tasarım yetersizliği veya karmaşası (%18,91) ve müşteri isteklerinin değişmesi (%14,73) kaynaklıdır (Oyewobi vd., 2011). Ayrıca Oyewobi ve diğeri, (2011) yeniden yapım işlerinin nedenlerinin paydaşlar arasındaki iletişim eksikliği, ihmaller, tasarım hataları ve değişiklik olduğunu da belirtmiştir.

Nagapan ve diğeri, (2018)' ne göre saha denetiminin yetersiz olması yapısal atık oluşumunu arttırmaktadır. İyi bir denetim sayesinde kaliteli işler yapılabilen ancak başarılı bir denetim sistemi kurabilmek için maliyet artacağı için çok tercih edilmediğini belirtmiştir (Alwi vd., 2002; Dalibi, 2016). Formoso vd. (2002), Polat ve diğeri, (2017); Wang ve diğeri, (2008)' de saha denetiminin sıkı olmasının yapısal atık oluşumunu engellemek için bir zorunluluk olduğunu belirtmişlerdir. Saha yönetiminin yetersizliği de yapısal atık oluşumunu arttırmaktadır. Saha yönetiminin paydaşları, projenin ihtiyaçlarına göre iyi bir görev dağılımı ve iş akışı yapmalıdır (Wahab ve Lawal, 2011; Lu ve Yuan, 2011). Saha yönetiminin uygun yapılmaması halinde yapılan işlerin hatalı olmasına ve yeniden yapım işlerine ve yapısal atık oluşumuna neden olmaktadır.

Müşteri gereksinimlerinden kaynaklanan son dakika tasarım değişiklikleri, inşaat başladıktan sonra meydana gelen değişikliklerdir ve yapısal atık oluşumunun temel nedenlerinden biridir (Polat vd., 2017, Osmani vd., 2008, Poon vd., 2004). İnşaat başladıktan sonra gerçekleşen sık tasarım değişiklikleri yüksek miktarda yapısal atık üretimine neden olmaktadır (Zhao ve Chua, 2003; Lu ve Yuan, 2011; Adewuyi ve Odesola, 2015). Tasarım aşamasında müşteri tarafından incelenmeyip onaylanmayan tasarımlar, inşaat aşamasında fark edilmekte ve değişikliklere neden olmaktadır. İlgili tüm taraflar, tasarım aşamasında, inşaattan önce tasarımı onaylamak için sık sık verimli görüşmeler gerçekleştirmelidirler.

Malzemelerin farklı boyutlarda ve ekonomik olmayan şekillerde kesilmesi yapısal atık oluşumuna neden olmakta ve kullanılmayacak boyutlarda fire vermesine ve bu firelerin saha alanında kalarak atığa dönüşmesine neden olmaktadır. Kalıp malzemeleri ve çelik çubuklar bunlara örnek verilebilir (Polat vd., 2017).

İnşaat aşamasında kullanılan ekipmanların uygun olmaması da malzemelerde hasar oluşumuna ve yapısal atık oluşumuna neden olabilmektedir (Zhao ve Chua, 2003; Wang vd., 2008; Tam vd., 2007).

İşçilerin kötü, vandalist davranışları ve aralarında iletişimin olmaması malzemelerde hasar oluşmasına ve yeniden yapım işlerinin artmasına ve yapısal atık oluşumuna neden olmaktadır (Ekanayeke ve Ofori, 2000). Şantiyede paydaşlar arasında gerçekleşen kötü tutumun iş üzerinde çok önemli etkileri olmaktadır, bu durum da çalışanların moralinin bozulmasına ve mutsuz olmasına neden olabilmekte ve hataların daha sık meydana gelmesine ve imalatlarda kalitesizliğe neden olmaktadır (Pakhare vd., 2017). İşçilerin çalışma isteğinin olmaması da yeniden yapım işlerinin oluşmasına neden olmaktadır (Wang vd., 2008; Lu ve Yuan, 2011). İşçilerin malzemeleri uygunsuz taşınması malzemelerde hasara ve yapısal atık oluşumuna neden olmaktadır (Polat vd., 2017; Bekr, 2014; Adewuyi ve Odesola, 2015). Ayrıca malzemelerin dikkatli kullanılmaması, yapısal atığın oluşmasına neden olan hasarlar meydana getirmektedir (Pakhare vd., 2017; Ekanayeke ve Ofori, 2000).

Paydaşlar arasındaki yavaş bilgi akışı fazla çalışmaya neden olmaktadır (Senaratne ve Wijesiri, 2008; Ekanayeke ve Ofori, 2000). Oysaki Tüm taraflar arasında hızlı bilgi akışına sahip olmak, verimli çalışmayı ve yapısal atık oluşumunu azaltmayı sağlayacaktır (Alwi vd., 2002; Osmani vd., 2008). Ayrıca mühendisler ve işçiler arasındaki iletişim eksikliği de yeniden yapım işlerine, sahada ciddi kazalara ve çalışan sorunlarına neden olmaktadır (Bekr, 2014; Polat vd., 2017; Adewuyi ve Odesola, 2015). Etkili iletişim sadece yeniden yapım işlerini azaltmakla kalmaz, aynı zamanda inşaat sürecinin verimliliğini de önemli ölçüde artırabilir (Fadiya vd., 2014; Nagapan vd., 2012).

Malzeme tedarik sürecinde az miktarda malzeme sipariş etme imkanının olmaması, yapısal atık oluşumunun yaygın nedenlerinden biridir (Poon vd., 2004). Çünkü genellikle bir tedarikçiden yalnızca toplu siparişler sipariş edilebilmektedir (Kulatunga vd., 2006; Muhwezi vd., 2012; Adewuyi ve Odesola, 2015). Gereken miktar minimum sipariştan az olsa bile yerine getirilmesi gereken bir minimum sipariş tutarı vardır. Bu nedenle fazla kalan kullanılmayan malzemeler sahada kalabilmektedir ve sahada yapısal atık olarak son bulmaktadır.

Esin ve diğerleri, (2007); Formoso ve diğerleri, (2002); Yang, (2014) inşaat projelerinin birbirinden farklı olması nedeniyle farklı projelerde farklı miktarlarda ve türlerde yapısal atık oluşabileceğini belirtmiştir.

Tam, (2008) inşaatlarda yapısal atıkların %29'unun beton işlerinden kaynaklandığını daha sonra ise sırasıyla güçlendirme işleri, kalıp işleri, iskele, malzeme taşınımı ve ince işlerden kaynaklandığını belirtmiştir. Begüm vd., (2007)' e göre yapısal atık oluşturan malzemelerin miktarının yüzdelerinin şu şekilde olduğunu göstermiştir; agrega %65.80, toprak %27, ahşap %5, beton %2 ve çelik %3'tür.

Bu araştırmada yapım aşamasında saha operasyonlarının yapısal atık oluşumuna etkisi ve detaya inerek yapı imalatı esnasında (kaba yapı imalatı, ince yapı imalatı) yapısal atık oluşumunu etkileyen hatalar olmak üzere iki grupta ele alınmıştır.

### ***2.5.2.1. Kaba yapı imalatı sırasında oluşan yapısal atıklar***

Kaba yapı temel imalatı, kolon, kiriş, döşeme imalatı ve çatı iskeleti imalatlarından oluşmaktadır (Vilventhan vd., 2019). Temel imalatı sırasında oluşan atıkların büyük bir kısmı beton atıklarıdır (Tambovceva vd., 2020). Vilventhan vd., (2019) tarafından bir inşaat sahası incelenmiş ve radye temel betonu döküldükten sonra yüzeyi pürüzlü bulunmuş ve üstüne engebeli yüzeyi düzeltmek için tekrar beton dökümü gerçekleştirilmiştir. Bu durum kullanılması gereken betondan daha fazla beton kullanımına neden olmuştur. Temel yalıtımında kullanılan membranın yanlış kullanımı sonucunda hasar görmüş atık oluşumuna neden olmuştur. Temelde atık oluşumuna yanlış tasarım ve malzemelerin yanlış kullanımının neden olduğu belirtilmiştir (Vilventhan vd., 2019). Yapısal elemanların inşaatı sırasında ise malzeme miktarının yanlış hesaplanması nedeniyle ihtiyaç duyulandan fazla beton sipariş verilmesinden kaynaklı kullanılmayan beton sahaya dökülmektedir. Yanlış sipariş dışında kalıpta olan beton sızıntıları ve yetersiz beton yerleşimi nedeniyle yeniden boşlukların doldurulma işlemi de betonun hatalar sonucu gereksiz kullanımına neden olmuştur. Bazen kalıpların aşırı beton dolumu sonucunda sıyırma işlemi yapmak gerekmekte ve bu da betonun atık olarak sahada kalmasına yol açmaktadır. Yapıların kaba inşaatı sırasında kullanılan çelik çubukların istenilen tasarım boyutuna göre kesilmesi sonucunda kullanılmayacak kısa fireler verir ve bu kısa çelik çubuklar sahada atık olarak kalmaktadır. Ayrıca kötü hava şartları nedeniyle oluşacak paslanmalarda çelik çubukların atık olarak sahada işlevinin son bulmasına neden olmaktadır. Kalıp malzemesi, atılmadan önce genellikle en az üç kez kalıp olarak kullanılmaktadır. Kalıp malzemesi atığının ana sebepleri kesim ve sahada yanlış kullanımdır (Bossink ve Brouwers, 1996). Poon ve diğerleri, (2004) kalıp malzemesinin hacminin %49'unun atık olarak sona erdiğini belirtmiştir.

Kum atıklarının ana nedenleri ise teslimatı aşamasında kontrol eksikliği, kötü hava koşulları, kötü depolama ve ekipman hareketinden kaynaklanan hasarlar ile ilgili olduğunu belirtmişlerdir (Formoso vd., 2002). Kaba inşaat yapımı sırasında atık oluşmasının nedenleri aşırı sipariş verme, yanlış kesim yöntemleri ve uygun olmayan depolama olarak belirtilmiştir (Vilventhan vd., 2019).

### ***2.5.2.2. İnce yapı imalatı sırasında oluşan yapısal atıklar***

İnce yapı, duvar örümü, döşeme malzemelerinin döşenmesini ve kaba yapı dışında geriye kalan tüm inşaa faaliyetleri içermektedir. Gerekli malzeme miktarının yanlış tahmin edilmesi malzemelerin fazla kalıp sahada çeşitli nedenler ile kırılmasına veya eksik kalmasına neden olmaktadır. Ayrıca taşıma ve kullanım sırasında duvar malzemeleri kırılmakta ve tekrar kullanılmayarak sahada atık olarak son bulmaktadır. Elektrik ve sıhhi tesisatların montajı yapılırken duvarlar kırılmakta ve önemli miktarda duvar malzemesi atığı oluşmasına neden olmaktadır (Vilventhan vd., 2019). Duvar örümü sırasında aşırı harç tüketimi çimento atığının ana sebeplerindedir (Formoso vd., 2002). Duvar örümünün ve kalıp nedeniyle yapısal elemanların düz olmaması da sıva aşamasında hesaplanandan fazla sıva kullanımına neden olmaktadır (Formoso vd., 2002). Isı yalıtım malzemesinin doğru boyutlarda kullanılmaması, hava şartları yapısal atık oluşmasına neden olmaktadır (Tambovceva vd., 2020). Döşeme malzemeleri ise tasarım aşamasında verilen projelere göre tedarik edilmektedir. Daha sonra tasarımda oluşan herhangi bir değişiklik nedeni ile malzemelerin döşenmesi sırasında fazla firelerin oluşmasına neden olmaktadır. Ayrıca büyük miktarda döşeme malzemesi sahada yanlış kullanım, imalat hataları ve yeniden boyutlandırma nedeni ile atık haline dönüşmektedir (seramik, fayans, parke) (Vilventhan vd., 2019; Afolabi vd., 2017; Bossink ve Brouwers, 1996). Sıhhi ve elektrik tesisatları sırasında kullanılan boruların doğru boyutlandırılmaması nedeniyle de fireler oluşmakta ve yapısal atık miktarını arttırmaktadır (Formoso ve diğerleri, 2002). Yapının ince inşaatı sırasında ise kereste, alçıpan, taş yünü, metal profiller, boya ambalajları, fayanslar, karton ve plastik ambalajlar ile ekipmanların yapısal atık oluşturduğunu belirtmiştir (Tambovceva vd., 2020).

### **2.5.3. Kullanım (yenileme/onarım) aşaması ve yapısal atık ilişkisi**

Yapıların kullanımını sırasında yenileme/onarım yapılmasının temel sebepleri tasarımın yetersiz olması, kullanıcıların ihtiyaç ve zevklerine göre değişiklik yapması, işlev yetersizliğidir (Salgın vd., 2015). Bu onarım ve yenilemeler yapılırken kullanıcının bilinçsizliğin kaynaklı yapısal atık oluşmaktadır.

### **2.5.4. Yıkım aşaması ve yapısal atık ilişkisi**

Türkiye'deki yasal mevzuatlara göre yıkım afet yıkımı değil planlı bir yıkımsa seçici yıkım gerçekleştirilmelidir. Lauritzen ve diğerleri, (1992) ahşap, kâğıt, karton, plastik ve metallerin yerinde ayrıştırılması gerektiğini belirtir. Yapıdaki bazı ürünlerin yapıdan sökülmesi ve yapı boşaltıldıktan sonra yıkılması gereklidir (pencere, kapı, eviye, dolaplar, vitriyeller, korkuluklar, asansör vb.). Bu sayede geri dönüştürülebilir veya tekrar kullanılabilir malzemeler ayrılmış olur ayrıca yerinde ayrıştırma olduğundan yıkılan malzemelerin türlerine göre geri dönüşüm tesislerine gönderimi kolaylaşmış olur. Literatürde seçici yıkımı gerçekleştirmiş bir yapıda yapılan incelemeye göre çelik (%52), ahşap (%41) ve plastik (%37) ayrıştırılmıştır ve bu malzemeler hızla satılarak ve parasal bir fayda sağlayabilmekte yapısal atık oluşumuna engel olmaktadır. Sahada bulunan diğer atıkların arasında beton (%35), agrega (%33), kâğıt (%31), cam (%12), tuğla (%9), tehlikeli atık (%5), organik atık (%3), seramik atıkları (%3) ve karıştırılmış atıklar (%6) olduğu tespit edilmiştir.

### 3. MATERYAL VE YÖNTEM

Bu bölümde araştırmanın materyaline, evrenine, örneklem grubuna ve yöntemine yer verilmiştir.

#### 3.1. Materyal

Araştırmanın materyali yapısal atık oluşumu ile ilgili yazılı ve dijital kaynakların sistematik literatür taraması sonucu oluşturulan anket formuyla elde edilen veriler bu araştırmanın materyalini oluşturmaktadır.

#### 3.2. Evren ve örneklem grubu

Türkiye’ de inşaat sektöründe çalışan tüm proje müellifi mimar, proje müellifi inşaat mühendisi, şantiye şefi, müteahhitler ve diğer mühendisler bu çalışmanın evrenini oluşturmuştur. Çalışma kapsamında hazırlanan anket çevrimiçi olarak Türkiye’ deki mimar, mühendis ve müteahhitler ile paylaşılmıştır.

Hazırlanan anket 9 Mart 2022 – 1 Ocak 2022 tarihleri arasında 162 inşaat sektörü paydaşı tarafından cevaplanmıştır. 1 Ocak 2023 tarihinden itibaren veri toplanması durdurulmuştur. Anket formunu bu tarihe kadar cevaplayan inşaat sektörü paydaşları çalışmanın örneklem grubunu oluşturmuştur.

Örneklem grubunun demografik özellikleri ve yüzde (%) ve frekans (f) analizi sonuçları Çizelge 3.1’de yer almaktadır.

**Çizelge 3.1.** Örneklem grubunun demografik yapısını belirlemeye ilişkin soru verilerinin yüzde ve frekans dağılımları

| Demografik değişkenler |                | Frekans (f) | Yüzde (%) |
|------------------------|----------------|-------------|-----------|
| Cinsiyet               | Kadın          | 70          | 43,2      |
|                        | Erkek          | 91          | 56,2      |
|                        | Cevap vermeyen | 1           | 0,6       |
| Yaş                    | 18-25          | 18          | 11,1      |
|                        | 26-30          | 35          | 21,6      |
|                        | 31-35          | 25          | 15,4      |
|                        | 36-40          | 12          | 7,4       |

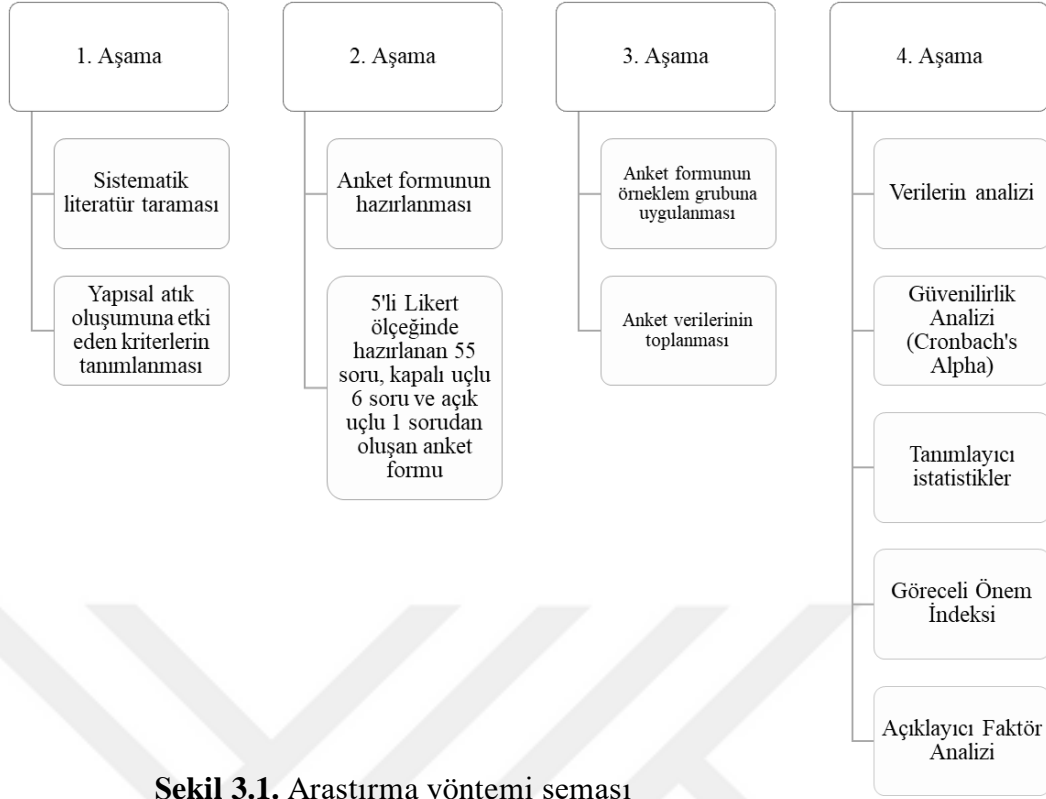
**Çizelge 3.1.** Örneklem grubunun demografik yapısını belirlemeye ilişkin soru verilerinin yüzde ve frekans dağılımları (Devamı)

|                 |                                 |     |      |
|-----------------|---------------------------------|-----|------|
|                 | 40+                             | 70  | 43,2 |
|                 | Cevap vermeyen                  | 2   | 1,6  |
| Eğitim Seviyesi | İlkokul                         | 1   | 0,6  |
|                 | Ortaokul                        | 1   | 0,6  |
|                 | Lise                            | 3   | 1,9  |
|                 | Lisans                          | 103 | 64,0 |
|                 | Lisansüstü                      | 53  | 32,9 |
|                 | Cevap vermeyen                  | 1   | 0,6  |
| Meslek          | Proje müellifi mimar            | 74  | 45,7 |
|                 | Proje Müellifi İnşaat Mühendisi | 41  | 25,3 |
|                 | Müteahhit                       | 19  | 11,7 |
|                 | Şantiye Şefi                    | 9   | 5,6  |
|                 | İnşaat sektörü diğer meslekleri | 16  | 9,9  |
|                 | Cevap vermeyen                  | 3   | 1,9  |
| Tecrübe         | 1-5                             | 45  | 27,8 |
|                 | 6-10                            | 31  | 19,1 |
|                 | 11-15                           | 14  | 8,6  |
|                 | 16-20                           | 10  | 6,2  |
|                 | 20+                             | 60  | 37,0 |
|                 | Cevap vermeyen                  | 2   | 1,2  |
| Çalışma Alanı   | Konut                           | 104 | 64,2 |
|                 | Konut dışı yapılar              | 54  | 33,3 |
|                 | Cevap vermeyen                  | 4   | 2,5  |

### 3.3. Yöntem

Araştırmanın yöntemi Türk inşaat sektöründe yapısal atık oluşumuna neden olan faktörlerin belirlenmesini amaçlayan, birbirini takip eden dört aşamadan oluşmaktadır. Birinci aşamada, anket formunda yer alacak soruların tutarlı ve gerçekçi belirlenebilmesi için sistematik literatür taraması yapılmıştır. İkinci aşamada, anket formu hazırlanmış daha sonraki aşamada hazırlanan anket çalışması örneklem grubuna uygulanmış ve çalışmanın verileri toplanmıştır. Dördüncü aşamada, elde edilen veriler çeşitli istatistik yöntemler kullanılarak analiz edilmiştir.

Araştırma yönteminin genel özeti ve akış şeması Şekil 3.1’de detaylı bir şekilde gösterilmiştir.



**Şekil 3.1.** Araştırma yöntemi şeması

### 3.3.1. Sistematik literatür taraması (SLT)

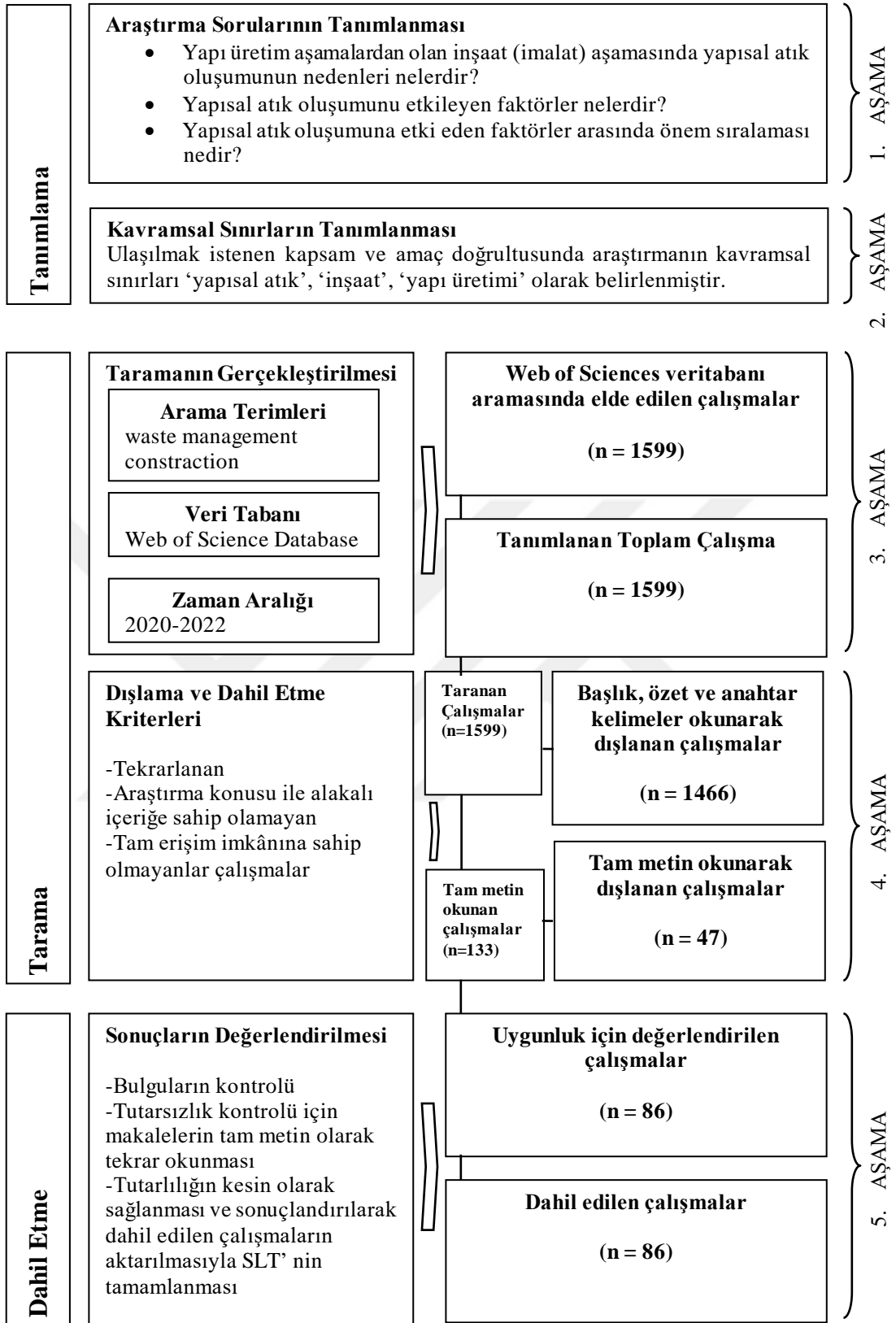
Literatür taramasının amacı araştırma konusunda ihtiyaç duyulan verilerin elde edilmesidir (Bourner, 1996). Sistematik literatür taraması (SLT) ise literatürü eleştirel bakış açısı ile değerlendirerek veri toplamak için geliştirilmiş bir araştırma yöntemidir (Liberati vd., 2009). Şeffaf, eleştirel bakış açısı ile sistematik olarak veri toplanabilmesi için bu çalışmada Macpherson ve Jones, (2010); Tranfield ve diğerleri, (2003) ve Denyer ve diğerleri, (2008) tarafından tavsiye edilen sistematik literatür taraması kullanılmıştır.

SLT araştırma yapılan konuda daha önceden çalışılmış özgün araştırmaların çok kapsamlı ve detaylı bir biçimde taranıp, dahil etme ve dışlama kriterlerinin uygulanmasıyla elde edilen bulguların değerlendirildiği bilimsel inceleme yöntemidir (Aslan, 2018). SLT kullanılarak gerçekleştirilen çalışmalar araştırma projeleridir ve belirli bir “protokol” dâhilinde yapılması gerekmektedir (Karaçam, 2013). Araştırma protokolleri ise, SLT ile değerlendirmeler yapılırken kullanılacak prosedürleri özetleyen önceden belirlenmiş stratejilerdir. Sistematik incelemelerin etkili olabilmesi için iyi tasarlanmış araştırma protokolü oldukça önemlidir (Okoli ve Schabram, 2010; Brereton vd., 2007). Protokol kapsamında çalışmanın amacı, araştırma soruları,

araştırmanın kapsamı ve sınırları, dahil etme ve dışlama kriterleri, tarama yöntemleri, tarama prosedürleri, veri çıkarma, uygunluk ve değerlendirme yaklaşımları dahil olmak üzere ilgili çalışmanın tüm yönleri bulunmalıdır (Gates 2002; Gomersall vd. 2015).

Gerçekleştirilen SLT sonrasında ise elde edilen verilere protokol kapsamında belirlenmiş dahil etme ve dışlama kriterleri uygulanmalıdır (Kitchenham ve Charters 2007). Dahil etme ve dışlama kriterlerinin uygulanması araştırılan konu ile ilgili en alakalı sonuçlara ulaşabilmek için oldukça önemlidir (Mengist vd. 2020; del Amo vd. 2018). Dahil etme ve dışlama kriterleri uygulandıktan sonra elde edilen çalışmaların uygun olup olmadığı değerlendirilir ve araştırma için uygun görülen çalışmalar kalmış olur.

Bu çalışmada literatür taraması kapsamında yapı yaşam süreçleri, yapı üretim aşaması, yapısal atık kavramı, ile ilgili ulusal ve uluslararası çalışmaların literatür incelemesi yapılmıştır. Yapısal atık oluşumuna neden olan faktörlerin araştırıldığı çeşitli uluslararası ve ulusal çalışmalar incelenmiştir. Veri toplama aracı olarak kullanılan anket sorularının oluşturulmasında da literatür taramasından faydalanılmıştır. Sistemik literatür taraması sonucunda elde edilen 86 makaleden 20'sinden faydalanılarak anket soruları oluşturulmuştur. Bu kapsamda Türk inşaat sektöründe betonarme yapılarda yapının inşaat (imalat) aşamasında yapısal atık oluşumunu etkileyen faktörlerin belirlenmesinde sistemik literatür taramasından faydalanılarak anketin (araştırma sorularının) oluşturulması, kavramsal sınırlılığın belirlenerek tanımlanması, taramanın gerçekleştirilmesi, dışlama ve dahil etme kriterlerinin uygulanması ve sonuçların değerlendirilmesi aşamaları oluşturulmuştur (Ayat vd., 2020, 2021, Grupta vd., 2019). Yapılan sistemik literatür taramasının aşamaları Şekil 3.2'de özetlenmiştir.



Şekil 3.2. Yapılan sistematik literatür taramasının aşamaları

### ***3.3.1.1. Araştırma protokolü***

Bu çalışmanın araştırma protokolü Araştırma Sorularının Oluşturulması, Kavramsal Sınırların Tanımlanması, Taramanın Gerçekleştirilmesi, Dışlama ve Dahil Etme Kriterlerinin Uygulanması ve Sonuçların Değerlendirilmesi şeklinde birbirini takip eden beş aşamadan oluşmaktadır (Şekil 3.2).

### ***3.3.1.2. Araştırma sorularının oluşturulması***

Sistemik Literatür Taramasında ilk aşama araştırma sorularının tasarlanmasıdır. Literatür incelemeleri, araştırma sorgulamalarıdır ve bu nedenle araştırma soruları tarafından yönlendirilmelidir (Xiao ve Watson 2019). Bu kapsamda, bu çalışmada Sistemik Literatür Taraması'nın araştırma soruları aşağıdaki gibi oluşturulmuştur:

- Yapı üretim aşamalardan olan inşaat (imalat) aşamasında yapısal atık oluşumunun nedenleri nelerdir?
- Yapısal atık oluşumunu etkileyen faktörler nelerdir?
- Yapısal atık oluşumuna etki eden faktörler arasında önem sıralaması nedir?

### ***3.3.1.3. Kavramsal sınırların tanımlanması***

Türk inşaat sektöründe betonarme yapılarda yapının inşaat (imalat) aşamasında yapısal atık oluşumunu etkileyen faktörlerin belirlenmesi için kapsam ve amaç doğrultusunda araştırmanın kavramsal sınırları 'yapısal atık', 'inşaat', 'yapı üretimi' olarak belirlenmiştir.

### ***3.3.1.4. Taramanın gerçekleştirilmesi***

Araştırma soruları ve kavramsal sınırlar belirlendikten sonra literatür taraması gerçekleştirilmiştir. Bu tarama için Web of Science veri tabanı daha geniş bir uluslararası bilimsel verileri kapsadığından araştırmanın veri tabanı olarak seçilmiştir (Yu vd., 2020). Bu kapsamda veri tabanında 1990-2021 yılları arasındaki araştırmalar taranmıştır. Daha çok veriye ulaşılabilmesi için araştırmanın dili "İngilizce" seçilmiştir.

Kavramsal sınırlarda da belirtildiği gibi “waste management” ve “constraction” anahtar kelimeleri kullanılarak araştırma yapılmış ve bu kapsamda 1599 adet çalışmaya ulaşılmıştır. Daha sonra elde edilen çalışmalar incelenmiştir.

#### ***3.3.1.5. Dışlama ve dahil etme kriterlerinin uygulanması***

SLT’de önceden belirlenmiş dışlama ve dahil etme kriterlerinden faydalanılmıştır (del Amo vd. 2018). Dışlama ve dahil etme kriterleri kapsamında araştırmanın dışında kalması gereken çalışmaları belirlemek için öncelikle elde edilen 1599 çalışmanın başlıkları, özetleri ve anahtar kelimeleri taranmış ve bu çalışmalardan; tekrarlanan, araştırma konusu ile alakalı içeriğe sahip olamayan ve tam erişim imkânına sahip olmayanlar dışlanmıştır.

İkinci aşamada ise kalan çalışmalar tam metin olarak okunmuştur. Tam metni okunan çalışmalardan bağlamın dışında kalan, araştırma konusu ve araştırma soruları kapsamında olmayan ve araştırma için tanımlanan tüm anahtar kelimelerle doğrudan ilgili olmayan çalışmalar dışlanmış ve sonuç olarak 86 çalışma madde havuzunun oluşturulması için değerlendirilmeye alınmıştır.

#### ***3.3.1.6. Sonuçların değerlendirilmesi***

Dışlama ve dahil etme kriterlerinin sonucunda değerlendirilmeye alınan 86 makale tam metin olarak okunup incelenmiş ve araştırma için kullanılmasına karar verilmiştir. Elde edilen 86 çalışmanın 20’sinin anket formları değerlendirilerek sistematik tarama sonucunda anket madde havuzu oluşturulmuştur. Bu anket maddeleri 2 ana başlık 8 ara başlık ve 55 kriterden oluşmaktadır.

Çizelge 3.2.’ de SLT sonucu elde edilen anket başlıkları, ara başlıklar, kriter kodları, kriter adları ve kriter kaynakları belirtilmiştir.

**Çizelge 3.2.** Ankette yer alan kriterler ve literatürdeki kaynakları

| Faktör kategorileri   | Faktörler | Osmani, M Vd. (2008) | Rahman, IA Vd. (2014) | Umar, UA Vd. (2016) | Bialko, M Vd. (2021) | Polat, G Vd. (2017) | Osman, NA Vd. (2017) | Khaleel, T Vd. (2018) | Mahpour, A Vd. (2018) | Nagapan, S Vd. (2018) | Tamboveeva, T Vd. (2020) | Latif, Qbai Vd. (2020) | Hasmori, MF Vd. (2020) | Hasmori, MF Vd. (2020) | Salgın, B Vd. (2020) | Doust, K Vd. (2020) | Liu, JK Vd. (2020) | Sweis, GJ Vd. (2021) | Vilventhan, A. Vd. (2019) | Kolaventi, SS vd. (2018) | Yu, ATW Vd. (2021) |
|---|-----------|----------------------|-----------------------|---------------------|----------------------|---------------------|----------------------|-----------------------|-----------------------|-----------------------|--------------------------|------------------------|------------------------|------------------------|----------------------|---------------------|--------------------|----------------------|---------------------------|--------------------------|--------------------|
| D1. Sık Tasarım Değişiklikleri  |           | •                    | •                     | •                   |                      |                     |                      |                       | •                     |                       |                          | •                      | •                      | •                      |                      |                     |                    | •                    | •                         | •                        | •                  |
| D2. Tasarımcının Bilgi Eksikliği                                      |           |                      | •                     |                     |                      |                     |                      |                       |                       |                       |                          |                        | •                      |                        |                      |                     |                    |                      |                           |                          | •                  |
| D3. Tasarımın Düşük Kalitesi  |           |                      | •                     |                     |                      |                     |                      |                       |                       | •                     | •                        | •                      |                        |                        | •                    |                     |                    | •                    | •                         |                          |                    |
| D4. Yasal mevzuatlarda Belirtilen Standart Ölçülere Dikkat Edilmemesi |           |                      |                       | •                   |                      |                     |                      |                       |                       |                       |                          |                        |                        |                        |                      |                     |                    | •                    |                           |                          |                    |
| D5. Zayıf Koordinasyon ve İletişim                                    |           | •                    | •                     | •                   |                      |                     |                      |                       | •                     | •                     |                          | •                      |                        |                        | •                    |                     |                    | •                    |                           |                          |                    |
| D6. Tasarımcının Deneyim Eksikliği                                    |           |                      | •                     |                     |                      |                     |                      |                       |                       | •                     |                          | •                      |                        |                        | •                    |                     |                    |                      |                           |                          |                    |
| D7. Tasarımcının Malzeme Bilgisi Eksikliği                            |           |                      |                       | •                   |                      |                     | •                    |                       | •                     |                       |                          | •                      |                        | •                      |                      | •                   |                    |                      |                           |                          |                    |
| D8. Sözleşme Belgelerindeki Eksikler/Karşılaşma                       |           | •                    | •                     |                     |                      |                     |                      |                       | •                     |                       |                          | •                      | •                      |                        |                      |                     | •                  | •                    |                           |                          |                    |
| D9. Son Dakika Müşteri İsteklerinin Değişmesi                         |           |                      |                       |                     |                      |                     |                      |                       |                       | •                     |                          | •                      |                        | •                      | •                    |                     |                    |                      | •                         | •                        | •                  |

**Çizelge 3.2.** Ankette yer alan kriterler ve literatürdeki kaynakları (Devamı)

|  |   |   |   |   |   |   |   |   |   |   |   |   |   |   |
|--|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|
| D10.Tasarım la İlişkili Yapı Detaylarında Eksiklik ve Detaylarda Projeler Arası Uyumsuzluk                             | • | • |   |   | • | • | • |   | • | • |   | • | • | • |
| D11. Şantiyede/sahada yapılan imalatların proje ve eklerine aykırı olması  |   | • | • |   | • |   |   |   | • |   |   |   |   | • |
| D12. Bilgi eksikliği nedeniyle Tasarım ve Detay Hataları   | • | • |   |   |   |   | • |   | • | • | • |   |   |   |
| T1. Paydaşlar arası koordinasyon eksikliği nedeniyle Malzeme Sipariş Hataları  | • | • | • | • | • | • |   | • | • |   |   | • | • | • |
| T2. Gerekli Malzeme Miktarının Yanlış Tahmin Edilmesi  |   | • | • |   | • | • |   | • | • | • |   | • | • | • |
| T3.Müteahhin veya Şantiye şefinin Şartnameye Aykırı Ürün Satın Alımı/Kötü malzeme temin etmesi                         |   | • | • |   |   |   | • | • | • |   |   |   |   | • |
| T4.Tedarikçi Hataları (tedarikçinin yanlış/ayıplı ürün sevkiyatı, tedarikçinin istenen üründen farklı ürün göndermesi) | • | • | • |   |   |   | • |   | • | • | • |   |   |   |

**Çizelge 3.2.** Ankette yer alan kriterler ve literatürdeki kaynakları (Devamı)

|   |                             |
|---|-----------------------------|
| T5. Malzeme Fiyatındaki Değişiklikler   | • • • • • • • •             |
| T6. İhtiyaçtan Fazla Sipariş Verilmesi (az sipariş verememe)                  | • • • • • • • •             |
| T7. Sık Sipariş Değişiklikleri  | • • • • • • • • • • • • • • |
| <b>Malzeme nakliyesi</b>  |                             |
| N1. Malzeme nakliye sürecinde malzemenin hasar görmesi                        | • • • • • • • • • • • • • • |
| N2. Teslimat Araçlarının Şantiyeye Girmesinde Yaşanan Zorluklar               | • • • • • • • • • • • • • • |
| N3. Uygun Olmayan Verimsiz Malzeme Boşaltma Yöntemi                           | • • • • • • • • • • • • • • |
| N4. Malzeme Boşaltma Esnasında Özensiz Davranılması                           | • • • • • • • • • • • • • • |
| N5. Malzeme Boşaltma Sırasında Yetersiz Koruma                                | • • • • • • • • • • • • • • |
| <b>Planlama ve yerinde</b>  |                             |
| Y1. Sahada İnşaat Sırasında Oluşan Atıklar İçin Bir Yönetim Planının Olmaması | • • • • • • • • • • • • • • |
| Y2. Gerekli Malzeme Miktarları İçin Yanlış Planlama                           | • • • • • • • • • • • • • • |



**Çizelge 3.2.** Ankette yer alan kriterler ve literatürdeki kaynakları (Devamı)

|               |   |   |   |   |   |   |   |   |   |   |   |   |   |
|---------------|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|
| <b>İmalat</b> | S1. Dikkatsizlikten Kaynaklı Hatalar          | • | • |   | • | • | • | • | • |   | • | • |   |
|               | S2. Kullanılmayan Malzeme ve Ürünler          | • | • | • | • |   |   |   |   |   | • | • | • |
|               | S3. Ekipman Arızası                           | • | • | • |   | • | • | • | • | • |   | • | • |
|               | S4. Kötü İşçilik                              | • | • | • | • | • | • | • | • | • | • | • | • |
|               | S5. Zaman Baskısı                             | • |   | • | • |   |   |   |   |   |   |   |   |
| <b>İşçi</b>   | İ1. İşçilerde Tecrübe Eksikliği               |   | • |   | • |   | • | • | • | • | • | • |   |
|               | İ2. İşçilerin İş Ahlakına Aykırı Davranışları | • | • |   | • | • | • | • | • |   | • | • |   |
|               | İ3. İşçilerin Eğitim Eksikliği                |   |   |   | • |   | • | • | • | • |   | • |   |
|               | İ4. Kalifiye İşçi Eksikliği                   |   | • |   | • |   | • | • | • |   | • | • |   |
|               | İ5. Malzemelerin Uygunsuz Fazla/Hor Kullanımı | • | • |   |   | • | • | • | • | • |   | • |   |
|               | İ6. İşçinin Çalışma İsteğinin Olmaması        |   | • |   |   |   |   | • | • |   |   |   |   |
|               | İ7. Malzemelerin Anormal Aşınması             |   | • |   | • |   |   |   |   |   |   | • |   |
|               | İ8. Paydaşlar Arasında İletişim Eksikliği     |   | • |   |   |   | • | • | • | • |   | • |   |
|               | İ9. İşçilerin Fazla Mesai Yapması             |   | • |   | • |   | • | • |   |   |   |   |   |
|               | İ10. Ekonomik Olmayan Şekillerin Kesilmesi    | • | • | • |   | • | • |   |   | • | • | • |   |
| <b>Diğer</b>  | DF.1. Hava Şartları                           | • | • | • | • |   | • |   | • | • | • | • |   |
|               | DF2. İşçilerin Vandalist Davranışları         | • | • | • | • | • | • |   |   | • | • |   |   |

**Çizelge 3.2.** Ankette yer alan kriterler ve literatürdeki kaynakları (Devamı)

|                                       |   |   |   |   |   |   |   |   |   |
|---------------------------------------|---|---|---|---|---|---|---|---|---|
| DF3. Sahada Hırsızlık                 | • | • | • | • | • | • | • | • | • |
| DF4. Şahısların Neden Olduğu Hasarlar | • |   | • |   |   | • |   |   |   |

### 3.3.2. Anket formunun hazırlanması

Anket formu hazırlanırken katılımcıların cevaplarının güvenilir olması, fazla zaman harcamamaları ve odakları dağılmadan cevaplayabilmelerini sağlamak için kısa kriterler ve kapalı uçlu sorular kullanılmıştır. Bu kapalı uçlu sorularda 5’li Likert ölçeğinden faydalanılmıştır.

Anketin ilk bölümünde katılımcıların yapısal atık kavramı ile ilgili bilgi düzeylerini ölçmek için 1 soru bulunmaktadır. İkinci bölümünde ise yapı inşaat aşamasında yapısal atık oluşumuna etki eden faktörleri bulmak amacıyla literatür taraması sonucunda toplanan verilerden 54 kriter belirlenmiştir. İkinci bölümde tasarım faktörü ile ilgili 12, tedarik faktörü ile ilgili 7, malzeme nakliyesi faktörü ile ilgili 5, planlama ve yerinde yönetim faktörü ile ilgili 5, malzeme depolanması ve taşınması faktörü ile ilgili 6, imalat faktörü ile ilgili 5, işçi faktörü ile ilgili 10, diğer faktörler ile ilgili 4 soru bulunmaktadır. Bu bölümdeki sorularda 5’li Likert ölçeğinden faydalanılmıştır. 5’li Likert ölçeklendirmeye göre, 1= kesinlikle katılmıyorum, 2= katılmıyorum, 3= kararsızım, 4= katılıyorum, 5= kesinlikle katılıyorum şeklinde ifade edilmiştir. Son bölümde ise katılımcıların demografik özelliklerini belirlemeye yönelik 7 soru sorulmuştur. Bu sorular, cinsiyet, yaş, eğitim seviyesi, meslek, tecrübe, ne tür projelerde çalışıldığı ve yaşanılan şehri ölçmek amacıyla sorulmuştur. Anket formu EK-1’de yer almaktadır.

### 3.3.3. Verilerin toplanması

Türk inşaat sektöründe betonarme üst yapı inşaatlarında yapının inşaat (imalat) aşamasında yapısal atık oluşumunu etkileyen faktörlerin belirlenmesi için oluşturulan anket proje müellifi mimar, proje müellifi inşaat mühendisi, müteahhit, şantiye şefi ve diğer inşaat sektörü paydaşlarına uygulanmıştır. Bu anket formu Türkiye genelinde daha

fazla katılımcıya ulaşabilmesi için çevrimiçi hale getirilerek 9 Mart 2022- 01 Ocak 2023 tarihleri arasında e-posta yolu ile dağıtılarak 162 katılımcıdan veriler toplanmıştır.

### **3.3.4. Verilerin analizi**

Türk inşaat sektöründe betonarme yapılarda yapının inşaat (imalat) aşamasında yapısal atık oluşumunu etkileyen faktörlerin belirlenmesine yönelik uygulanan anketlerden toplanan 162 adet verinin değişkenliğini ve dağılımını görmek amacıyla tanımlayıcı istatistikler, güvenilirliğini ölçmek amacıyla güvenilirlik analizi, önem sıralamasını belirlemek amacıyla göreceli önem indeksi, başlıca faktörlerin belirlenmesi ve toplanan verilerin araştırmadaki sorunun ne kadarına yanıt bulabildiğinin belirlenebilmesi için açıklayıcı faktör analizi kullanılmıştır. Örneklem grubundan toplanan verilerin istatistiksel analizleri “Statistical Package for the Social Sciences” (SPSS) 23.0 paket programı kullanılarak yapılmıştır. Araştırmanın amacına ulaşmak için kullanılan analizlerin ana başlıkları ve içerikleri açıklanmıştır

#### **3.3.4.1. Güvenirlik analizi**

Likert ölçeği kullanılarak sorulan soruların içsel tutarlılığının değerlendirilebilmesi için Nunnally ve Bernstein, (2007) öncelikle anket sorularının güvenilirliğinin sorgulanması gerektiğini belirtmişlerdir. Bu nedenle hazırlanan anket formunun içsel tutarlılığı güvenilirlik analiziyle ölçülmüştür. Çalışmada toplanan verilerin güvenilirlik analizi yapılırken Cronbach’s Alpha katsayısı kullanılmıştır. Ağırlıklı bir standart değişim ortalaması olan Cronbach’s Alpha Katsayısı, “0” ile “1” arasında bir değer almaktadır. Cronbach (1951) ve Tavakol ve Dennick (2011)’e göre anketin güvenilir kabul edilebilmesi değer 0,7’den büyük olması gerekmektedir.

#### **3.3.4.2. Tanımlayıcı istatistikler**

Çalışmada anketler aracılığı ile elde edilen verilerin sırasıyla normal dağılım gösterip göstermedikleri incelenmiş, daha sonra yüzde ve frekans dağılımları, ortalama ve standart sapma değerleri ile göreceli önem sıralamaları araştırılmıştır.

- **Normallik Dağılımları:** Çalışmadan elde edilen verilerin normal dağılım gösterip göstermediklerini belirleyebilmek için ilgili değişkenlere ait verilerin

çarpıklık (Skewness) ve basıklık (Kurtosis) değerleri hesaplanmıştır. Çarpıklık ve basıklık değerleri veri setinin istatistiksel olarak normal dağılıp dağılmadığını göstermektedir (Kalaycı, 2008). Çarpıklık ve basıklık değerleri  $\pm 2$  sınırlı kalması halinde veri setinin normal dağılıma sahip olduğu kabul edilmektedir (George ve Mallery, 2010; Khan, 2015).

- **Örnekleme Ait Yüzde ve Frekans Dağılımları:** Toplanan verilerin dağılımını ve değişkenliğini gözlemek amacıyla, veri setinin demografik soruları ile Türk inşaat sektöründe inşaat (imalat) aşamasında yapısal atık oluşumunu etkileyen kriterlerin yüzde ve frekans dağılımları incelenmiştir.
- **Örnekleme Ait Ortalama ve Standart Sapma Değerleri:** Elde edilen verilerden Türk inşaat sektöründe inşaat (imalat) aşamasında yapısal atık oluşumunu etkileyen 54 kriterin ortalama ve standart sapma değerleri hesaplanmıştır. Beş dereceli Likert ölçeği puanlamasına göre cevaplanan soruların aritmetik ortalamalarının değerlendirilebilmesi ve etki düzeylerinin belirlenmesi için kriterlerin değerlendirme puan aralık genişlikleri ve puan aralıkları, Gökdaş (1996) ve Tekin (1996)'in önermiş olduğu istatistiksel eşitlikten (6.1) faydalanılarak hesaplanmıştır.

$$\text{Aralık Genişliği} = (\text{Dizi Genişliği}) / (\text{Oluşturulacak Grup Sayısı}) \text{ (Eşitlik 4.1)}$$

Likert ölçeğinde kullanılan en düşük değer seviyesi ile en yüksek değer seviyesi arasındaki farkı tanımlamak için formülde yer alan dizi genişliği kullanılırken; Likert ölçeğinde kullanılan derecenin sayısını oluşturulacak grup sayısı göstermektedir. Beş dereceli Likert ölçeği puanlaması kullanılan çalışma için yapılacak grup sayısı 5'tir. Formülden yararlanarak bu çalışma için aralık genişliğinin " $4/5 = 0,80$ " olduğu hesaplanmış ve bu bağlamda puan aralıkları da tespit edilmiştir. Aralık genişliğine göre alınan cevaplara ve puan aralıklarına karşılık gelen değer kriterleri Çizelge 3.3'te değerlerin seviyelerine göre ifade edilmektedir.

**Çizelge 3.3:** Anketlerin değerlendirilmesinde kullanılan değerlendirme/puanlama kriterleri

| Likert Ölçeği | Puan Aralıkları | Değerlendirme Kriterleri |
|---------------|-----------------|--------------------------|
| 1             | 1,00 – 1,79     | Hiç                      |
| 2             | 1,80 – 2,59     | Az                       |
| 3             | 2,60 – 3,39     | Orta                     |

**Çizelge 3.3:** Anketlerin değerlendirilmesinde kullanılan değerlendirme/puanlama kriterleri (Devamı)

|   |             |            |
|---|-------------|------------|
| 4 | 3,40 – 4,19 | Yüksek     |
| 5 | 4,20 – 5,00 | Çok yüksek |

### 3.3.4.3. Göreceli önem indeksi (GÖİ)

Göreceli önem indeksi (GÖİ), anket yanıtlarının önem derecelerine göre sıralanması için yaygın olarak kullanılan bir analiz tekniğidir (Sakhare ve Chougule, 2019). Bu çalışmada, kriterlerin önem düzeylerini belirlemek ve kendi içlerinde sıralamak için göreceli önem indeksinden (GÖİ) faydalanılmıştır (Rooshdi vd. 2018). Katılımcıların yapı inşaat aşamasında yapısal atık oluşumuna etki eden kriterler ile ilgili algı düzeylerini ölçmek için Zhao vd. (2018) tarafından geliştirilen Formül 3.1 kullanılmıştır. Türk inşaat sektöründe yapı inşaat aşamasında yapısal atık oluşumunu etkileyen faktörlerin belirlenmesi için katılımcıların bilgi düzeylerine göre veri setindeki her bir faktör için  $IRI_k$  (%) değerleri hesaplanmıştır (Formül 3.1).

$$IRI_k (\%) = \frac{5(n_5)+4(n_4)+3(n_3)+2(n_2)+1(n_1)}{5(n_5 + n_4 + n_3 + n_2 + n_1)} \times 100 \quad (\text{Formül 3.1})$$

Bu denklemde yer alan;

$IRI_k$  (%) = katılımcıların yapısal atık kavramı ile ilgili bilgi düzeylerine göre, Türk inşaat sektöründe yapı inşaat aşamasında yapısal atık oluşumunu etkileyen faktörlerin belirlenmesine yönelik dahil oldukları her bir grup (k) için ayrı olarak hesaplanan, her faktörün IRI' sının yüzdesini ifade etmektedir.

k: yapısal atık kavramı ile ilgili bilgi düzeylerine göre dahil oldukları grubu (k = 1, hiç bilgi sahibi değilim; k = 2, az seviyede bilgi sahibiyim; k = 3, orta seviyede bilgi sahibiyim; k = 4, yeterince bilgi sahibiyim; k = 5, çok fazla bilgi sahibiyim) ifade etmektedir.

Denklemin paydasında yer alan 5 sayısı en büyük Likert değerini (5) olduğunu belirtir.  $n_1 + n_2 + n_3 + n_4 + n_5$ : katılımcıların toplam sayısını ( $n_1$  = çok az,  $n_2$  = az,  $n_3$  = orta,  $n_4$  = fazla,  $n_5$  = çok fazla) temsil etmektedir.

Katılımcıların yapı inşaat aşamasında yapısal atık oluşumuna etki eden kriterlerin önem düzeylerine ilişkin algı düzeylerini ölçmek amacıyla ikinci olarak, El-Gohary vd. (2013) tarafından geliştirilen Formül 3.2 kullanılmıştır. Türk inşaat

sektöründe yapı inşaat aşamasında yapısal atık oluşumuna etki eden faktörlerin belirlenmesine yönelik yapısal atık kavramı ile ilgili bilgi düzeyleri göz önünde bulundurularak dahil oldukları her bir grup esas alınarak hesaplanmış olan ilk denklemden sonra grup sayılarına göre elde edilen her bir  $GÖİ_k$  (%) sonucu denklemdaki işleme dahil edilip her bir kriter için genel göreceli önem düzeyi (Genel  $GÖİ$ ) hesaplanmıştır (Formül 3.2).

$$\text{Genel } GÖİ (\%) = \frac{\sum_{k=1}^{k=4} (k \times GÖİ_k)}{\sum_{k=1}^{k=4} k} \quad (\text{Formül 3.2})$$

Bu formülde yer alan;

Genel  $GÖİ$  (%): Türk inşaat sektöründe yapı inşaat aşamasında yapısal atık oluşumunu etkileyen faktörlerin belirlenmesine yönelik yapısal atık kavramı ile ilgili bilgi düzeylerine göre dahil oldukları her bir grup için ayrı ayrı hesaplanan her bir faktörün  $GÖİ$ ' sinin toplam ağırlıklı ortalama yüzdesini;  $GÖİ_k$  : her bir kriter için ayrı ayrı hesaplamayı temsil etmektedir.

#### **3.3.4.4. Açıklayıcı faktör analizi (AFA)**

Açıklayıcı faktör analizi örneklem grubunun değişken özellikleri arasındaki yapıyı açığa çıkarmaya yarayan ve değişkenlerin kuramsal yapısını fark etmeyi sağlayan bir analiz türüdür (Goodwin, 1999). İlk olarak verilerin açıklayıcı faktör analizine uygun olup olmadığı incelenir. KMO değeri 0,5'in üzerinde ise veri setinin büyüklüğü faktör analizi için yeterlidir (George ve Mallery, 1999; Field, 2000; Ghosh ve Jintanapakanont, 2004; Kalaycı, 2008). Çalışmada faktör çıkarım yöntemi olarak Öz değer (Eigen) kullanılmıştır. Analizlerde faktör çıkarım yöntemi olarak kullanılan Öz değer (Eigen), her faktör tarafından açıklanan toplam varyansı göstermektedir (Thompson, 2004). Öz değer yaklaşımında göreceli olarak öz değerlere sahip faktörler korunarak diğerleri ihmal edilir. Bu yapılan çalışma kapsamında da öz değeri 1 ve 1'den büyük olan değişkenler faktör olarak kabul edilmiştir. Bu kapsamda Türk inşaat sektöründe yapı inşaat aşamasında yapısal atık oluşumunu etkileyen faktörlerin belirlenmesi için 54 kritere açıklayıcı faktör analizi uygulanmıştır.

### **3.3.4.5. Paralel analiz (Monte carlo simülasyonu)**

Monte Carlo Simülasyonu, fiziksel bir sürecin bir kez değil birçok kez simüle edildiği, bilgisayarla çalıştırılan bir tekniktir (Bortz vd. 1975; Mooney, 1997; Vose, 1996). Bu simülasyon sonucunda nicel analiz ve karar vermedeki olası riskler belirlenmiş olur. Bu simülasyon tekniği bilgisayarlar üzerinden yapılan hesaplamalarla gerçekleştirilir. Genel olarak üç aşamadan oluşur bunlar; ön işlem, simülasyon, son işlem aşamalarıdır.

Ön işlem aşamasında ilk olarak, nominal bir değeri temsil eden eksiksiz bir değişkenler seti girilir. Daha sonra olasılık dağılımı tanımlanır. Ön işlem, olasılık dağılımını hesaba katarak bu değişkenlerin her biri için istediği gibi bir değer seçer. Daha sonra, simülasyon aşamasında simülasyonlar yürütülür ve her simülasyon farklı bir girdi değişkenleri seti içerir. Son işlem aşamasında, simülasyon diğerlerinin yanı sıra olasılık dağılımları şeklinde temsil edilen, simülasyonların organize sonuçları ile sona erer. Monte Carlo simülasyonunda bir simülasyon, bir risk analizi gerçekleştirir. Elde edilen sonuçlar, her seferinde farklı bir rasgele değerler kümesiyle tekrar tekrar hesaplanır. Analizi tamamlamak için, simülasyon sırasında girdi olasılık dağılımlarından rastgele sayılar rastgele gönderilir. Monte Carlo simülasyonu bunu binlerce kez tekrarladığından, bu olası sonuçların olasılık dağılımına yol açar. Bu durum elde edilecek verinin olası risklerin en eksiksiz olmasını sağlar (Bortz vd. 1975; Mooney, 1997; Vose, 1996). Monte Carlo Simülasyonu aracılığıyla 54 kritere paralel analiz uygulanarak faktör sayısı belirlenmiştir.

## 4. ARAŞTIRMA BULGULARI

Araştırma bulguları bölümünde Türk inşaat sektöründe inşaat (imalat) aşamasında yapısal atık oluşumunu etkileyen faktörlerin belirlenmesi için hazırlanmış sorular ile Türk inşaat sektöründe çalışan proje müellifi mimar, proje müellifi inşaat mühendisi, müteahhit, şantiye şefleri ve diğer inşaat sektörü mühendislerinden elde edilen verilerin analizleri ve analiz sonuçlarının değerlendirilmesi bulunmaktadır.

Araştırmada örneklem grubundan toplanan verilere IBM SPSS Statistics 23 programı kullanılarak çeşitli istatistiksel analizler yapılmıştır. Bu analizler güvenilirlik analizi tanımlayıcı istatistikler; güvenilirlik analizi (Cronbach's Alpha), tanımlayıcı istatistikler (normallik dağılımı, yüzde ve frekans analizi), göreceli önem sıralaması, paralel analiz ve açıklayıcı faktör analizlerinden oluşmaktadır.

### 4.1. Güvenilirlik Analizi (Cronbach's Alpha)

Literatürde yapılan araştırmalara göre Likert ölçeği kullanılan algıya dayalı soruların içsel tutarlılığının belirlenmesi gerekmektedir (bademci, 2006). Bu amaç ile anket formunda yer alan 55 algıya dayalı ve Likert ölçeği kullanılmış soruya güvenilirlik analizi uygulanmış ve Çizelge 4.1'de verilmiştir.

#### Çizelge 4.1. Anket sorularının güvenilirlik analizi

| Cronbach's Alpha güvenilirlik kat sayısı | Madde sayısı |
|--|--------------|
| 0,986                                    | 55           |

Çizelge 4.1' de yer alan Cronbach's Alpha kat sayısının 0,986 olduğu görülmektedir. Analiz sonucunda elde edilen Cronbach's Alpha değeri 0,70'den büyük olduğu için anketin yüksek derecede güvenilir olduğu belirlenmiştir.

### 4.2. Tanımlayıcı İstatistikler

Bu kapsamda ilk olarak verilerin normallik dağılımı araştırılmış daha sonra ise verilerin gözlem sıklığını ve dağılımını gözlemlemek için yüzde ve frekans analizleri yapılmıştır.

#### 4.2.1. Verilerin normallik dağılımı:

Türk inşaat sektöründe inşaat (imalat) aşamasında oluşan yapısal atıkların oluşumuna etki eden faktörlerin belirlenmesi için tanımlayıcı istatistikler kapsamında verilerin normal dağılıma sahip olup olmadığını belirlemek amacıyla normallik testi yapılmıştır.

Bu kapsamda verilere ait değişkenlerin basıklık (kurtosis) ve çarpıklık (Skewness) değerleri belirlenerek incelenmiştir. Çarpıklık ve basıklık değerleri  $\pm 2$  sınırlı kalması halinde veri setinin normal dağılıma sahip olduğu kabul edilmektedir (George ve Mallery, 2010, Khan, 2015). Elde edilen verilerin çarpıklık (skewness) ve basıklık (kurtosis) değerleri Ek 2’ de verilmiştir. Ek 2’ de yer alan veriler incelendiğinde tüm değişkenlerin -2 ile +2 değerleri arasında olduğu görülmektedir. Buna göre elde edilen verilerin normal dağılıma sahip olduğu belirlenmiştir.

#### 4.2.2. Verilerin yüzde (%) ve frekans (f) dağılımları:

Verilerin gözlem sıklığını ve dağılımlarını analiz etmek amacıyla yüzde ve frekans analizi kullanılmıştır.

Çizelge 4.2’ de örneklem grubunun yapısal atık kavramı ile ilgili bilgi düzeyini belirlemeye ilişkin sorulara verilen cevapların yüzde ve frekans dağılımları verilmiştir.

**Çizelge 4.2.** Örneklem grubunun yapısal atık kavramı ile ilgili bilgi düzeyi

| Yapısal atık kavramı ile ilgili bilginiz hangi düzeydedir? | Frekans (f) | Yüzde (%) |
|--|-------------|-----------|
| Çok fazla bilgi sahibiyim                                  | 19          | 11,7      |
| Yeterince bilgi sahibiyim                                  | 56          | 34,6      |
| Orta seviyede bilgi sahibiyim                              | 54          | 33,3      |
| Az seviyede bilgi sahibiyim                                | 27          | 16,7      |
| Hiç bilgi sahibi değilim                                   | 5           | 3,1       |
| Cevap vermeyen   | 1           | 0,6       |

Çizelge 4.2’ de yer alan değerler incelendiğinde örneklem grubunun önemli büyüklükteki bölümünün %79,6 (11,7+34,6+33,3) yapısal atık kavramı hakkında belirli bir düzeyde bilgi sahibi olduğunu ifade etmiştir.

Yapı imalat aşamasında tasarım nedeniyle yapısal atık oluşumuna neden olan 12 kriterin yüzde ve frekans dağılımları Çizelge 4.3'te verilmiştir.

**Çizelge 4.3.** Yapı imalat aşamasında tasarım nedeniyle yapısal atık oluşumuna neden olan kriterlerin tanımlayıcı istatistikleri

| Tasarım nedeniyle yapısal atık oluşumuna neden olan kriterler                | Frekans (f)<br>Yüzde (%) | Kesinlikle Katılım | Katılmıyor | Karar sızım | Katılı yorum | Kesinlikle Katılı yorum | Ortalama (x̄) | Standart Sapma (σ) | Etki Düzeyi |
|--|--------------------------|--------------------|------------|-------------|--------------|-------------------------|---------------|--------------------|-------------|
| <b>D1. Sık Tasarım Değişiklikleri</b>  | f                        | 15                 | 18         | 10          | 76           | 25                      | 3,542         | 1,216              | Yüksek      |
|  | %                        | 9,3                | 11,1       | 6,2         | 46,9         | 15,4                    |               |                    |             |
| <b>D2. Tasarımcının Bilgi Eksikliği</b>                                      | f                        | 12                 | 12         | 16          | 74           | 30                      | 3,681         | 1,144              | Yüksek      |
|  | %                        | 7,4                | 7,4        | 9,9         | 45,7         | 18,5                    |               |                    |             |
| <b>D3. Tasarımın Düşük Kalitesi</b>  | f                        | 14                 | 26         | 13          | 57           | 33                      | 3,483         | 1,293              | Yüksek      |
|  | %                        | 8,6                | 16         | 8           | 35,2         | 20,4                    |               |                    |             |
| <b>D4. Yasal mevzuatlarda Belirtilen Standart Ölçülere Dikkat Edilmemesi</b> | f                        | 12                 | 19         | 24          | 53           | 38                      | 3,589         | 1,235              | Yüksek      |
|  | %                        | 7,4                | 11,7       | 14,8        | 32,7         | 23,5                    |               |                    |             |
| <b>D5. Zayıf Koordinasyon ve İletişim</b>                                    | f                        | 13                 | 13         | 6           | 60           | 57                      | 3,906         | 1,248              | Yüksek      |
|  | %                        | 8                  | 8          | 3,7         | 37           | 35,2                    |               |                    |             |
| <b>D6. Tasarımcının Deneyim Eksikliği</b>                                    | f                        | 12                 | 12         | 17          | 63           | 42                      | 3,760         | 1,193              | Yüksek      |
|  | %                        | 7,4                | 7,4        | 10,5        | 38,9         | 25,9                    |               |                    |             |
| <b>D7. Tasarımcının Malzeme Bilgisi Eksikliği</b>                            | f                        | 12                 | 9          | 14          | 57           | 57                      | 3,926         | 1,203              | Yüksek      |
|  | %                        | 7,4                | 5,6        | 8,6         | 35,2         | 35,2                    |               |                    |             |

**Çizelge 4.3.** Yapı imalat aşamasında tasarım nedeniyle yapısal atık oluşumuna neden olan kriterlerin tanımlayıcı istatistikleri (Devamı)

|   |   |     |     |      |      |      |       |       |        |
|---|---|-----|-----|------|------|------|-------|-------|--------|
| <b>D8. Sözleşme Belgelerindeki Eksikler/Karmaş a</b>  | f | 13  | 13  | 25   | 65   | 30   |       |       | Yüksek |
|   |   |     |     |      |      |      | 3,589 | 1,172 |        |
|   | % | 8   | 8   | 15,4 | 40,1 | 18,5 |       |       |        |
| <b>D9. Son Dakika Müşteri İsteklerinin Değişmesi</b>  | f | 15  | 14  | 6    | 58   | 57   |       |       | Yüksek |
|   |   |     |     |      |      |      | 3,853 | 1,297 |        |
|   | % | 9,3 | 8,6 | 3,7  | 35,8 | 35,2 |       |       |        |
| <b>D10. Tasarımla İlişkili Yapı Detaylarında Eksiklik Ve Detaylarda Projeler Arası Uyumsuzluk</b> | f | 16  | 8   | 12   | 53   | 58   |       |       | Yüksek |
|   |   |     |     |      |      |      | 3,878 | 1,292 |        |
|   | % | 9,9 | 4,9 | 7,4  | 32,7 | 35,8 |       |       |        |
| <b>D11. Şantiyede/sahada yapılan imalatların proje ve eklerine aykırı olması</b>                  | f | 14  | 6   | 20   | 59   | 50   |       |       | Yüksek |
|   |   |     |     |      |      |      | 3,839 | 1,208 |        |
|   | % | 8,6 | 3,7 | 12,3 | 36,4 | 30,9 |       |       |        |
| <b>D12. Bilgi eksikliği nedeniyle Tasarım Ve Detay Hataları</b>                                   | f | 11  | 11  | 13   | 63   | 47   |       |       | Yüksek |
|   |   |     |     |      |      |      | 3,855 | 1,178 |        |
|   | % | 6,8 | 6,8 | 8    | 38,9 | 29   |       |       |        |

Çizelge 4.3' te yer alan değerler incelendiğinde katılımcıların,

- Büyük çoğunluğu ( $46,9 + 15,4 = \%62,3$ ) sık tasarım değişikliklerinin yapısal atık oluşumuna neden olduğunu belirtmiştir. Değişkene ait ortalama değeri incelendiğinde ( $\bar{x}=3,542$ ) sık tasarım değişikliklerinin yapı inşaat aşamasında yapısal atık oluşumuna etkisinin yüksek düzeyde etkisinin olduğu belirlenmiştir.
- Büyük çoğunluğu ( $45,7+18,5=\%64,2$ ) tasarımcının bilgi eksikliğinin yapısal atık oluşumuna neden olduğunu belirtmiştir. Değişkene ait ortalama değeri

incelendiğinde ( $\bar{x}=3,681$ ) tasarımcının bilgi eksikliğinin yapı inşaat aşamasında yapısal atık oluşumuna etkisinin yüksek düzeyde etkisinin olduğu belirlenmiştir.

- Büyük çoğunluğu ( $35,2+20,4 = \%55,6$ ) tasarımın düşük kalitesinin yapısal atık oluşumuna neden olduğunu belirtmiştir. Değişkene ait ortalama değeri incelendiğinde ( $\bar{x}=3,483$ ) tasarımın düşük kalitesinin yapı inşaat aşamasında yapısal atık oluşumuna etkisinin yüksek düzeyde etkisinin olduğu belirlenmiştir.
- Büyük çoğunluğu ( $32,7+23,5= \%56,2$ ) yasal mevzuatlarda belirtilen standart ölçülere dikkat edilmemesinin yapısal atık oluşumuna neden olduğunu belirtmiştir. Değişkene ait ortalama değeri incelendiğinde ( $\bar{x}=3,589$ ) yasal mevzuatlarda belirtilen standart ölçülere dikkat edilmemesinin yapı inşaat aşamasında yapısal atık oluşumuna etkisinin yüksek düzeyde etkisinin olduğu belirlenmiştir.
- Büyük çoğunluğu ( $37+35,2= \%72,2$ ) zayıf koordinasyon ve iletişimin yapısal atık oluşumuna neden olduğunu belirtmiştir. Değişkene ait ortalama değeri incelendiğinde ( $\bar{x}=3,906$ ) zayıf koordinasyon ve iletişimin yapı inşaat aşamasında yapısal atık oluşumuna etkisinin yüksek düzeyde etkisinin olduğu belirlenmiştir.
- Büyük çoğunluğu ( $38,9+25,9= \%64,8$ ) tasarımcının deneyim eksikliğinin yapısal atık oluşumuna neden olduğunu belirtmiştir. Değişkene ait ortalama değeri incelendiğinde ( $\bar{x}=3,760$ ) tasarımcının deneyim eksikliğinin yapı inşaat aşamasında yapısal atık oluşumuna etkisinin yüksek düzeyde etkisinin olduğu belirlenmiştir.
- Büyük çoğunluğu ( $35,2+35,2= \%70,4$ ) tasarımcının malzeme bilgisi eksikliğinin yapısal atık oluşumuna neden olduğunu belirtmiştir. Değişkene ait ortalama değeri incelendiğinde ( $\bar{x}=3,926$ ) tasarımcının malzeme bilgisi eksikliğinin yapı inşaat aşamasında yapısal atık oluşumuna etkisinin yüksek düzeyde etkisinin olduğu belirlenmiştir.
- Büyük çoğunluğu ( $40,1+18,5= \%58,6$ ) sözleşme belgelerindeki eksikler ve karmaşanın yapısal atık oluşumuna neden olduğunu belirtmiştir. Değişkene ait ortalama değeri incelendiğinde ( $\bar{x}=3,589$ ) sözleşme belgelerindeki eksikler ve karmaşanın yapı inşaat aşamasında yapısal atık oluşumuna etkisinin yüksek düzeyde etkisinin olduğu belirlenmiştir.

- Büyük çoğunluğu (35.8+35.2= %71) son dakika müşteri isteklerinin değişmesinin yapısal atık oluşumuna neden olduğunu belirtmiştir. Değişkene ait ortalama değeri incelendiğinde ( $\bar{x}=3,853$ ) son dakika müşteri isteklerinin değişmesinin yapı inşaat aşamasında yapısal atık oluşumuna etkisinin yüksek düzeyde etkisinin olduğu belirlenmiştir.
- Büyük çoğunluğu (32,7+35.8= %68,5) tasarımla ilişkili yapı detaylarında eksiklik ve detaylarda projeler arası uyumsuzlukların yapısal atık oluşumuna neden olduğunu belirtmiştir. Değişkene ait ortalama değeri incelendiğinde ( $\bar{x}=3,878$ ) tasarımla ilişkili yapı detaylarında eksiklik ve detaylarda projeler arası uyumsuzlukların yapı inşaat aşamasında yapısal atık oluşumuna etkisinin yüksek düzeyde etkisinin olduğu belirlenmiştir.
- Büyük çoğunluğu (36,4+30,9= %67,3) şantiyede/sahada yapılan imalatların proje ve eklerine aykırı olmasının yapısal atık oluşumuna neden olduğunu belirtmiştir. Değişkene ait ortalama değeri incelendiğinde ( $\bar{x}=3,839$ ) şantiyede/sahada yapılan imalatların proje ve eklerine aykırı olmasının yapı inşaat aşamasında yapısal atık oluşumuna etkisinin yüksek düzeyde etkisinin olduğu belirlenmiştir.
- Büyük çoğunluğu (38,9+29= %67,9) bilgi eksiliği nedeniyle tasarım ve detay hatalarının yapısal atık oluşumuna neden olduğunu belirtmiştir. Değişkene ait ortalama değeri incelendiğinde ( $\bar{x}=3,855$ ) bilgi eksiliği nedeniyle tasarım ve detay hatalarının yapı inşaat aşamasında yapısal atık oluşumuna etkisinin yüksek düzeyde etkisinin olduğu belirlenmiştir.
- Bu sonuçlara bakıldığında tasarım ile ilgili tüm kriterlerin yapı inşaat aşamasında yapısal atık oluşumunu yüksek düzeyde etkilediği sonucuna varılmıştır.

Yapı inşaat aşamasında tedarik nedeniyle yapısal atık oluşumuna sebep olan 7 kriterin yüzde ve frekans dağılımları Çizelge 4.4' te verilmiştir.

**Çizelge 4.4.** Tedarik nedeniyle yapı inşaat aşamasında yapısal atık oluşumuna sebep olan kriterlerin tanımlayıcı istatistikleri

| Tedarik nedeniyle yapısal atık oluşumuna neden olan kriterler  | Frekans (f) | Kesinlikle Katılmıyorum (%) | Katılmıyorum | Kararsızım | Katılıyorum | Kesinlikle Katılıyorum | Ortalama (x̄) | Standart Sapma (σ) | Etki Düzeyi |
|--|-------------|-----------------------------|--------------|------------|-------------|------------------------|---------------|--------------------|-------------|
| T1. Paydaşlar arası koordinasyon eksikliği nedeniyle Malzeme Sipariş Hataları  | f           | 15                          | 10           | 13         | 64          | 45                     |               |                    | Yüksek      |
|  | %           | 9,3                         | 6,2          | 8          | 39,5        | 27,8                   | 3,776         | 1,243              |             |
| T2. Gerekli Malzeme Miktarının Yanlış Tahmin Edilmesi  | f           | 17                          | 13           | 15         | 60          | 43                     |               |                    | Yüksek      |
|  | %           | 10,5                        | 8            | 9,3        | 37          | 26,5                   | 3,669         | 1,295              |             |
| T3. Müteahhitin veya Şantiye şefinin Şartnameye Aykırı Ürün Satın Alımı/Kötü malzeme temin etmesi                          | f           | 13                          | 13           | 14         | 63          | 44                     |               |                    | Yüksek      |
|  | %           | 8                           | 8            | 8,6        | 38,9        | 27,2                   | 3,762         | 1,223              |             |
| T4. Tedarikçi Hataları (tedarikçinin yanlış/ayıplı ürün sevkiyatı, tedarikçinin istene üründen farklı bir ürün göndermesi) | f           | 13                          | 19           | 20         | 59          | 34                     |               |                    | Yüksek      |
|  | %           | 8                           | 11,7         | 12,3       | 36,4        | 21                     | 3,566         | 1,235              |             |
| T5. Malzeme Fiyatındaki Değişiklikler  | f           | 18                          | 28           | 35         | 41          | 24                     |               |                    | Orta        |
|  | %           | 11,1                        | 17,3         | 21,6       | 25,3        | 14,8                   | 3,171         | 1,266              |             |

**Çizelge 4.4.** Tedarik nedeniyle yapı inşaat aşamasında yapısal atık oluşumuna sebep olan kriterlerin tanımlayıcı istatistikleri (Devamı)

|   |   |      |      |      |      |      |       |       |        |
|---|---|------|------|------|------|------|-------|-------|--------|
| <b>T6. İhtiyaçtan Fazla Sipariş Verilmesi (az sipariş verememe)</b> | f | 11   | 17   | 24   | 57   | 39   |       |       | Yüksek |
|   | % | 6,8  | 10,5 | 14,8 | 35,2 | 24,1 | 3,649 | 1,200 |        |
| <b>T7. Sık Sipariş Değişiklikleri</b>                               | f | 17   | 17   | 29   | 55   | 29   |       |       | Yüksek |
|   | % | 10,5 | 10,5 | 17,9 | 34   | 17,9 | 3,422 | 1,254 |        |

Çizelge 4.4’ te yer alan değerler incelendiğinde katılımcıların,

- Büyük çoğunluğu (39,5+27,8= %67,3) paydaşlar arası koordinasyon eksikliği nedeniyle malzeme sipariş hatalarının yapısal atık oluşumuna neden olduğunu belirtmiştir. Değişkene ait ortalama değeri incelendiğinde ( $\bar{x}=3,776$ ) paydaşlar arası koordinasyon eksikliği nedeniyle malzeme sipariş hatalarının yapı inşaat aşamasında yapısal atık oluşumuna etkisinin yüksek düzeyde etkisinin olduğu belirlenmiştir.
- Büyük çoğunluğu (37+26,5= %63,5) gerekli malzeme miktarının yanlış tahmin edilmesinin yapısal atık oluşumuna neden olduğunu belirtmiştir. Değişkene ait ortalama değeri incelendiğinde ( $\bar{x}=3,669$ ) gerekli malzeme miktarının yanlış tahmin edilmesinin yapı inşaat aşamasında yapısal atık oluşumuna etkisinin yüksek düzeyde etkisinin olduğu belirlenmiştir.
- Büyük çoğunluğu (38,6+27,2= %65,8) müteahhitin veya şantiye şefinin şartnameye aykırı ürün satın alımı/kötü malzeme temin etmesinin yapısal atık oluşumuna neden olduğunu belirtmiştir. Değişkene ait ortalama değeri incelendiğinde ( $\bar{x}=3,762$ ) müteahhitin veya şantiye şefinin şartnameye aykırı ürün satın alımı/kötü malzeme temin etmesinin yapı inşaat aşamasında yapısal atık oluşumuna etkisinin yüksek düzeyde etkisinin olduğu belirlenmiştir.
- Büyük çoğunluğu (36,4+21= %57,4) tedarikçi hatalarının (tedarikçinin yanlış/ayıplı ürün sevkiyatı, tedarikçinin istene üründen farklı bir ürün göndermesi) yapısal atık oluşumuna neden olduğunu belirtmiştir. Değişkene ait ortalama değeri incelendiğinde ( $\bar{x}=3,566$ ) tedarikçi hatalarının (tedarikçinin yanlış/ayıplı ürün sevkiyatı, tedarikçinin istene üründen farklı bir ürün

göndermesi) yapı inşaat aşamasında yapısal atık oluşumuna etkisinin yüksek düzeyde etkisinin olduğu belirlenmiştir.

- Büyük çoğunluğu (25,3+14,8= %40,1) malzeme fiyatındaki değişikliklerin yapısal atık oluşumuna neden olduğunu belirtmiştir. Değişkene ait ortalama değeri incelendiğinde ( $\bar{x}=3,171$ ) malzeme fiyatındaki değişikliklerin yapı inşaat aşamasında yapısal atık oluşumuna etkisinin orta düzeyde etkisinin olduğu belirlenmiştir.
- Büyük çoğunluğu (35,2+24,1= %59,3) ihtiyaçtan fazla sipariş verilmesinin (az sipariş verememe) yapısal atık oluşumuna neden olduğunu belirtmiştir. Değişkene ait ortalama değeri incelendiğinde ( $\bar{x}=3,649$ ) ihtiyaçtan fazla sipariş verilmesinin (az sipariş verememe) yapı inşaat aşamasında yapısal atık oluşumuna etkisinin yüksek düzeyde etkisinin olduğu belirlenmiştir.
- Büyük çoğunluğu (34+17,9= %51,9) sık sipariş değişikliklerinin yapısal atık oluşumuna neden olduğunu belirtmiştir. Değişkene ait ortalama değeri incelendiğinde ( $\bar{x}=3,422$ ) sık sipariş değişikliklerinin yapı inşaat aşamasında yapısal atık oluşumuna etkisinin yüksek düzeyde etkisinin olduğu belirlenmiştir.
- Bu sonuçlara bakıldığında tedarik ile ilgili tüm kriterlerin yapı inşaat aşamasında yapısal atık oluşumunu yüksek düzeyde etkilediği sonucuna varılmıştır.

Yapı inşaat aşamasında malzeme nakliyesi nedeniyle yapısal atık oluşumuna sebep olan 5 kriterin yüzde ve frekans dağılımları Çizelge 4.5' te verilmiştir

**Çizelge 4.5.** Malzeme nakliyesi nedeniyle yapı inşaat aşamasında yapısal atık oluşumuna sebep olan kriterlerin tanımlayıcı istatistikleri

| Malzeme nakliyesi nedeniyle yapısal atık oluşumuna neden olan kriterler | Frekans (f) | Kesinlikle Katılmıyor | Katılmıyor | Kararsız | Katılıyorum | Kesinlikle Katılıyorum | Ortalama Değer ( $\bar{x}$ ) | Standart Sapma ( $\sigma$ ) | Etki Düzeyi |
|---|-------------|-----------------------|------------|----------|-------------|------------------------|------------------------------|-----------------------------|-------------|
| N1. Malzeme nakliye sürecinde malzemenin hasar görmesi                  | f           | 17                    | 15         | 21       | 65          | 29                     |                              |                             | Yüksek      |
|   |             |                       |            |          |             |                        | 3,503                        | 1,246                       |             |
|   | %           | 10,5                  | 9,3        | 13       | 40,1        | 17,9                   |                              |                             |             |

**Çizelge 4.5.** Malzeme nakliyesi nedeniyle yapı inşaat aşamasında yapısal atık oluşumuna sebep olan kriterlerin tanımlayıcı istatistikleri (Devamı)

|  |   |     |      |      |      |      |       |       |        |
|--|---|-----|------|------|------|------|-------|-------|--------|
| <b>N2. Teslimat Araçlarının Şantiyeye Girmesinde Yaşanan Zorluklar</b> | f | 15  | 31   | 29   | 50   | 19   |       |       | Orta   |
|  | % | 9,3 | 19,1 | 17,9 | 30,9 | 11,7 | 3,188 | 1,217 |        |
| <b>N3. Uygun Olmayan Verimsiz Malzeme Boşaltma Yöntemi</b>             | f | 14  | 15   | 22   | 57   | 40   |       |       | Yüksek |
|  | % | 8,6 | 9,3  | 13,6 | 35,2 | 24,7 | 3,635 | 1,246 |        |
| <b>N4. Malzeme Boşaltma Esnasında Özensiz Davranılması</b>             | f | 14  | 12   | 12   | 67   | 41   |       |       | Yüksek |
|  | % | 8,6 | 7,4  | 7,4  | 41,4 | 25,3 | 3,747 | 1,225 |        |
| <b>N5. Malzeme Boşaltma Sırasında Yetersiz Koruma</b>                  | f | 14  | 11   | 12   | 71   | 40   |       |       | Yüksek |
|  | % | 8,6 | 6,8  | 7,4  | 43,8 | 24,7 | 3,757 | 1,204 |        |

Çizelge 4.5' te yer alan değerler incelendiğinde katılımcıların,

- Büyük çoğunluğu ( $40,1+17,9= \%58$ ) malzeme nakliye sürecinde malzemenin hasar görmesinin yapısal atık oluşumuna neden olduğunu belirtmiştir. Değişkene ait ortalama değeri incelendiğinde ( $\bar{x}=3,503$ ) malzeme nakliye sürecinde malzemenin hasar görmesinin yapı inşaat aşamasında yapısal atık oluşumuna etkisinin yüksek düzeyde etkisinin olduğu belirlenmiştir.
- Büyük çoğunluğu ( $30,9+11,7= \%42,6$ ) teslimat araçlarının şantiyeye girmesinde yaşanan zorlukların yapısal atık oluşumuna neden olduğunu belirtmiştir. Değişkene ait ortalama değeri incelendiğinde ( $\bar{x}=3,188$ ) teslimat araçlarının

şantiyeye girmesinde yaşanan zorlukların yapı inşaat aşamasında yapısal atık oluşumuna etkisinin orta düzeyde etkisinin olduğu belirlenmiştir.

- Büyük çoğunluğu (35,2+24,7= %59,9) uygun olmayan verimsiz malzeme boşaltma yönteminin yapısal atık oluşumuna neden olduğunu belirtmiştir. Değişkene ait ortalama değeri incelendiğinde ( $\bar{x}=3,635$ ) uygun olmayan verimsiz malzeme boşaltma yönteminin yapı inşaat aşamasında yapısal atık oluşumuna etkisinin yüksek düzeyde etkisinin olduğu belirlenmiştir.
- Büyük çoğunluğu (41,4+25,3= %66,7) malzeme boşaltma esnasında özensiz davranılmasının yapısal atık oluşumuna neden olduğunu belirtmiştir. Değişkene ait ortalama değeri incelendiğinde ( $\bar{x}=3,747$ ) malzeme boşaltma esnasında özensiz davranılmasının yapı inşaat aşamasında yapısal atık oluşumuna etkisinin yüksek düzeyde etkisinin olduğu belirlenmiştir.
- Büyük çoğunluğu (43,8+24,7= %68,5) malzeme boşaltma sırasında yetersiz korumanın yapısal atık oluşumuna neden olduğunu belirtmiştir. Değişkene ait ortalama değeri incelendiğinde ( $\bar{x}=3,757$ ) malzeme boşaltma sırasında yetersiz korumanın yapı inşaat aşamasında yapısal atık oluşumuna etkisinin yüksek düzeyde etkisinin olduğu belirlenmiştir.
- Bu sonuçlara bakıldığında malzeme nakliyesi ile ilgili tüm kriterlerin yapı inşaat aşamasında yapısal atık oluşumunu yüksek düzeyde etkilediği sonucuna varılmıştır.

Yapı inşaat aşamasında planlama ve yerinde yönetim nedeniyle yapısal atık oluşumuna sebep olan 5 kriterin yüzde ve frekans dağılımları Çizelge 4.6'da verilmiştir

**Çizelge 4.6.** Planlama ve Yerinde Yönetim nedeniyle yapı inşaat aşamasında yapısal atık oluşumuna sebep olan kriterlerin tanımlayıcı istatistikleri

| Planlama ve Yerinde Yönetim nedeniyle yapısal atık oluşumuna neden olan kriterler | Frekans (f) | Kesinlikle Katılmıyor | Katılmıyor | Kararsız | Katılıyorum | Kesinlikle Katılıyorum | Ortalama (̄x) | Standart Sapma (σ) | Etki Düzeyi |
|---|-------------|-----------------------|------------|----------|-------------|------------------------|---------------|--------------------|-------------|
|   |             |                       |            |          |             |                        |               |                    |             |

**Çizelge 4.6.** Planlama ve Yerinde Yönetim nedeniyle yapı inşaat aşamasında yapısal atık oluşumuna sebep olan kriterlerin tanımlayıcı istatistikleri (Devamı)

|  |   |     |     |      |      |      |       |       |        |
|--|---|-----|-----|------|------|------|-------|-------|--------|
| <b>Y1. Sahada İnşaat Sırasında Oluşan Atıklar İçin Bir Yönetim Planının Olmaması</b> | f | 12  | 10  | 8    | 50   | 67   |       |       | Yüksek |
|  |   |     |     |      |      |      | 4,020 | 1,235 |        |
|  | % | 7,4 | 6,2 | 4,9  | 30,9 | 41,4 |       |       |        |
| <b>Y2. Gerekli Malzeme Miktarları İçin Yanlış Planlama</b>                           | f | 13  | 7   | 12   | 70   | 42   |       |       | Yüksek |
|  |   |     |     |      |      |      | 3,840 | 1,168 |        |
|  | % | 8   | 4,3 | 7,4  | 43,2 | 25,9 |       |       |        |
| <b>Y3. Kullanılacak Malzeme Boyutlarının Hakkında Bilgi Eksikliği</b>                | f | 15  | 11  | 18   | 70   | 32   |       |       | Yüksek |
|  |   |     |     |      |      |      | 3,637 | 1,202 |        |
|  | % | 9,3 | 6,8 | 11,1 | 43,2 | 19,8 |       |       |        |
| <b>Y4. Artan Yeniden Yapım İşleri (Denetim eksikliği)</b>                            | f | 14  | 5   | 10   | 54   | 62   |       |       | Yüksek |
|  |   |     |     |      |      |      | 4,000 | 1,230 |        |
|  | % | 8,6 | 3,1 | 6,2  | 33,3 | 38,3 |       |       |        |
| <b>Y5. Malzeme İhzaratının Yapılıp Yapılmadığının Kontrolünün Eksikliği</b>          | f | 14  | 12  | 21   | 72   | 23   |       |       | Yüksek |
|  |   |     |     |      |      |      | 3,549 | 1,158 |        |
|  | % | 8,6 | 7,4 | 13   | 44,4 | 14,2 |       |       |        |

Çizelge 4.6' da yer alan değerler incelendiğinde katılımcıların,

- Büyük çoğunluğu (30,9+41,4= % 72,3) sahada inşaat sırasında oluşan atıklar için bir yönetim planının olmamasının yapısal atık oluşumuna neden olduğunu belirtmiştir. Değişkene ait ortalama değeri incelendiğinde ( $\bar{x}=4,020$ ) sahada inşaat sırasında oluşan atıklar için bir yönetim planının olmamasının yapı inşaat

aşamasında yapısal atık oluşumuna etkisinin yüksek düzeyde etkisinin olduğu belirlenmiştir.

- Büyük çoğunluğu (43,2+25,9= %69,1) gerekli malzeme miktarları için yanlış planlamanın yapısal atık oluşumuna neden olduğunu belirtmiştir. Değişkene ait ortalama değeri incelendiğinde ( $\bar{x}=3,840$ ) gerekli malzeme miktarları için yanlış planlamanın yapı inşaat aşamasında yapısal atık oluşumuna etkisinin yüksek düzeyde etkisinin olduğu belirlenmiştir.
- Büyük çoğunluğu (43,2+19,8= %63) kullanılacak malzeme boyutların hakkında bilgi eksikliğinin yapısal atık oluşumuna neden olduğunu belirtmiştir. Değişkene ait ortalama değeri incelendiğinde ( $\bar{x}=3,637$ ) kullanılacak malzeme boyutların hakkında bilgi eksikliğinin yapı inşaat aşamasında yapısal atık oluşumuna etkisinin yüksek düzeyde etkisinin olduğu belirlenmiştir.
- Büyük çoğunluğu (33,3+38,3= %71,6) artan yeniden yapım işlerinin (denetim eksikliği) yapısal atık oluşumuna neden olduğunu belirtmiştir. Değişkene ait ortalama değeri incelendiğinde ( $\bar{x}=4,000$ ) artan yeniden yapım işlerinin (denetim eksikliği) yapı inşaat aşamasında yapısal atık oluşumuna etkisinin yüksek düzeyde etkisinin olduğu belirlenmiştir.
- Büyük çoğunluğu (44,4+14,2= %58,6) malzeme ihzaratının yapıp yapılmadığının kontrolünün eksikliğinin yapısal atık oluşumuna neden olduğunu belirtmiştir. Değişkene ait ortalama değeri incelendiğinde ( $\bar{x}=3,549$ ) malzeme ihzaratının yapıp yapılmadığının kontrolünün eksikliğinin yapı inşaat aşamasında yapısal atık oluşumuna etkisinin yüksek düzeyde etkisinin olduğu belirlenmiştir.
- Bu sonuçlara bakıldığında planlama ve yerinde yönetim ile ilgili tüm kriterlerin yapı inşaat aşamasında yapısal atık oluşumunu yüksek düzeyde etkilediği sonucuna varılmıştır.

Yapı inşaat aşamasında malzemelerin depolanması ve taşınması nedeniyle yapısal atık oluşumuna sebep olan 6 kriterin yüzde ve frekans dağılımları Çizelge 4.7' de verilmiştir.

**Çizelge 4.7.** Malzemelerin depolanması ve taşınması nedeniyle yapı inşaat aşamasında yapısal atık oluşumuna sebep olan kriterlerin tanımlayıcı istatistikleri

| Malzemelerin depolanması ve taşınması nedeniyle yapısal atık oluşumuna neden olan kriterler | Frekans (f) | Kesinlikle Katılmıyor (%) | Katılmıyor (%) | Karar sızım (%) | Katılıyorum (%) | Kesinlikle Katılıyorum (%) | Ortalama (x̄) | Standart Sapma (σ) | Etki Düzeyi |
|---|-------------|---------------------------|----------------|-----------------|-----------------|----------------------------|---------------|--------------------|-------------|
| <b>DT1. Hasara veya Bozulmaya Neden Olan Uygun Olmayan Saha Depolama Alanı</b>              | f           | 13                        | 11             | 14              | 68              | 40                         |               |                    | Yüksek      |
|   | %           | 8                         | 6,8            | 8,6             | 42              | 24,7                       | 3,760         | 1,193              |             |
| <b>DT2. Yanlış Depolama Yöntemleri</b>  | f           | 11                        | 9              | 14              | 67              | 43                         |               |                    | Yüksek      |
|   | %           | 6,8                       | 5,6            | 8,6             | 41,4            | 26,5                       | 3,847         | 1,148              |             |
| <b>DT3. Uygulama Noktasından Uzakta Depolanma</b>   | f           | 11                        | 19             | 28              | 51              | 33                         |               |                    | Yüksek      |
|   | %           | 6,8                       | 11,7           | 17,3            | 31,5            | 20,4                       | 3,535         | 1,206              |             |
| <b>DT4. Sahada İsrafa Yol Açan Gereksiz Miktar da Ürün</b>                                  | f           | 15                        | 12             | 17              | 68              | 36                         |               |                    | Yüksek      |
|   | %           | 9,3                       | 7,4            | 10,5            | 42              | 22,2                       | 3,662         | 1,220              |             |
| <b>DT5. Ambalajı Gevşek Biçimde Tedarik Edilen Malzemeler</b>                               | f           | 13                        | 12             | 16              | 67              | 37                         |               |                    | Yüksek      |
|   | %           | 8                         | 7,4            | 9,9             | 41,4            | 22,8                       | 3,710         | 1,195              |             |
| <b>DT6. Depolama Noktasından Uygulama Alanına Kadar Yanlış Taşıma Yöntemleri</b>            | f           | 10                        | 12             | 19              | 67              | 34                         |               |                    | Yüksek      |
|   | %           | 6,2                       | 7,4            | 11,7            | 41,4            | 21                         | 3,725         | 1,130              |             |

Çizelge 4.7' de yer alan değerler incelendiğinde katılımcıların,

- Büyük çoğunluğu (42+24,7=%66,7) hasara veya bozulmaya neden olan uygun olmayan saha depolama alanının yapısal atık oluşumuna neden olduğunu belirtmiştir. Değişkene ait ortalama değeri incelendiğinde ( $\bar{x}=3,760$ ) hasara veya bozulmaya neden olan uygun olmayan saha depolama alanının yapı inşaat aşamasında yapısal atık oluşumuna etkisinin yüksek düzeyde etkisinin olduğu belirlenmiştir.
- Büyük çoğunluğu (41,4+26,5=%67,9) yanlış depolama yöntemlerinin yapısal atık oluşumuna neden olduğunu belirtmiştir. Değişkene ait ortalama değeri incelendiğinde ( $\bar{x}=3,847$ ) yanlış depolama yöntemlerinin yapı inşaat aşamasında yapısal atık oluşumuna etkisinin yüksek düzeyde etkisinin olduğu belirlenmiştir.
- Büyük çoğunluğu (31,5+20,45=%51,9) uygulama noktasından uzakta depolanmanın yapısal atık oluşumuna neden olduğunu belirtmiştir. Değişkene ait ortalama değeri incelendiğinde ( $\bar{x}=3,535$ ) uygulama noktasından uzakta depolanmanın yapı inşaat aşamasında yapısal atık oluşumuna etkisinin yüksek düzeyde etkisinin olduğu belirlenmiştir.
- Büyük çoğunluğu (42+22,2=%64,2) sahada israfa yol açan gereksiz miktarda ürünün yapısal atık oluşumuna neden olduğunu belirtmiştir. Değişkene ait ortalama değeri incelendiğinde ( $\bar{x}=3,662$ ) sahada israfa yol açan gereksiz miktarda ürünün yapı inşaat aşamasında yapısal atık oluşumuna etkisinin yüksek düzeyde etkisinin olduğu belirlenmiştir.
- Büyük çoğunluğu (41,4+22,8=%64,2) ambalajı gevşek biçimde tedarik edilen malzemelerin yapısal atık oluşumuna neden olduğunu belirtmiştir. Değişkene ait ortalama değeri incelendiğinde ( $\bar{x}=3,710$ ) ambalajı gevşek biçimde tedarik edilen malzemelerin yapı inşaat aşamasında yapısal atık oluşumuna etkisinin yüksek düzeyde etkisinin olduğu belirlenmiştir.
- Büyük çoğunluğu (41,4+21=%62,4) depolama noktasından uygulama alanına kadar yanlış taşıma yöntemlerinin yapısal atık oluşumuna neden olduğunu belirtmiştir. Değişkene ait ortalama değeri incelendiğinde ( $\bar{x}=3,725$ ) depolama noktasından uygulama alanına kadar yanlış taşıma yöntemlerinin yapı inşaat aşamasında yapısal atık oluşumuna etkisinin yüksek düzeyde etkisinin olduğu belirlenmiştir.

- Bu sonuçlara bakıldığında malzemelerin depolanması ve taşınması ile ilgili tüm kriterlerin yapı inşaat aşamasında yapısal atık oluşumunu yüksek düzeyde etkilediği sonucuna varılmıştır.

Yapı inşaat aşamasında imalat nedeniyle yapısal atık oluşumuna sebep olan 5 kriterin yüzde ve frekans dağılımları Çizelge 4.8’ de verilmiştir.

**Çizelge 4.8.** İmalat nedeniyle yapı inşaat aşamasında yapısal atık oluşumuna sebep olan kriterlerin tanımlayıcı istatistikleri

| İmalat nedeniyle yapısal atık oluşumuna neden olan kriterler | Frekans (f) (%) | Kesinlikle Katılmıyor (%) | Katılmıyor (%) | Karar sızım (%) | Katılıyorum (%) | Kesinlikle Katılıyorum (%) | Ortalama (x̄) | Standart Sapma (σ) | Etki Düzeyi |
|--|-----------------|---------------------------|----------------|-----------------|-----------------|----------------------------|---------------|--------------------|-------------|
| S1. Dikkatsizlikten Kaynaklı Hatalar                         | f               | 10                        | 12             | 18              | 67              | 40                         | 3,782         | 1,137              | Yüksek      |
|  | %               | 6,2                       | 7,4            | 11,1            | 41,4            | 24,7                       |               |                    |             |
| S2. Kullanılmayan Malzeme ve Ürünler                         | f               | 12                        | 17             | 19              | 63              | 33                         | 3,611         | 1,200              | Yüksek      |
|  | %               | 7,4                       | 10,5           | 11,7            | 38,9            | 20,4                       |               |                    |             |
| S3. Ekipman Arızası  | f               | 12                        | 24             | 38              | 52              | 17                         | 3,266         | 1,131              | Orta        |
|  | %               | 7,4                       | 14,8           | 23,5            | 32,1            | 10,5                       |               |                    |             |
| S4. Kötü İşçilik   | f               | 12                        | 7              | 12              | 49              | 66                         | 4,027         | 1,214              | Yüksek      |
|  | %               | 7,4                       | 4,3            | 7,4             | 30,2            | 40,7                       |               |                    |             |
| S5. Zaman Baskısı  | f               | 13                        | 11             | 21              | 52              | 49                         | 3,774         | 1,241              | Yüksek      |
|  | %               | 8                         | 6,8            | 13              | 32,1            | 30,2                       |               |                    |             |

Çizelge 4.8’ de yer alan değerler incelendiğinde katılımcıların,

- Büyük çoğunluğu (41,4+24,7=%66,1) dikkatsizlikten kaynaklı hataların yapısal atık oluşumuna neden olduğunu belirtmiştir. Değişkene ait ortalama değeri incelendiğinde ( $\bar{x}=3,782$ ) dikkatsizlikten kaynaklı hataların yapı inşaat aşamasında yapısal atık oluşumuna etkisinin yüksek düzeyde etkisinin olduğu belirlenmiştir.

- Büyük çoğunluğu (38,9+20,4=%59,3) kullanılmayan malzeme ve ürünlerin yapısal atık oluşumuna neden olduğunu belirtmiştir. Değişkene ait ortalama değeri incelendiğinde ( $\bar{x}=3,611$ ) kullanılmayan malzeme ve ürünlerin yapı inşaat aşamasında yapısal atık oluşumuna etkisinin yüksek düzeyde etkisinin olduğu belirlenmiştir.
- Büyük çoğunluğu (32,1+10,5=%42,6) ekipman arızasının yapısal atık oluşumuna neden olduğunu belirtmiştir. Değişkene ait ortalama değeri incelendiğinde ( $\bar{x}=3,266$ ) ekipman arızasının yapı inşaat aşamasında yapısal atık oluşumuna etkisinin orta düzeyde etkisinin olduğu belirlenmiştir.
- Büyük çoğunluğu (30,2+40,7= %70,9) kötü işçiliğin yapısal atık oluşumuna neden olduğunu belirtmiştir. Değişkene ait ortalama değeri incelendiğinde ( $\bar{x}=4,027$ ) kötü işçiliğin yapı inşaat aşamasında yapısal atık oluşumuna etkisinin yüksek düzeyde etkisinin olduğu belirlenmiştir.
- Büyük çoğunluğu (32,1+30,2= %62,3) zaman baskısının yapısal atık oluşumuna neden olduğunu belirtmiştir. Değişkene ait ortalama değeri incelendiğinde ( $\bar{x}=3,774$ ) zaman baskısının yapı inşaat aşamasında yapısal atık oluşumuna etkisinin yüksek düzeyde etkisinin olduğu belirlenmiştir.
- Bu sonuçlara bakıldığında imalat ile ilgili tüm kriterlerin yapı inşaat aşamasında yapısal atık oluşumunu yüksek düzeyde etkilediği sonucuna varılmıştır.

Yapı inşaat aşamasında işçi nedeniyle yapısal atık oluşumuna sebep olan 10 kriterin yüzde ve frekans dağılımları Çizelge 4.9' da verilmiştir.

**Çizelge 4.9.** İşçi nedeniyle yapı inşaat aşamasında yapısal atık oluşumuna sebep olan kriterlerin tanımlayıcı istatistikleri

| İşçi nedeniyle yapısal atık oluşumuna neden olan kriterler | Frekans (f) | Kesinlikle Katılım | Katılmıyor | Karar sızım | Katılmıyor | Kesinlikle Katılım | Orta  | Standart Sapma | Etki Düzeyi |
|--|-------------|--------------------|------------|-------------|------------|--------------------|-------|----------------|-------------|
|  |             |                    |            |             |            |                    |       |                |             |
| İ1. İşçilerde Tecrübe Eksikliği                            | f           | 11                 | 10         | 8           | 61         | 58                 |       |                | Yüksek      |
|  | %           | 6,8                | 6,2        | 4,9         | 37,7       | 35,8               | 3,980 | 1,180          |             |

**Çizelge 4.9.** İşçi nedeniyle yapı inşaat aşamasında yapısal atık oluşumuna sebep olan kriterlerin tanımlayıcı istatistikleri (Devamı)

|  |   |      |      |      |      |      |       |       |        |
|--|---|------|------|------|------|------|-------|-------|--------|
| <b>İ2. İşçilerin İş Ahlakına Aykırı Davranışları</b> | f | 13   | 13   | 18   | 61   | 44   |       |       | Yüksek |
|  |   |      |      |      |      |      | 3,738 | 1,221 |        |
|  | % | 8    | 8    | 11,1 | 37,7 | 27,2 |       |       |        |
|  |   |      |      |      |      |      |       |       |        |
| <b>İ3. İşçilerin Eğitim Eksikliği</b>                | f | 13   | 10   | 12   | 59   | 50   |       |       | Yüksek |
|  |   |      |      |      |      |      | 3,854 | 1,228 |        |
|  | % | 8    | 6,2  | 7,4  | 36,4 | 30,9 |       |       |        |
|  |   |      |      |      |      |      |       |       |        |
| <b>İ4. Kalifiye İşçi Eksikliği</b>                   | f | 12   | 7    | 10   | 55   | 64   |       |       | Yüksek |
|  |   |      |      |      |      |      | 4,027 | 1,194 |        |
|  | % | 7,4  | 4,3  | 6,2  | 34   | 39,5 |       |       |        |
|  |   |      |      |      |      |      |       |       |        |
| <b>İ5. Malzemelerin Uygunsuz Fazla/Hor Kullanımı</b> | f | 11   | 10   | 12   | 60   | 56   |       |       | Yüksek |
|  |   |      |      |      |      |      | 3,940 | 1,181 |        |
|  | % | 6,8  | 6,2  | 7,4  | 37   | 34,6 |       |       |        |
|  |   |      |      |      |      |      |       |       |        |
| <b>İ6. İşçinin Çalışma İsteğinin Olmaması</b>        | f | 9    | 18   | 26   | 54   | 38   |       |       | Yüksek |
|  |   |      |      |      |      |      | 3,648 | 1,175 |        |
|  | % | 5,6  | 11,1 | 16,0 | 33,3 | 23,5 |       |       |        |
|  |   |      |      |      |      |      |       |       |        |
| <b>İ7. Malzemelerin Anormal Aşınması</b>             | f | 14   | 15   | 34   | 55   | 25   |       |       | Yüksek |
|  |   |      |      |      |      |      | 3,434 | 1,184 |        |
|  | % | 8,6  | 9,3  | 21   | 34   | 15,4 |       |       |        |
|  |   |      |      |      |      |      |       |       |        |
| <b>İ8. Paydaşlar Arasında İletişim Eksikliği</b>     | f | 10   | 12   | 25   | 64   | 33   |       |       | Yüksek |
|  |   |      |      |      |      |      | 3,681 | 3,252 |        |
|  | % | 6,2  | 7,4  | 15,4 | 39,5 | 20,4 |       |       |        |
|  |   |      |      |      |      |      |       |       |        |
| <b>İ9. İşçilerin Fazla Mesai Yapması</b>             | f | 17   | 25   | 30   | 47   | 24   |       |       | Orta   |
|  |   |      |      |      |      |      | 3,252 | 1,264 |        |
|  | % | 10,5 | 15,4 | 18,5 | 29   | 14,8 |       |       |        |
|  |   |      |      |      |      |      |       |       |        |
| <b>İ10. Ekonomik Olmayan Şekillerin Kesilmesi</b>    | f | 10   | 14   | 27   | 58   | 35   |       |       | Yüksek |
|  |   |      |      |      |      |      | 3,653 | 1,154 |        |
|  | % | 6,2  | 8,6  | 16,7 | 35,8 | 21,6 |       |       |        |
|  |   |      |      |      |      |      |       |       |        |

Çizelge 4.9' da yer alan değerler incelendiğinde katılımcıların,

- Büyük çoğunluğu (37,7+35,8=%73,5) işçilerde tecrübe eksikliğinin yapısal atık oluşumuna neden olduğunu belirtmiştir. Değişkene ait ortalama değeri incelendiğinde ( $\bar{x}=3,980$ ) işçilerde tecrübe eksikliğinin yapı inşaat aşamasında yapısal atık oluşumuna etkisinin yüksek düzeyde etkisinin olduğu belirlenmiştir.
- Büyük çoğunluğu (37,7+27,2=%64,9) işçilerin iş ahlakına aykırı davranışlarının yapısal atık oluşumuna neden olduğunu belirtmiştir. Değişkene ait ortalama değeri incelendiğinde ( $\bar{x}=3,738$ ) işçilerin iş ahlakına aykırı davranışlarının yapı inşaat aşamasında yapısal atık oluşumuna etkisinin yüksek düzeyde etkisinin olduğu belirlenmiştir.
- Büyük çoğunluğu (36,4+30,9=%67,3) işçilerin eğitim eksikliğinin yapısal atık oluşumuna neden olduğunu belirtmiştir. Değişkene ait ortalama değeri incelendiğinde ( $\bar{x}=3,854$ ) işçilerin eğitim eksikliğinin yapı inşaat aşamasında yapısal atık oluşumuna etkisinin yüksek düzeyde etkisinin olduğu belirlenmiştir.
- Büyük çoğunluğu (34+39,5=%73,5) kalifiye işçi eksikliğinin yapısal atık oluşumuna neden olduğunu belirtmiştir. Değişkene ait ortalama değeri incelendiğinde ( $\bar{x}=4,027$ ) kalifiye işçi eksikliğinin yapı inşaat aşamasında yapısal atık oluşumuna etkisinin yüksek düzeyde etkisinin olduğu belirlenmiştir.
- Büyük çoğunluğu (37+34,6=%71,6) malzemelerin uygunsuz fazla/hor kullanımının yapısal atık oluşumuna neden olduğunu belirtmiştir. Değişkene ait ortalama değeri incelendiğinde ( $\bar{x}=3,940$ ) malzemelerin uygunsuz fazla/hor kullanımının yapı inşaat aşamasında yapısal atık oluşumuna etkisinin yüksek düzeyde etkisinin olduğu belirlenmiştir.
- Büyük çoğunluğu (3,3+23,5=%56,8) işçinin çalışma isteğinin olmamasının yapısal atık oluşumuna neden olduğunu belirtmiştir. Değişkene ait ortalama değeri incelendiğinde ( $\bar{x}=3,648$ ) işçinin çalışma isteğinin olmamasının yapı inşaat aşamasında yapısal atık oluşumuna etkisinin yüksek düzeyde etkisinin olduğu belirlenmiştir.
- Büyük çoğunluğu (34+15,4=%49,4) malzemelerin anormal aşınmasının yapısal atık oluşumuna neden olduğunu belirtmiştir. Değişkene ait ortalama değeri incelendiğinde ( $\bar{x}=3,434$ ) malzemelerin anormal aşınmasının yapı inşaat aşamasında yapısal atık oluşumuna etkisinin yüksek düzeyde etkisinin olduğu belirlenmiştir.

- Büyük çoğunluğu (39,5+20,4=%59,9) paydaşlar arasında iletişim eksikliğinin yapısal atık oluşumuna neden olduğunu belirtmiştir. Değişkene ait ortalama değeri incelendiğinde ( $\bar{x}=3,681$ ) paydaşlar arasında iletişim eksikliğinin yapı inşaat aşamasında yapısal atık oluşumuna etkisinin yüksek düzeyde etkisinin olduğu belirlenmiştir.
- Büyük çoğunluğu (29+14,8=%43,8) işçilerin fazla mesai yapmasının yapısal atık oluşumuna neden olduğunu belirtmiştir. Değişkene ait ortalama değeri incelendiğinde ( $\bar{x}=3,252$ ) işçilerin fazla mesai yapmasının yapı inşaat aşamasında yapısal atık oluşumuna etkisinin orta düzeyde etkisinin olduğu belirlenmiştir.
- Büyük çoğunluğu (35,8+21,6=%57,4) ekonomik olmayan şekillerin kesilmesinin yapısal atık oluşumuna neden olduğunu belirtmiştir. Değişkene ait ortalama değeri incelendiğinde ( $\bar{x}=3,653$ ) ekonomik olmayan şekillerin kesilmesinin yapı inşaat aşamasında yapısal atık oluşumuna etkisinin yüksek düzeyde etkisinin olduğu belirlenmiştir.
- Bu sonuçlara bakıldığında işçiler ile ilgili tüm kriterlerin yapı inşaat aşamasında yapısal atık oluşumunu yüksek düzeyde etkilediği sonucuna varılmıştır.

Yapı inşaat aşamasında diğer faktörlerin neden olduğu yapısal atık oluşumuna sebep olan 4 kriterin yüzde ve frekans dağılımları Çizelge 4.10' da verilmiştir.

**Çizelge 4.10.** Diğer faktörlerin neden olduğu yapı inşaat aşamasında yapısal atık oluşumuna sebep olan kriterlerin tanımlayıcı istatistikleri

| Dİğer faktörler<br>nedeniyle<br>yapısal atık<br>oluşumuna<br>neden olan<br>kriterler | Fre<br>Kans<br>(f)<br>Yüz<br>de(%) | Kesin<br>likle<br>Katıl<br>mıyor<br>um | Katıl<br>mıyor<br>um | Karar<br>sızım | Katılı<br>yorum | Kesin<br>likle<br>Katılı<br>yoru<br>m | Orta<br>Lam<br>a<br>( $\bar{x}$ ) | Stan<br>dart<br>Sap<br>ma<br>( $\sigma$ ) | Etki<br>Düzeyi |
|--|------------------------------------|--|----------------------|----------------|-----------------|---------------------------------------|-----------------------------------|---|----------------|
| DF1. Hava<br>Şartları  | f<br>%                             | 17<br>10,5                             | 20<br>12,3           | 28<br>17,3     | 54<br>33,3      | 25<br>15,4                            | 3,347                             | 1,253                                     | Orta           |
| DF2. İşçilerin<br>Vandalist<br>Davranışları  | f<br>%                             | 9<br>5,6                               | 21<br>13             | 25<br>15,4     | 60<br>37        | 31<br>19,1                            | 3,568                             | 1,156                                     | Yüksek         |

**Çizelge 4.10.** Diğer faktörlerin neden olduğu yapı inşaat aşamasında yapısal atık oluşumuna sebep olan kriterlerin tanımlayıcı istatistikleri (Devamı)

|                        |   |     |      |      |      |      |       |       |        |
|------------------------|---|-----|------|------|------|------|-------|-------|--------|
| <b>DF3. Sahada</b>     | f | 11  | 23   | 31   | 52   | 30   | 3,456 | 1,194 | Yüksek |
| <b>Hırsızlık</b>       | % | 6,5 | 14,2 | 19,1 | 32,1 | 18,5 |       |       |        |
| <b>DF4. Şahısların</b> | f | 13  | 17   | 34   | 57   | 26   |       |       | Yüksek |
| <b>Neden Olduğu</b>    |   |     |      |      |      |      | 3,449 | 1,171 |        |
| <b>Hasarlar</b>        | % | 8   | 10,5 | 21   | 35,2 | 16   |       |       |        |

Çizelge 4.10' da yer alan değerler incelendiğinde katılımcıların,

- Büyük çoğunluğu (33,3+15,4=%48,7) hava şartlarının yapısal atık oluşumuna neden olduğunu belirtmiştir. Değişkene ait ortalama değeri incelendiğinde ( $\bar{x}=3,347$ ) hava şartlarının yapı inşaat aşamasında yapısal atık oluşumuna etkisinin orta düzeyde etkisinin olduğu belirlenmiştir.
- Büyük çoğunluğu (37+19,1=%56,1) işçilerin vandalist davranışlarının yapısal atık oluşumuna neden olduğunu belirtmiştir. Değişkene ait ortalama değeri incelendiğinde ( $\bar{x}=3,568$ ) işçilerin vandalist davranışlarının yapı inşaat aşamasında yapısal atık oluşumuna etkisinin yüksek düzeyde etkisinin olduğu belirlenmiştir.
- Büyük çoğunluğu (32,1+18,5=%50,6) sahada hırsızlığın yapısal atık oluşumuna neden olduğunu belirtmiştir. Değişkene ait ortalama değeri incelendiğinde ( $\bar{x}=3,456$ ) sahada hırsızlığın yapı inşaat aşamasında yapısal atık oluşumuna etkisinin yüksek düzeyde etkisinin olduğu belirlenmiştir.
- Büyük çoğunluğu (35,2+16=%51,2) 3. şahısların neden olduğu hasarların yapısal atık oluşumuna neden olduğunu belirtmiştir. Değişkene ait ortalama değeri incelendiğinde ( $\bar{x}=3,449$ ) 3. şahısların neden olduğu hasarların yapı inşaat aşamasında yapısal atık oluşumuna etkisinin yüksek düzeyde etkisinin olduğu belirlenmiştir.
- Bu sonuçlara bakıldığında diğer faktörler ile ilgili tüm kriterlerin yapı inşaat aşamasında yapısal atık oluşumunu yüksek düzeyde etkilediği sonucuna varılmıştır.

### 4.3. Göreceli Önem Sıralaması

Katılımcıların yapısal atık kavramı ile ilgili bilgi düzeyleri dikkate alınarak yapı inşaat aşamasında yapısal atık oluşumuna etki eden 54 kriterin 5’li Likert ölçeği puanlamasına göre verdikleri cevaplar doğrultusunda göreceli önem sıralaması yapılmıştır. Önem sıralamasının hesaplaması 3.3.4.3. başlığı altında açıklandığı şekilde yapılmıştır.

Katılımcıların yapısal atık kavramı ile ilgili bilgi düzeylerine göre Türk inşaat sektöründe yapı inşaat aşamasında yapısal atık oluşumuna etki eden tasarım, tedarik, malzeme nakliyesi, planlama ve yönetim, malzeme depolanması ve taşınması, imalat, işçi ve diğer faktörlerin sürecine ilişkin kriterlerin göreceli önem sıralaması Çizelge 4.11’ de verilmiştir.

**Çizelge 4.11.** Yapısal atık oluşumuna neden olan kriterlerin göreceli önem sıralaması

| Kriter Kodu | Kriter Adı | GÖİ  | Önem Sırası | Standart Sapma |       |
|-------------|------------|--|-------------|----------------|-------|
| Tasarım     | D1         | Sık Tasarım Değişiklikleri   | 63,50       | 41             | 1,216 |
|             | D2         | Tasarımcının Bilgi Eksikliği   | 65,89       | 33             | 1,144 |
|             | D3         | Tasarımın Düşük Kalitesi   | 61,12       | 46             | 1,293 |
|             | D4         | Yasal mevzuatlarda Belirtilen Standart Ölçülere Dikkat Edilmemesi  | 66,03       | 32             | 1,235 |
|             | D5         | Zayıf Koordinasyon Ve İletişim   | 73,59       | 2              | 1,248 |
|             | D6         | Tasarımcının Deneyim Eksikliği   | 69,26       | 16             | 1,193 |
|             | D7         | Tasarımcının Malzeme Bilgisi Eksikliği   | 72,17       | 6              | 1,203 |
|             | D8.        | Sözleşme Belgelerindeki Eksikler/Karmaşa   | 66,37       | 29             | 1,172 |
|             | D9         | Son Dakika Müşteri İsteklerinin Değişmesi  | 70,84       | 9              | 1,297 |
|             | D10        | Tasarımla İlişkili Yapı Detaylarında Eksiklik ve Detaylarda Projeler Arası Uyumsuzluk                                  | 70,68       | 10             | 1,292 |
|             | D11        | Şantiyede/Sahada Yapılan İmalatların Proje ve Eklerine Aykırı Olması   | 70,57       | 11             | 1,208 |
|             | D12        | Bilgi Eksikliği Nedeniyle Tasarım ve Detay Hataları  | 68,77       | 18             | 1,178 |
| Tedarik     | T1         | Paydaşlar Arası Koordinasyon Eksikliği Nedeniyle Malzeme Sipariş Hataları  | 69,59       | 14             | 1,243 |
|             | T2         | Gerekli Malzeme Miktarının Yanlış Tahmin Edilmesi  | 69,32       | 15             | 1,295 |
|             | T3         | Müteahhittin veya Şantiye şefinin Şartnameye Aykırı Ürün Satın Alımı/Kötü malzeme temin etmesi                         | 69,60       | 13             | 1,223 |
|             | T4         | Tedarikçi Hataları (tedarikçinin yanlış/ayıplı ürün sevkiyatı, tedarikçinin istene üründen farklı bir ürün göndermesi) | 65,06       | 35             | 1,235 |
|             | T5         | Malzeme Fiyatındaki Değişiklikler  | 55,03       | 53             | 1,266 |
|             | T6         | İhtiyaçtan Fazla Sipariş Verilmesi (az sipariş verememe)   | 66,11       | 31             | 1,200 |
|             | T7         | Sık Sipariş Değişiklikleri   | 60,16       | 48             | 1,254 |

**Çizelge 4.11.** Yapısal atık oluşumuna neden olan kriterlerin göreceli önem sıralaması (Devamı)

|                                      |            |   |       |    |       |
|--------------------------------------|------------|---|-------|----|-------|
| <b>Malzeme Nakliyesi</b>             | <b>N1</b>  | Malzeme nakliye sürecinde malzemenin hasar görmesi                        | 63,94 | 39 | 1,246 |
|                                      | <b>N2</b>  | Teslimat Araçlarının Şantiyeye Girmesinde Yaşanan Zorluklar               | 55,71 | 51 | 1,217 |
|                                      | <b>N3</b>  | Uygun Olmayan Verimsiz Malzeme Boşaltma Yöntemi                           | 66,86 | 26 | 1,246 |
|                                      | <b>N4</b>  | Malzeme Boşaltma Esnasında Özensiz Davranılması                           | 67,93 | 23 | 1,225 |
|                                      | <b>N5</b>  | Malzeme Boşaltma Sırasında Yetersiz Koruma                                | 68,62 | 19 | 1,204 |
| <b>Planlama ve Yönetim</b>           | <b>Y1</b>  | Sahada İnşaat Sırasında Oluşan Atıklar İçin Bir Yönetim Planının Olmaması | 71,70 | 7  | 1,235 |
|                                      | <b>Y2</b>  | Gerekli Malzeme Miktarları İçin Yanlış Planlama                           | 68,60 | 21 | 1,168 |
|                                      | <b>Y3</b>  | Kullanılacak Malzeme Boyutların Hakkında Bilgi Eksikliği                  | 66,73 | 27 | 1,202 |
|                                      | <b>Y4</b>  | Artan Yeniden Yapım İşleri (Denetim eksikliği)                            | 73,27 | 3  | 1,230 |
|                                      | <b>Y5</b>  | Malzeme İhzaratının Yapılıp Yapılmadığının Kontrolünün Eksikliği          | 61,02 | 47 | 1,158 |
| <b>Malzeme Depolanması ve Taşıma</b> | <b>DT1</b> | Hasara veya Bozulmaya Neden Olan Uygun Olmayan Sahada Depolama Alanı      | 67,71 | 24 | 1,193 |
|                                      | <b>DT2</b> | Yanlış Depolama Yöntemleri  | 68,41 | 22 | 1,148 |
|                                      | <b>DT3</b> | Uygulama Noktasından Uzakta Depolanma                                     | 61,48 | 44 | 1,206 |
|                                      | <b>DT4</b> | Sahada İsrafa Yol Açan Gereksiz Miktarda Ürün                             | 66,88 | 25 | 1,220 |
|                                      | <b>DT5</b> | Ambalajı Gevşek Biçimde Tedarik Edilen Malzemeler                         | 66,12 | 30 | 1,195 |
|                                      | <b>DT6</b> | Depolama Noktasından Uygulama Alanına Kadar Yanlış Taşıma Yöntemleri      | 64,62 | 37 | 1,130 |
| <b>İmalat</b>                        | <b>S1</b>  | Dikkatsizlikten Kaynaklı Hatalar  | 68,61 | 20 | 1,137 |
|                                      | <b>S2</b>  | Kullanılmayan Malzeme ve Ürünler  | 64,97 | 36 | 1,200 |
|                                      | <b>S3</b>  | Ekipman Arızası   | 54,97 | 54 | 1,131 |
|                                      | <b>S4</b>  | Kötü İşçilik  | 71,35 | 8  | 1,214 |
|                                      | <b>S5</b>  | Zaman Baskısı   | 66,45 | 28 | 1,241 |
| <b>İşçi</b>                          | <b>İ1</b>  | İşçilerde Tecrübe Eksikliği   | 72,49 | 5  | 1,180 |
|                                      | <b>İ2</b>  | İşçilerin İş Ahlakına Aykırı Davranışları                                 | 69,69 | 12 | 1,221 |
|                                      | <b>İ3</b>  | İşçilerin Eğitim Eksikliği  | 69,04 | 17 | 1,228 |
|                                      | <b>İ4</b>  | Kalifiye İşçi Eksikliği   | 74,56 | 1  | 1,194 |
|                                      | <b>İ5</b>  | Malzemelerin Uygunsuz Fazla/Hor Kullanımı                                 | 72,95 | 4  | 1,181 |
|                                      | <b>İ6</b>  | İşçinin Çalışma İsteğinin Olmaması  | 64,54 | 38 | 1,175 |
|                                      | <b>İ7</b>  | Malzemelerin Anormal Aşınması   | 59,59 | 49 | 1,184 |
|                                      | <b>İ8</b>  | Paydaşlar Arasında İletişim Eksikliği                                     | 65,07 | 34 | 3,252 |
|                                      | <b>İ9</b>  | İşçilerin Fazla Mesai Yapması   | 55,47 | 52 | 1,264 |
|                                      | <b>İ10</b> | Ekonomik Olmayan Şekillerin Kesilmesi                                     | 63,71 | 40 | 1,154 |
| <b>Diğer Faktörler</b>               | <b>DF1</b> | Hava Şartları   | 58,53 | 50 | 1,253 |
|                                      | <b>DF2</b> | İşçilerin Vandalist Davranışları  | 62,43 | 43 | 1,156 |
|                                      | <b>DF3</b> | Sahada Hırsızlık  | 62,79 | 42 | 1,194 |
|                                      | <b>DF4</b> | 3. Şahısların Neden Olduğu Hasarlar                                       | 61,45 | 45 | 1,171 |

Çizelge 4.11’de belirtilen önem sıralamasına göre katılımcıların yapısal atık ile ilgili bilgi düzeylerine göre yapısal atıkların oluşumuna neden olan en önemli 10 kriter aşağıda belirtilmiştir

1. Kalifiye işçi eksikliği,
  2. Zayıf koordinasyon ve iletişim,
  3. Artan yeniden yapım işleri (denetim eksikliği),
  4. Malzemelerin uygunsuz fazla/hor kullanımı,
  5. İşçilerde tecrübe eksikliği,
  6. Tasarımcının malzeme bilgisi eksikliği,
  7. Sahada inşaat sırasında oluşan atıklar için bir yönetim planının olmaması,
  8. Kötü işçilik,
  9. Son dakika müşteri isteklerinin değişmesi,
  10. Tasarımla ilişkili yapı detaylarında eksiklik ve detaylarda projeler arası uyumsuzluk
- Yapısal atıkların oluşumuna neden olan en önemsiz kriterin ise ekipman arızası olduğu belirlenmiştir (Çizelge 4.11)

#### **4.4. Açıklayıcı Faktör Analizi (AFA)**

Çizelge 4.12’de Türk inşaat sektöründe yapı inşaat (imalat) aşamasında yapısal atık oluşumuna etki eden faktörlerin belirlenmesi için 54 kriterin açıklayıcı faktör analizi sonuçları bulunmaktadır. Açıklayıcı faktör analizi sonucunda toplam 4 faktör bulunmuştur. Analize ait Kaiser-Meyer-Olkin (KMO) değeri 0,916 (%91,6) olarak tespit edilmiştir. KMO değeri veri setinin büyüklüğünün analiz için yeterli olup olmadığını belirlemek amacıyla kullanılır ve 0,5’in üzerinde olması gerekir (George vd., 2004; Kalaycı, 2008). AFA sonucu elde edilen KMO değeri 0,50’den büyük olduğu için veri setinin faktör analizi için yeterli büyüklükte olduğu ifade edilebilir.

Analizlerde faktör çıkarım yöntemi olarak kullanılan öz değer (Eigen) her faktör tarafından açıklanan toplam varyansı göstermektedir. Çalışma kapsamında öz değeri 1 ve 1’den büyük olan 4 faktör bulunmuştur. Bu durumun güvenilirliğinin test edilmesi ve en az risk ve en fazla olasılık ile simüle edilebilmesi için Monte Carlo Simülasyonu kullanılmış ve 4 faktör bu simülasyonda sağlamıştır.

**Çizelge 4.12.** 54 kriterin Açıklayıcı Faktör Analizi

| Kriter kodu     | Türk inşaat sektöründe yapı inşaat aşamasında yapısal atık oluşumuna etki eden faktörler             | Öz Değer | Varyans Yüzdesi (%) | Faktör Yüğü | Average GÖİ | Faktör Sıralaması |
|-----------------|--|----------|---------------------|-------------|-------------|-------------------|
| <b>Faktör 1</b> | <b>Yapı inşaat aşamasında yapısal atık oluşumuna etki eden işçi ve işçilik hataları</b>              | 9,008    | 16,681              |             | 68,781      | 1                 |
| S1              | Dikkatsizlikten kaynaklı hatalar   |          |                     | 0,539       |             |                   |
| İ1              | İşçilerde tecrübe eksikliği  |          |                     | 0,572       |             |                   |
| S4              | Kötü işçilik   |          |                     | 0,453       |             |                   |
| İ5              | Malzemelerin uygunsuz fazla/hor kullanımı  |          |                     | 0,549       |             |                   |
| İ3              | İşçilerin eğitim eksikliği   |          |                     | 0,735       |             |                   |
| İ2              | İşçilerin iş ahlakına aykırı davranışları  |          |                     | 0,734       |             |                   |
| İ4              | Kalifiye işçi eksikliği  |          |                     | 0,705       |             |                   |
| İ6              | İşçinin çalışma isteğinin olmaması   |          |                     | 0,676       |             |                   |
| DF2             | İşçilerin vandalist davranışları   |          |                     | 0,614       |             |                   |
| Y4              | Artan yeniden yapım işleri (denetim eksikliği)   |          |                     | 0,583       |             |                   |
| İ8              | Paydaşlar arasında iletişim eksikliği  |          |                     | 0,568       |             |                   |
| İ10             | Ekonomik olmayan şekillerin kesilmesi  |          |                     | 0,551       |             |                   |
| S5              | Zaman baskısı  |          |                     | 0,402       |             |                   |
| <b>Faktör 2</b> | <b>Yapı inşaat aşamasında yapısal atık oluşumuna etki eden tasarım, sözleşme ve yönetim hataları</b> | 9,679    | 17,924              |             | 67,74       | 2                 |
| T2              | Gerekli malzeme miktarının yanlış tahmin edilmesi  |          |                     | 0,527       |             |                   |
| Y2              | Gerekli malzeme miktarları için yanlış planlama  |          |                     | 0,507       |             |                   |
| Y3              | Kullanılacak malzeme boyutların hakkında bilgi eksikliği   |          |                     | 0,567       |             |                   |
| T1              | Paydaşlar arası koordinasyon eksikliği nedeniyle malzeme sipariş hataları                            |          |                     | 0,515       |             |                   |
| D9              | Son dakika müşteri isteklerinin değişmesi  |          |                     | 0,506       |             |                   |
| D12             | Bilgi eksikliği nedeniyle tasarım ve detay hataları  |          |                     | 0,793       |             |                   |
| D6              | Tasarımcının deneyim eksikliği   |          |                     | 0,762       |             |                   |
| D2              | Tasarımcının bilgi eksikliği   |          |                     | 0,740       |             |                   |
| D7              | Tasarımcının malzeme bilgisi eksikliği   |          |                     | 0,738       |             |                   |

**Çizelge 4.12.** 54 kriterin Açıklayıcı Faktör Analizi (Devamı)

|                 |  |        |        |  |        |   |
|-----------------|--|--------|--------|--|--------|---|
| <b>D3</b>       | Tasarımın düşük kalitesi   |        |        |  | 0,676  |   |
| <b>D4</b>       | Yasal mevzuatlarda belirtilen standart ölçülere dikkat edilmemesi  |        |        |  | 0,658  |   |
| <b>D10</b>      | Tasarımla ilişkili yapı detaylarında eksiklik ve detaylarda projeler arası uyumsuzluk                                  |        |        |  | 0,632  |   |
| <b>D11</b>      | Şantiyede/sahada yapılan imalatların proje ve eklerine aykırı olması   |        |        |  | 0,587  |   |
| <b>D8</b>       | Sözleşme belgelerindeki eksikler/karmaşa   |        |        |  | 0,544  |   |
| <b>T7</b>       | Sık tasarım değişiklikleri   |        |        |  | 0,536  |   |
| <b>Faktör 3</b> | <b>Yapı inşaat aşamasında yapısal atık oluşumuna etki eden saha yönetimi ve imalat hataları</b>                        | 12,793 | 23,690 |  | 66,588 | 3 |
| <b>N5</b>       | Malzeme boşaltma sırasında yetersiz koruma   |        |        |  | 0,754  |   |
| <b>N4</b>       | Malzeme boşaltma esnasında özensiz davranılması  |        |        |  | 0,737  |   |
| <b>DT3</b>      | Uygulama noktasından uzakta depolanma  |        |        |  | 0,716  |   |
| <b>T4</b>       | Tedarikçi hataları (tedarikçinin yanlış/ayıplı ürün sevkiyatı, tedarikçinin istene üründen farklı bir ürün göndermesi) |        |        |  | 0,702  |   |
| <b>DT6</b>      | Depolama noktasından uygulama alanına kadar yanlış taşıma yöntemleri   |        |        |  | 0,678  |   |
| <b>S2</b>       | Kullanılmayan malzeme ve ürünler   |        |        |  | 0,678  |   |
| <b>DT4</b>      | Sahada israfa yol açan gereksiz miktarda ürün  |        |        |  | 0,675  |   |
| <b>N1</b>       | Malzeme nakliye sürecinde malzemenin hasar görmesi   |        |        |  | 0,668  |   |
| <b>N3</b>       | Uygun olmayan verimsiz malzeme boşaltma yöntemi  |        |        |  | 0,585  |   |
| <b>DT2</b>      | Yanlış depolama yöntemleri   |        |        |  | 0,571  |   |
| <b>DT5</b>      | Ambalajı gevşek biçimde tedarik edilen malzemeler  |        |        |  | 0,536  |   |
| <b>DT1</b>      | Hasara veya bozulmaya neden olan uygun olmayan saha depolama alanı   |        |        |  | 0,523  |   |
| <b>Y5</b>       | Malzeme ihzaratının yapılıp yapılmadığının kontrolünün eksikliği   |        |        |  | 0,480  |   |
| <b>D5</b>       | Zayıf koordinasyon ve iletişim   |        |        |  | 0,482  |   |
| <b>D1</b>       | Sık sipariş değişiklikleri   |        |        |  | 0,509  |   |

**Çizelge 4.12.** 54 kriterin Açıklayıcı Faktör Analizi (Devamı)

|                                       |  |                  |        |  |        |       |
|---------------------------------------|--|------------------|--------|--|--------|-------|
| <b>T3</b>                             | Müteahhittin veya şantiye şefinin şartnameye aykırı ürün satın alımı/kötü malzeme temin etmesi |                  |        |  | 0,641  |       |
| <b>Y1</b>                             | Sahada inşaat sırasında oluşan atıklar için bir yönetim planının olmaması                      |                  |        |  | 0,431  |       |
| <b>Faktör 4</b>                       | <b>Yapı Yapısal atık oluşumuna etki eden dış faktörler</b>                                     | 6,909            | 12,795 |  | 58,850 | 4     |
| <b>İ7</b>                             | Malzemelerin anormal aşınması  |                  |        |  | 0,428  |       |
| <b>T5</b>                             | Malzeme fiyatındaki değişiklikler  |                  |        |  | 0,773  |       |
| <b>N2</b>                             | Teslimat araçlarının şantiyeye girmesinde yaşanan zorluklar                                    |                  |        |  | 0,730  |       |
| <b>S3</b>                             | Ekipman arızası  |                  |        |  | 0,659  |       |
| <b>İ9</b>                             | İşçilerin fazla mesai yapması  |                  |        |  | 0,646  |       |
| <b>DF4</b>                            | 3. şahısların neden olduğu hasarlar  |                  |        |  | 0,627  |       |
| <b>T6</b>                             | İhtiyaçtan fazla sipariş verilmesi (az sipariş verememe)                                       |                  |        |  | 0,592  |       |
| <b>DF3</b>                            | Sahada hırsızlık   |                  |        |  | 0,535  |       |
| <b>DF1</b>                            | Hava şartları  |                  |        |  | 0,525  |       |
| <b>Kaise-Meyer-Olkin (KMO) Değeri</b> |  | <b>0,916</b>     |        |  |        |       |
| <b>Barlett Küresellik Değeri</b>      |  | Yaklaşık Ki-Kare |        |  |        |       |
|                                       |  | Sd               |        |  |        |       |
|                                       |  | p                |        |  |        | 0,000 |
| <b>Toplam Açıklanan Varyans %</b>     |  |                  |        |  |        | 71,09 |

AFA ve Paralel analizler sonucunda Türk inşaat sektöründe imalat aşamasında yapısal atıkların oluşumuna neden olan 4 ana faktör grubu belirlenmiştir (Çizelge 4.12). Çizelge 4.12’de yer alan değerler incelendiğinde 54 kriterin 4 faktör altında yük aldığı görülmektedir. İlgili faktörler altında yük alan kriterlerin faktör yapısıyla uyumlu olduğu belirlenmiştir.

Buna göre Faktör 1 altında S1, İ1, S4, İ5, İ3, İ2, İ4, İ6, DF2, Y4, İ8, İ10 ve S5 kriterleri olmak üzere 13 kriter toplanmıştır. İlgili faktör altında toplanan kriterlerin yapısı ve içeriği incelendiğinde bu faktör “İşçi ve İşçilik Hataları” olarak isimlendirilmiştir. Faktör 2 altında ise T2, Y2, Y3, T1, D9, D12, D6, D2, D7, D3, D4, D10, D11, D8, T7 kriterleri olmak üzere 15 kriter toplanmıştır. Faktör 2 altında

toplanan kriterlerin yapısı ve içeriği incelendiğinde “Tasarım, Sözleşme ve Yönetişim Hataları” olarak isimlendirilmiştir. N5, N4, DT3, T4, DT6, S2, DT4, N1, N3, DT2, DT5, DT1, Y5, D5, D1, T3 ve Y1 kriterleri olmak üzere 17 kriter Faktör 3 altında toplanmıştır. Faktör 3 altında toplanan kriterlerin yapısı ve içeriği incelendiğinde isminin “Saha Yönetimi ve İmalat Hataları” olması uygun görülmüştür. Faktör 4 altında ise İ7, T5, N2, S3, İ9, DF4, T6, DF3, DF1 kriterleri olmak üzere 9 kriter toplanmıştır. Toplanan kriterlerin içeriği incelendiğinde “Dış Faktörler” olarak isimlendirilmiştir.

Çizelge 4.12 incelendiğinde Türk inşaat sektöründe yapı inşaat aşamasında yapısal atık oluşumuna etki eden faktörler ortalama GÖİ değerlerine göre sıralandığında en önemliden önemsiz e aşağıdaki gibi sıralanmaktadır:

1. Faktör yapısal atık oluşumuna etki eden işçi ve işçilik hataları
2. Faktör yapısal atık oluşumuna etki eden tasarım, sözleşme ve yönetim hataları
3. Faktör yapısal atık oluşumuna etki eden saha yönetimi ve imalat
4. Faktör yapısal atık oluşumuna etki eden dış faktörler

#### **4.5. Tartışma**

Bu çalışmada Türk inşaat sektöründe yapıların yapım (imalat) aşamasında yapısal atık oluşumunu etkileyen faktörlerin belirlenmesi amaçlanmıştır. Türkiye’deki proje müellifi mimar, proje müellifi inşaat mühendisi, şantiye şefi, müteahhitlerden oluşan örneklem grubuna sistematik literatür taraması aracılığı ile elde edilen kriterlerle anket formu hazırlanmış ve uygulanmıştır. Anket çalışması sonucunda veri toplanmıştır. Elde edilen verilerin analizi ile Türk inşaat sektöründe yapının yapım aşamasında yapısal atık oluşumunu etkileyen faktörler belirlenmiştir.

Literatürdeki çalışmalardan farklı olarak bu çalışmada Türk inşaat sektöründe yapının yapım aşamasında yapısal atık oluşumunu etkileyen faktörler belirlenmiştir. Çalışmada belirlenen faktörler Türk inşaat sektöründe yapı inşaat (imalat) aşamasında atık oluşumuna neden olan sorunların %71,09’ unu açıklar nitelik taşımaktadır. Katılımcıların yapısal atık ile ilgili bilgi düzeylerine göre belirlenen önem sıralamasına en önemli 10 kriter aşağıda belirtildiği gibidir:

1. Kalifiye işçi eksikliği
2. Zayıf koordinasyon ve iletişim
3. Artan yeniden yapım işleri (denetim eksikliği)
4. Malzemelerin uygunsuz fazla/hor kullanımı

5. İşçilerde tecrübe eksikliği
6. Tasarımcının malzeme bilgisi eksikliği
7. Sahada inşaat sırasında oluşan atıklar için bir yönetim planının olmaması
8. Kötü işçilik
9. Son dakika müşteri isteklerinin değişmesi
10. Tasarımla ilişkili yapı detaylarında eksiklik ve detaylarda projeler arası uyumsuzluk

Önem sıralamasına göre yapım aşamasında yapısal atık oluşumunu etkileyen ilk on kriterin içerisinde 5 kriter işçilik hataları ile ilgili olması dikkat çekicidir.

Açıklayıcı faktör analizi sonuçlarına göre Türk inşaat sektöründe yapım aşamasında yapısal atık oluşumunu etkileyen *İşçi ve İşçilik hataları, Tasarım, Sözleşme ve Yönetişim Hataları, Saha Yönetimi ve İmalat hataları ve Dış Faktörler* olmak üzere 4 ana faktör belirlenmiştir.

#### **4.5.1. İşçi ve işçilik hataları**

Çalışma sonucunda elde edilen veriler doğrultusunda dikkatsizlikten kaynaklı hatalar, işçilerde tecrübe eksikliği, kötü işçilik, malzemelerin uygunsuz fazla/hor kullanımı, işçilerin eğitim eksikliği, işçilerin iş ahlakına aykırı davranışları, kalifiye işçi eksikliği, işçinin çalışma isteğinin olmaması, işçilerin vandalist davranışları, artan yeniden yapım işleri (denetim eksikliği), paydaşlar arasında iletişim eksikliği, ekonomik olmayan şekillerin kesilmesi, zaman baskısı kriterleri işçi hataları faktörü altında toplanmıştır.

Nagapan ve diğerleri, (2018) yaptığı çalışmada önem sırasına göre sırasıyla saha yönetimi eksikliği, müşteri istekleri nedeni ile son dakika tasarım değişiklikleri, malzemelerin ekonomik olmayan boyutlarda kesilmesi, imalat sırasında sürekli tasarım değişiklikleri olması, uygun olmayan ekipman kullanımı, işçilerin kötü tutumu, paydaşlar arası iletişim eksikliği, malzemelerin hatalı kullanımı, mühendisler arasındaki yanlış iletişim nedeni ile yeniden yapım işleri çıkması, malzemelerde az miktarda sipariş verememenin yapısal atık oluşumunun temel sebepleri olduğunu belirtmiştir.

Swinburne ve diğerleri, (2010) işçilerde eğitim eksikliği nedeniyle, Arşad ve diğerleri, (2017) ve Nagapan ve diğerleri, (2011) ise işçilerin beceri eksikliği nedeniyle yapısal atık oluştuğunu belirtmiştir. Ameh ve diğerleri, (2013) yanlış imalatlar nedeniyle yeniden yapım işlerinin çıkmasının yapısal atık oluşumunu etkilediğini belirtmiştir.

Literatürde konu ile ilgili yapılan benzer çalışmalar incelendiğinde bu çalışmanın sonuçlarıyla tutarlılık gösterdiği ifade edilebilir. Çalışmanın bu bulgusunun literatürdeki diğer çalışmalardan farklılaştığı nokta ise faktörün önem sıralamasında ortaya çıkmaktadır. Bu farklılaşmanın nedeninin ise yapılan araştırmaların farklı ülkelerde yapılmasından ve örneklem grubunun demografik farklılığından kaynaklandığı düşünülmektedir. Yapılan çalışmalarda elde edilen verilerin önem sıralaması değişse de bu çalışmanın bulgularının desteklendiği görülmektedir. Bu kapsamda Türk inşaat sektöründe yapının yapım aşamasında yapısal atık oluşumunu etkileyen faktörlerden biri olan işçi hatalarının yapısal atık oluşumunu etkilediği ve önlenmesi için stratejiler geliştirilmesi gerektiği belirlenmiştir.

#### **4.5.2. Tasarım, sözleşme ve yönetim hataları**

Çalışma sonucunda elde edilen veriler doğrultusunda gerekli malzeme miktarının yanlış tahmin edilmesi, gerekli malzeme miktarları için yanlış planlama, kullanılacak malzeme boyutları hakkında bilgi eksikliği, paydaşlar arası koordinasyon eksikliği nedeniyle malzeme sipariş hataları, son dakika müşteri isteklerinin değişmesi, bilgi eksikliği nedeniyle tasarım ve detay hataları, tasarımcının deneyim eksikliği, tasarımcının bilgi eksikliği, tasarımcının malzeme bilgisi eksikliği, tasarımın düşük kalitesi, yasal mevzuatlarda belirtilen standart ölçülere dikkat edilmemesi, tasarımla ilişkili yapı detaylarında eksiklik ve detaylarda projeler arası uyumsuzluk, şantiyede/sahada yapılan imalatların proje ve eklerine aykırı olması, sözleşme belgelerindeki eksikler/karmaşa, sık tasarım değişiklikleri kriterleri tasarım ve sözleşme hataları faktörü altında toplanmıştır.

Polat vd. (2004) tasarımda kullanılan malzemelerin özellikleri ve boyutları ile ilgili tasarımcının bilgi eksikliğinin veya yanlış bilgisinin olması, yapısal atık oluşturabilme miktarını dikkate almadan malzeme seçimi ve tasarımlarda yapılan değişikliklerin yapısal atık oluşumuna neden olduğunu belirtmişlerdir. Tasarım değişikliklerinin yapısal atık oluşumuna neden olduğunu Faniran ve diğerleri, (1998); Doust ve diğerleri, (2020); Sugiharto ve diğerleri, (2002) ve Nagapan ve diğerleri, (2012) de belirtmişlerdir. Luangcharoentral ve diğerleri, (2019) geç tasarım değişikliklerinin, Ahmet vd., (2018) sözleşme belgelerindeki değişiklikler ve karmaşanın, Ahajj ve diğerleri, (2011) tasarımın kötü ve yetersiz olmasının yapım aşamasında yapısal atık oluşumuna etkisi olduğunu belirtmişlerdir.

Literatürdeki çalışmaların bu çalışmada elde edilen verileri doğruladığı görülmektedir. Bu kapsamda Türk inşaat sektöründe yapının yapım aşamasında yapısal atık oluşumunu etkileyen faktörlerden biri olan tasarım ve sözleşme hatalarının yapısal atık oluşumunu etkilediği ve önlenmesi için stratejiler geliştirilmesi gerektiği belirlenmiştir.

#### **4.5.3. Saha yönetimi ve imalat hataları**

Çalışma sonucunda elde edilen veriler doğrultusunda malzeme boşaltma sırasında yetersiz koruma, malzeme boşaltma esnasında özensiz davranılması, uygulama noktasından uzakta depolanma, tedarikçi hataları (tedarikçinin yanlış/ayıplı ürün sevkiyatı, tedarikçinin istenen üründen farklı bir ürün göndermesi), depolama noktasından uygulama alanına kadar yanlış taşıma yöntemleri, kullanılmayan malzeme ve ürünler, sahada israfa yol açan gereksiz miktarda ürün, malzeme nakliye sürecinde malzemenin hasar görmesi, uygun olmayan verimsiz malzeme boşaltma yöntemi, yanlış depolama yöntemleri, ambalajı gevşek biçimde tedarik edilen malzemeler, hasara veya bozulmaya neden olan uygun olmayan saha depolama alanı, malzeme ihzaratının yapıp yapılmadığının kontrolünün eksikliği, zayıf koordinasyon ve iletişim, sık sipariş değişiklikleri, müteahhitten veya şantiye şefinin şartnameye aykırı ürün satın alımı/kötü malzeme temin etmesi, sahada inşaat sırasında oluşan atıklar için bir yönetim planının olmaması kriterleri saha planlaması ve imalat hataları faktörü altında toplanmıştır.

Ahmet ve diğerleri, (2018) yapısal atık oluşumunun temel sebeplerinin müteahhit şirketlerinin ekonomik durumunun, sözleşme belgelerindeki değişiklikler, paydaşlar arasında zayıf iletişim, uygun olmayan imalat yöntemleri, malzeme taşıma yöntemleri ve saha planlamasının kötü olduğunu belirtmiştir.

Nagapan ve diğerleri, (2018)' e göre saha yönetiminin yetersizliği daha fazla yapısal atık oluşumuna neden olmaktadır.

Literatürdeki çalışmalarında saha planlaması ve imalat hatalarına faktörü altındaki kriterleri doğruladığı görülmektedir. Bu kapsamda Türk inşaat sektöründe yapının yapım aşamasında yapısal atık oluşumunu etkileyen faktörlerden biri olan saha planlaması ve imalat hatalarının yapısal atık oluşumunu etkilediği ve önlenmesi için stratejiler geliştirilmesi gerektiği belirlenmiştir.

#### 4.5.4. Dış faktörler

Çalışma sonucunda elde edilen veriler doğrultusunda kriterleri malzemelerin anormal aşınması, malzeme fiyatındaki değişiklikler, teslimat araçlarının şantiyeye girmesinde yaşanan zorluklar, ekipman arızası, işçilerin fazla mesai yapması, 3. şahısların neden olduğu hasarlar, ihtiyaçtan fazla sipariş verilmesi (az sipariş verememe), sahada hırsızlık, hava şartları diğer faktörler altında toplanmıştır.

Doust ve diğerleri, (2020) yapım aşamasında yapısal atık oluşum nedenlerinin saha kazaları ve kötü hava şartları olduğunu belirtmiştir. Nagapan ve diğerleri, (2011) de kötü hava şartlarının yapısal atık oluşumuna neden olduğunu belirtmiştir. Sweis ve diğerleri, (2021) yapım aşamasında yapısal atık oluşumunu sahada hırsızlık ve vandalizmden, ekipman arızasından ve kötü hava şartlarından kaynaklandığını belirtmiştir.

Literatürdeki çalışmalar elde edilen bilgileri doğrulamaktadır. Bu kapsamda Türk inşaat sektöründe yapının yapım(inşaat) aşamasında yapısal atık oluşumunu etkileyen faktörlerden biri olan diğer faktörler yapısal atık oluşumunu etkilediği ve önlenmesi için stratejiler geliştirilmesi gerektiği belirlenmiştir.

## 5. SONUÇ VE ÖNERİLER

### 5.1. Sonuçlar

Günümüzde yapısal atık oluşumunun giderek artıyor olması ve yapısal atıkların hem çevreye hem de ülkelerin ekonomisine zarar vermesi nedeniyle yapısal atıkların oluşum nedenleri tüm Dünya’da araştırılan bir sorun haline gelmiştir. Şehirleşmenin artmasıyla artan yapısal atık miktarı dünya nüfusunun hızla arttığı göz önünde bulundurulursa önlem alınmaması halinde ekolojik çevrenin kirlenmesi, hammadde kaynaklarının azalması, insanlarda çeşitli hastalıkların artması, depolama sahalarının yetersiz kalması gibi ciddi sorunlara sebep olacaktır. Belirtilen nedenlerle yapısal atıkların daha oluşmadan kaynağından azaltılması önem arz etmektedir. Bu kapsamda dünyada ülkeler mevzuatlarında düzenlemeler yapmaktadır. Bu çalışma sonucunda yapısal atıkların yapım aşamasında neden oluştuğu ve temel sebeplerinin ne olduğu belirlenmiş olduğundan inşaat sektörü paydaşlarına bir rehber olması öngörülmektedir.

Belirtilen sebeplerle bu çalışma kapsamında Türk inşaat sektöründe yapıların yapım aşamasında yapısal atık oluşumuna neden olan faktörlerin belirlenmesine yönelik katılımcılara uygulanan ankette, literatür taraması ile elde edilen 54 kritere yer verilmiştir. Anket yöntemiyle örneklem grubundan toplanan verilerin analizi ile elde edilen sonuçlara aşağıda yer verilmiştir.

Türk inşaat sektöründe yapı yapım (inşaat) aşamasında yapısal atık oluşumuna etki eden kriterler ortalama Göreceli Önem İndeksi ve faktör yükleri göz önünde bulundurularak 4 faktör belirlenmiştir. Belirlenen faktörler ve önem sıralaması;

1. Faktör yapısal atık oluşumuna etki eden İşçi ve İşçilik hataları
2. Faktör yapısal atık oluşumuna etki eden Tasarım, Sözleşme ve Yönetişim hataları
3. Faktör yapısal atık oluşumuna etki eden Saha Yönetimi ve İmalat hataları
4. Faktör yapısal atık oluşumuna etki eden Dış Faktörler.

Örneklem grubunun yapının inşaat aşamasında yapısal atık oluşumu ile ilgili değerlendirmeleri incelendiğinde:

- Türk inşaat sektöründe yapı inşaat aşamasında yapısal atık oluşumuna etki eden 54 kriterden “kalifiye işçi eksikliği” en önemli kriter olarak belirlenmiştir.

- Türk inşaat sektöründe yapı inşaat aşamasında yapısal atık oluşumuna etki eden 54 kriterden “ekipman arızası” en önemsiz kriter olarak belirlenmiştir.
- İşçi hataları ile ilgili kriterlerin yapı inşaat aşamasında yapısal atık oluşumuna tasarım ve sözleşme hataları, saha yönetimi ve imalat hataları ve dış faktörler ile ilgili kriterlerden daha fazla etkilediği belirlenmiştir.

## 5.2. Öneriler

Yapılan sistematik literatür taraması ve anket çalışmaları sonucunda elde edilen veriler doğrultusunda Türk inşaat sektöründe yapının inşaat (imalat) aşamasında yapısal atık oluşumunun önlenmesine çözüm yolu olarak geliştirilen öneriler aşağıda verilmiştir:

### 5.2.1. İşçi ve işçilik hatalarına ilişkin öneriler

Şantiyelerde kalifiye işçinin çalışmıyor olması imalatların hatalı yapılmasına, yanlış yapım teknikleri kullanılmasına, malzeme boyutlandırılması yapılırken fire vermeyecek şekilde ayarlanmasına neden olmaktadır. Kalifiye işçi çalıştırılmasının maliyeti kalifiye olmayan işçiye göre daha yüksek olduğundan tercih edilmeme nedeni olabilmektedir. Ancak bu durum hem yapısal atık oluşumunu hem de proje maliyetinin artmasına neden olmaktadır. Bu konuda müteahhitler şantiyede kalifiye işçi çalıştırılması konusunda bilgilendirilmelidir.

Kalifiye işçi çalıştırmamanın bir diğer neden ise sektörde kalifiye işçi bulmanın zorluğudur. Bu durumun düzeltilmesi de işçilere mesleki eğitim vermek ile mümkün olabilir. İşçilerde eğitim eksikliğinin olması çevre kirliliği, etige uygun davranış sergileme duyarlılığını azaltmaktadır. İşçilere eğitim zorunluluğu getirilmesi veya eğitim verilmesi bu gibi durumları en az seviyeye indirmek için faydalı olabilir.

İşçilerde tecrübe eksikliğinin olması imalat yapılırken nasıl yapılacağını bilmeme ve gelişigüzel imalat yapmaya veya malzemelerin gereğinden fazla kullanılmasına, malzemelerde yanlış kesimler sonucunda fire vermeye neden olabilmektedir bu da hatalı imalatların ortaya çıkmasına, tahmin edilenden fazla malzeme kullanımına, malzemelerin kullanılmayacak boyutlarda fire vermesine ve yeniden yapım işlerine neden olmaktadır. Yeniden yapım işlerine neden olan bir diğer kriterde sahada imalat denetimlerinin yetersizliğidir. Tecrübeli işçi tercih edilmesi ve

sıkı bir saha denetimi sayesinde hatalı imalatların önüne geçilip yeniden yapım işleri önlenebilir.

İşçilerin kullanılacak malzemelerin miktarını yanlış tahmin etmesi nedeniyle özellikle harçlarda, sıva, alçı işlerinde fazla malzeme oluşturmakta ve gün sonu geldiğinde kalan miktarı saha alanında atmaktadırlar. Bu durumda kalifiye, tecrübeli işçi çalıştırılması ve iyi, etkin saha yönetimi sayesinde önlenebilir.

İşçilerin iş ahlakına aykırı davranması ve vandalist davranışları, malzeme taşınımında malzeme dökülmelerine, kayıplarına, malzemelerin hor kullanımına neden olabilmektedir bu da eğitimsizlik ve saha denetiminin yetersizliği ile ilişkilidir. İşçilere verilecek eğitim ve sıkı saha denetimi sayesinde bu durum engellenebilir.

İşçilerin çalışma isteğinin olmaması veya zaman baskısının olması imalat yapımında kaliteli imalatın oluşmamasına, dikkatsizlikten kaynaklı hataların oluşmasına neden olabilmektedir. Güçlü bir saha planlaması ve yönetimi ile işçilere yapacakları imatlara uygun zaman ayrılması ve planlamanın en baştan bu şekilde yapılması daha sağlıklı ve kaliteli bir saha aşaması geçirilmesini sağlayacaktır.

Şantiye sırasında değişen bir tasarımların sahada çalışan işçilere geç aktarımı ilgili imalatın yapıldıktan sonra yıkılıp tekrar yapılmasına neden olabilmektedir. Paydaşlar arasında oluşan bu iletişim eksikliği yeniden yapım işlerinin oluşmasına, yıkım veya kırılmalar nedeniyle atık malzeme oluşmasına, kullanılan malzemelerin üzerine tekrar fazla malzeme kullanımlarına neden olabilmektedir. Paydaşlar arası kurulacak güçlü bir iletişim sistemi ile bu durumların önüne geçilmesi mümkündür.

İnşaat (imalat) aşmasında yapısal atık oluşumunu etkileyen bir diğer kriter ise işçilerin malzemeleri (parke, seramik, alçıpan, metal profiller, çelik çubuklar, duvar kâğıdı, duvar malzemesi, elektrik ve sıhhi tesisatlar için kullanılan borular, kalıp malzemesi vb.) ekonomik olmayan boyutlarda kesmeleri fazla kalan malzemelerin tekrar kullanılmamasına, fire vermesine ve sahada atık olarak son bulmasına neden olmaktadır. Bu durumun önüne geçebilmek mümkünse tasarımdaki boyutlara uygun malzeme siparişi verilmesi mümkün değilse tasarım göz önünde bulundurularak kesildikten sonra malzemelerin nasıl kullanılabileceği hesaplanarak ona göre kesilmesi ile mümkün olabilir.

### 5.2.2. Tasarım, sözleşme ve yönetim hatalarına ilişkin öneriler

Literatürde yapılan araştırma sonuçlarına göre yapısal atık oluşumuna neden olan faktörler arasında yer alan tasarım faktörünün en önemli kriterlerinden biri sık tasarım değişiklikleridir. Müşteri isteklerinin sık değişmesi ve bu durumun tasarıma yansması tüm projelerin birbirine uyumu konusunda uyumsuzluklara, kalitesiz ve detay eksikleri hataları bulunan tasarıma, çıkarılan metrajın sık değişmesine ve hatalı metraj çıkarılmasına, malzeme siparişlerindeki hatalara neden olabilir. Bu sebeplerin tümü de inşaat aşamasında yapısal atık oluşumunu etkilemektedir. Yapısal atık oluşumunun azaltılabilmesi için istenilen tasarıma karar verdikten sonra tasarımcıya başvurulması ve sonrasında tasarım sürecinin başlatılmasıdır. Tasarımcının da müşteri isteklerini iyi değerlendirmesi ve bu isteklere göre tasarımını yapması gerekmektedir.

Tasarım aşamasında alınan kararların ve sözleşme belgelerinin inşaat (imalat) aşamasında yapısal atık oluşumuna neden olduğu bilinmektedir. Tasarımcının tasarım bilgisi eksikliği, deneyim eksikliği ve malzeme bilgisi eksikliği hatalı tasarım ve projelendirmeye, uygun olmayan veya kullanılacak alanda bulunmayan malzemelerin projede kullanılmasına, müşteri isteklerinin tam belirlenememesine, yanlış malzemeyi yanlış alanda belirtmesine neden olabilmektedir. Bu durum yapı imalatı başladıktan sonra fark edildiğinde tasarım değişikliklerine (zaman kaybı), projeye göre sipariş edilen uygun olmayan zaman, maliyet ve atık artışını tetiklemektedir. Bu durumlar ile karşılaşmamak ve yapısal atık oluşumunu azaltabilmek için üniversitelerin mimarlık bölümlerinin eğitim planlarında tasarım yönetimi ve atık yönetimi ile ilgili derslere yer verilmesi isabetli olacaktır.

İmalatta kullanılacak malzemelerin metrajı çıkarılırken gerekli miktarın yanlış tahmin edilmesi fazla ürün alımına bu ürünlerinde sahada hasar almasına veya bozulmasına, saha alanına kullanılmayacak halde yayılmasına ve yapısal atık oluşmasına neden olabilir. Bu durumun önüne geçmek için malzeme metrajlarının profesyoneller tarafından iyi çıkarılması yapısal atık oluşumun azaltılmasına katkı sağlayacaktır.

Tasarımla ilişkili yapı detaylarında eksiklik ve detaylarda projeler arası uyumsuzluk olması sahada imalat aşamasında işçilerin istenenden farklı imalat yapmasına neden olabilmektedir. Bu hatalı imalatın erken aşamada fark edilmemesi imalatın sökülmesine yol açmakta ve kullanılmayacak ürünlerin atık olmasına neden olmaktadır. Ayrıca iki yapım işlemi gerçekleşmiş olduğundan gerekli miktar

malzemeye ek daha fazla malzeme kullanılmış olmaktadır. Tasarım ve projelendirme aşamasında dikkat edilmesi proje paydaşlarının iletişim halinde düzeltmeleri yapması bu durumun önüne geçecek ve yapısal atık oluşumunu engelleyecektir.

İnşaat aşamasında müşteri isteklerinin değişmesi sonucunda tasarımda oluşabilecek değişiklikler ve malzeme değişikliklerini müteahhittin şantiye şefine bu bilgiyi aktarmaması sonucunda yanlış ürün veya miktar siparişi verilebilir ve hatta bu yanlış ürünlerin uygulamasının bir kısmı yapılabilir. Yanlış ürün siparişinin sahaya gelip geri gönderilmesi nedeniyle bir miktar ürün hasar alacak ve kullanılamayacak hale gelip atık olacaktır. Yanlış kullanılan ürünün düzeltilmesi yapılırken arta kalan malzemeler atık olarak son bulacaktır. Bu durumun önüne geçilebilmesi için paydaşlar arası koordinasyonun tam olacağı bir sistem kurulması olumlu olacaktır.

Müşteri isteklerinin tam belirlenmeden projelerin çizilmesi; müşterinin inşaat başladıktan sonra isteklerinin değişmesi sonucunda bu değişiklikleri tasarımcı ile paylaşmadan projeleri mevzuata uygun hale getirmeden uygulaması veya çalışan işçilerin nitelikli işçilikten ödün vermesi ve onları yormayacak yöntemlere başvurmaları nedeniyle sahada yapılan imalatlar projelere uygun olmayabilir. İlgili idarelerin ve yapı denetim firmalarının şantiye kontrolleri sırasında fark edilmesi halinde Yapılan üretimlerin projeye uygun hale getirilmesi beklenir. Bu durum da imalatların sökümüne, yıkımına, demontajına neden olur ve ciddi bir miktarda yapısal atık oluşması ile sonuçlanır. Bu durumun önüne geçilebilmesi için değiştirilmek veya uygulanmak istenmeyen imalat, tasarımcı ile paylaşılmalı ve projelerin mevzuatlar çerçevesinde istenene uygun hale getirilmesi sağlanmalıdır. İşçilerin projeye aykırı davranmamalarını sağlamak için ise iyi bir saha yönetimi ve denetiminin olması gereklidir.

Yasal mevzuatlarda belirtilen standart ölçülere dikkat edilmemesi de sahada hatalı imalat gerçekleştirilmesine neden olmaktadır. İlgili idare ve kurumlarca düzeltilen bu yanlış uygulamalar ciddi miktarda yapısal atığın oluşmasına neden olmaktadır. Belirtilen nedenle tasarımcılara mevzuat eğitimi verilmesi bu durumun engellenmesini ve yapısal atık miktarını azaltmayı sağlayacaktır.

Sözleşme belgelerindeki eksikler/karmaşa istenenin yanlış anlaşılmasına ve yeniden yapım işlerinin ortaya çıkması veya siparişlerin yenilenmesine neden olabilmektedir. Bu durumun oluşmasını engellemek için sözleşmeler hazırlanırken zaman ayırılması, profesyoneller ile detaylı bir şekilde, şantiye şartları ve ürün tedarikleri göz önünde bulundurularak hazırlanması gerekmektedir.

### 5.2.3. Saha yönetimi ve imalat hatalarına ilişkin öneriler

Yapı malzemeleri ihrazat, şantiyede depolanması ve kullanılması sırasında birçok nedenden hasar görebilmektedir. Tasarım değişiklikleri nedeniyle sipariş edilen malzemelerin sürekli değişmesi yanlış malzeme gönderimlerine veya bu malzemelerin tedarikçiden sahaya gelip geri gönderilmelerinde malzemelerde hasarlara neden olabilmektedir. Tasarım aşamasında kullanılacak malzemelerin gözden geçirilerek son kararının verilmesi ve malzeme siparişi planlamasının buna göre yapılması yapısal atık oluşumunun azaltılması konusunda ciddi fayda sağlayabilmektedir.

Tedarikçinin gönderdiği ürünün istenen ürün olmaması, kalitesiz veya ayıplı ürün göndermesi de gelen malzemenin geri gönderilmesine veya kullanırken tahmin edilenden fazla fire vermesine neden olmaktadır. Tedarikçinin malzeme göndermeden önce saha şeflerinden son onayı aldıktan sonra göndermesi bu durumun yaşanmasına ve yapısal atık oluşumuna engel olacaktır.

Sipariş edilen malzemenin nakliye sürecinde malzemelerin niteliğine uygun koruma yapılmadan nakliye taşıtına yüklenmesi nedeni ile malzemede bir miktar hasar, deforme veya yolda gelirken dökülmeler oluşabilmektedir. Bunun önlenmesi için nakliye sürecinde malzemelerin taşıt içinde korunması gereklidir.

Sahaya gelen nakliye aracından malzeme boşaltılırken uygun olmayan boşaltma yöntemleri veya özensiz davranılması sonucunda ambalajların yırtılarak ürünlerin dökülmesine, malzemelerin kırılmasına ve malzemelerin bir kısmının kullanılmayacak hale gelmesine neden olmaktadır. Bu durumun önüne geçilebilmesi için şantiye şefinin saha denetimini sıkı yapması malzeme boşaltımı konusunda özenli davranılması gerektiği ile ilgili işçileri uyarması ve malzeme boşaltımını takip etmesi gerekmektedir.

Bazı şantiyelerde Saha içerisinde depolama alanı olmaması nedeniyle saha dışında bir yer malzeme depolaması için seçilebilmektedir. Bu durumda malzemelerin tekrar tekrar taşınmasına ve yanlış depolama yöntemleri nedeniyle her bir taşıma sırasında malzemelerde hasarlara neden olmasına yol açmaktadır. Depolama alanı için saha içerisinde bir alanın ayrılması bu durumun yaşanmaması ve yapısal atık oluşumunu engellemeyi sağlayacaktır. Ayrıca saha içerisinde olan depolama alanının da malzemelerin hava şartlarına, 3. Şahıslara, hırsızlıklara karşı kapalı ve güvenli alan olması gerekmektedir aksi takdirde uygun olmayan depolama malzemelerde aşınma, çalınmaya, hor kullanılmasına, bozulmaya, kırılmaya neden olmaktadır.

İnşaata başlamadan önce iyi bir iş planlaması yapılarak hangi malzemenin ne aşamada ve ne zaman kullanılmasının belirlenmesi gerekmektedir. Daha sonra iyi bir saha yönetimi ile ihtiyaç duyulan ürünlere ihtiyaç duyulacağı zaman sırasında sahaya getirilmesi sağlanmalıdır. Bu sayede depolama alanında yetersizlik sorunu oluşmayacak, sahada kalan ve kullanılmayı bekleyen malzemeler olmayacak ve malzemelerde hasar olmayacağı için yapısal atık oluşumu engellenmiş olacaktır.

Saha yönetimi paydaşları tarafından malzemelerin var olup olmadığı veya ihtiyaca yetecek kadar olup olmadığı kontrolünün yapılmaması (depo kontrolü) halinde sahaya fazladan ürün siparişi verilecek buda kullanılan malzemelerin bir müddet sonra sahada atık olarak son bulmasına neden olacaktır bu yüzden saha yönetimi paydaşları tarafından sıklıkla depo malzeme kontrolü yapılmalı, hasar gören malzemeler tespit edilmeli ve bu malzemelerin ne şekilde değerlendirileceği konusunda planlama yapılmalıdır.

Yapısal atıkların inşaat sırasında oluşması nedenlerinden biri de sahada atık planlamasının olmamasıdır. Atıklar azaltılabilir ancak bazı atıklar kaçınılmazdır (ambalaj vb.). İnşaat faaliyetleri başlamadan önce şantiyede bu atıkların depolanacağı konteynırların hazır olması, sahada bertaraf edilebilecek ürünlerin belirlenmesi ve sahada bertaraf yöntemlerinin belirlenmesi (saha dolgusu, bahçe peyzaj çalışması sırasında vb.), sahada bertaraf edilemeyen ürünlerin toplanarak mevzuatlar çerçevesinde depolama sahalarına gönderilmesinin planlanması gerekmektedir. Ancak inşaat sektörü paydaşlarının bu konuda bilinciz olması, devlet kurumları tarafından sıkı tedbirlerin alınmaması, atık planlarının maliyetli olabileceği düşüncesi olduğundan çok fazla yapılmamaktadır.

#### **5.2.4. Dış faktörlere ilişkin öneriler**

Malzemelerde uygun olmayan hava şartları, uygun olmayan depolanması sonucunda anormal aşınmalar olmakta (ör: sahada açıkta bırakılan çelik çubukların paslanması) ve malzemeler kullanılamaz hale gelerek yapısal atık olarak sahada kalmaktadır. Bu aşınmanın ve atık oluşumunun önüne geçilebilmesi için malzemelerin korunması, uygun biçimde depolanması, ihtiyaç kadar ürünün sahada bulundurulması gerekmektedir.

Malzeme fiyatlarındaki değişiklikler nedeniyle malzeme satın alımları ihtiyaçtan fazla yapılabilmekte ve fazla kalan malzemeler sahada atık olarak son bulmaktadır.

Bunun önüne geçilmesi doğru metraj çıkarılması ihtiyaç duyulan ürünlerin miktarının doğru tespit edilmesi ile mümkündür.

Şantiye yolları engebeli olduğu için malzeme teslimat araçlarının şantiyeye girmesi sırasında malzemelerde hasarlara neden olabilmektedir. Ayrıca bazı durumlarda şantiyeye giremediği için malzemelerin şantiye dışında bırakılması gerçekleştirilmektedir. Şantiye dışına bırakılan malzemelerin ikinci bir taşımaya maruz kalması sonucunda malzemelerde hasarlara ve yapısal atık oluşumuna neden olmaktadır. Bu durumun önüne geçilebilmesi için saha planlaması yapılırken sahaya girecek araçlarında düşünülmesi, depolama alanının bu yola yakın seçilmesi ve engebeli yolun mümkün olduğunca düzeltilmesi gereklidir.

İnşaat paydaşları dışında şantiye alanına giren 3. Şahıslar ve paydaşlar dahil saha alanında bulunan malzemelerin çalınmasına, kırılmasına, bozulmasına neden olabilmektedir. Bu durumun önüne geçilebilmesi için şantiyenin çevresinde ve içinde güvenlik önlemlerinin çok sıkı alınması gereklidir.

Şantiyede kullanılan ekipmanlardan en önemlilerinden biri malzeme asansörüdür. Malzeme asansörünün arızalanması sonucunda malzemelerin düşmesine ve kırılıp bozulmasına neden olabilmektedir. Asansörlerle taşınamayan malzemeler işçiler aracılığı ile metrelerce yüksekliğe taşınacağından taşıma sırasında malzemelerin zarar görmesine neden olabilmektedir. Şantiyede kullanılan ekipmanların bakım ve onarımlarına dikkat edilerek bu durumun önüne geçilebilir.

İşçilerin taşeron firma/müteahhit veya ustabaşları tarafından fazla mesaiye zorlanması çalışma isteklerini kaybetmelerine, yorulmalarına neden olabilmekte bu durum yapılacak imalatların kötü ve kalitesiz olmasına yol açmaktadır. İşçilerin mesailerinin planlanması yapılırken çalışma istekleri ve yorgunluk durumları göz önünde bulundurularak yapılmalıdır.

Bu tez çalışmasıyla Türk inşaat sektöründe inşaat (imalat) aşamasında yapısal atık oluşumuna neden olarak belirlenen 4 faktörün minimize edilmesi için yukarıda belirtilen önerilerle mümkün olabilecektir. Böylece yapısal atık oluşumunu en aza indirmek, inşaat projelerinde performansı artıracak, çevre kirliliğini, hammadde kullanımını azaltarak ve ülke ekonomisine katkı sağlayacaktır.

## KAYNAKÇA

- Abidin, N. A. Z., Ghani, A. H. A., Mohammad, H. (2020). *Identifying The Environmental Strategies In Construction Site For Malaysian Contractors In Johor*. IOP Conference Series: Earth and Environmental Science, 498(1), 19-20. <https://doi.org/10.1088/1755-1315/498/1/012108>
- Adeyemi, T. O., Odesola, I. A. (2015). *Factors Affecting Material Waste On Construction Sites In Nigeria*. Journal of Engineering and Technology, 6(1), 82-99.
- Afolabi, A., Fagbenle, O., Tunji-Olayeni, P., Abimbola, O. (2017). *Development Of An On-Site Builder's Estimating App For Construction Waste Reduction*. Proceedings Of The International Conference On Computing Networking And Informatics (pp. 1-9). Iccni 2017. <https://doi.org/10.1109/ICCNI.2017.8123770>
- Ahmad, A. C., Husin, N. I., Zaiol, H., Abdul Tharim, A. H., Ismail, N. A, Ab Wahid, A. M. (2014). *The Construction Solid Waste Minimization Practices Among Malaysian Contractors*. EDP Sciences, 15(2), 1-9. <https://doi.org/10.1051/mateconf/20141501037>
- Ajayi, S. O., Oyedele, O. O., Bilal, M., Akinade, O. O., Alaka, H. A., Owolabi, H. A. (2017). *Critical Management Practices Influencing On-Site Waste Minimization In Construction Projects*. Waste Management, 59(1), 330-339, <https://doi.org/10.1016/j.wasman.2016.10.040>
- Alwi, S., Hampson, K., Mohamed, S. (2002). *Non Value-Adding Activities In Australian Construction Projects*. In Proceedings International Conference on Advancement in Design (pp. 270-278). Construction Management and Maintenance of Building Structure.
- Bajjou, Ms., Chafi, A. (2019). *Identifying And Managing Critical Waste Factors For Lean Construction Projects*. Engineering Management Journal. 32(1), 2-13. <https://doi.org/10.1080/10429247.2019.1656479>
- Begum, R. A., Siwar, C., Pereira, J. J., Jaafar, A. H. (2006). *A Benefit-Costanalysis On The Economic Feasibility Of Construction Waste Minimisation: The Case Of Malaysia*. Resources Conservatin And Recycling. 48(1), 86-98. <https://doi.org/10.1016/j.resconrec.2006.01.004>
- Bekr, G. A. (2014). *Study Of The Causes And Magnitude Of Wastage Of Materials On Construction Sites In Jordan*. Journal of Construction Engineering, 2014(1), 1-6. <https://doi.org/10.1155/2014/283298>
- Bialko, M., Hola, B. (2021). *Identification of Methods of Reducing Construction Waste in Construction Enterprises Based on Surveys*. Sustainability. 13(17), 1-13. <https://doi.org/10.3390/su13179888>
- Blaisi, NI. (2019). *Construction And Demolition Waste Management In Saudi Arabia: Current Practice And Roadmap For Sustainable Management*. Journal Of Cleaner Production. 221(1), 167-175. <https://doi.org/10.1016/j.jclepro.2019.02.264>.
- Bossink, B. A. G., Brouwers, H. J. H. (1996). *Construction Waste: Quantification And Source Evaluation*. Journal Of Construction Engineering And Management-Asce. 122(1), 55-60. [https://doi.org/10.1061/\(ASCE\)0733-9364\(1996\)122:1\(55\)](https://doi.org/10.1061/(ASCE)0733-9364(1996)122:1(55))
- Carmo, D. D., Maia, N. D., Guimaraes, C. (2013). *Evaluation Of The Typology Of Construction Waste Delivered To Processingplants In Belo Horizonte, Brazil*. Engenharia Sanitaria E Ambiental. 17(2), 187-192. <https://doi.org/10.1590/S1413-41522012000200008>
- Cha, H. S., Kim, J., Han, J. H. (2009). *Identifying And Assessing Influence Factors On Improving Waste Management Performance For Building Construction Projects*.

- Journal Of Construction Engineering And Management-Asce. 101(3), 73-83.  
<https://doi.org/10.1016/j.resconrec.2015.05.003>
- Ding, Z. K., Zhu, M., Tam, V. W. Y., Yi, G., Tran, G. N. N. (2018). *A System Dynamics-Based Environmental Benefit Assessment Model Of Construction Waste Reduction Management At The Design And Construction Stages*. Journal Of Cleaner Production. 176(1), 676-692. <https://doi.org/10.1016/j.jclepro.2017.12.101>.
- Doust, K., Battista, G., Rundle, P. (2020). *Front-End Construction Waste Minimization Strategies*. Australian Journal Of Civil Engineering. 19(1), 1-11. <https://doi.org/10.1080/14488353.2020.1786989>
- Du, L., Xu, H., Zuo, J. (2021) *Statusquo of Illegal Dumping Research: Way Forward*. Journal of Environmental Management. 190(2), 112601. <https://doi.org/10.1016/j.jenvman.2021.112601>
- Ekanayake, L., Ofori, G. (2000). *Construction Material Waste Source Evaluation*. Proceedings of the 2nd South African Conference on Sustainable Development in the Built Environment (pp. 1-8). Strategies for a Sustainable Built Environment
- Erdinç, O., Yetilmezsoy, K. (2017). *Analysis Of Reasons And Amount Of Construction And Demolition Wastes: The Case Of Istanbul (Turkey)*. Fresenius Environmental Bulletin. 26(1018-4619), 3560-3568.
- Filipova, M., Zheleva, I., Hvachilkova, D. (2020). *Preliminary Analysis Of Construction And Demolition Waste Management in Bulgaria*. Application Of Mathematics in Technical And Natural Sciences (Amitans 2020). 2302(1), 060003. <https://doi.org/10.1063/5.0033798>.
- Formoso, C. T., Soibelman, L., Cesare, C. D., Isatto, E. L., Asce, M. (2002). *Material Waste In Building Industry: Main Causes And Prevention*. Journal Of Construction Engineering And Management-Asce. 128(4), 316-325. [https://doi.org/10.1061/\(ASCE\)0733-9364\(2002\)128:4\(316\)](https://doi.org/10.1061/(ASCE)0733-9364(2002)128:4(316)).
- Gangoellis, M., Casal, M., Gasso, S., Forcada, N., Roca, X., Fuertes, A. (2009). *A Methodology For Predicting The Severity Of Environmental Impacts Related To The Construction Process Of Residential Buildings*. Building And Environment. 44(3), 558-571. <https://doi.org/10.1016/j.buildenv.2008.05.001>
- Gangoellis, M., Casals, M., Forcada, N., Macarulla, M. (2014). *Analysis Of The Implementation Of Effective Waste Management Practices In Construction Projects And Sites*. Resources Conservation And Recycling. 93(1), 99-111. <https://doi.org/10.1016/j.resconrec.2014.10.006>
- Gavilan R. M., Bernold L. E. (1994). *Source Evaluation Of Solid Waste In Building Construction*. Journal of Construction Engineering and Management 120(3), 536-552. [https://doi.org/10.1061/\(ASCE\)0733-9364\(1994\)120:3\(536\)](https://doi.org/10.1061/(ASCE)0733-9364(1994)120:3(536))
- Ghafourian K, Mohamed Z, Ismail S, Malakute R, Abolghasemi M. (2016). *Current Status of the Research on Construction and Demolition Waste Management*. Indian Journal of Science and Technology. 9(35), 1-9. <https://dx.doi.org/10.17485/ijst/2016/v9i35/96231>
- Ghafourian, K., Ismail, S., Mohamed, Z. (2018). *Construction And Demolition Waste: Its Origins And Causes*. Advanced Science Letters. 24(6), 4132-4137. <https://doi.org/10.1166/asl.2018.11557>
- Guvel, ST., Karataş, I. (2021). *Diversification of Rebarst And Ardlenghts and Optimization To Reducerebar Waste Rate*. Journal of the Faculty of Engineering and Architecture Of Gazi University. 36(4), 2197-2208.
- Hasmori, Mf., Zin, AFM., Nagapan, S., Deraman, R., Abas, N., Yunus, R., Klufallah, M. (2020). *The On-Site Waste Minimization Practices For Construction Waste*. IOP

- Conference Series: Materials Science and Engineering 713(1), 1-12.  
<http://dx.doi.org/10.1088/1757-899X/713/1/012038>
- Hassan, S. H., Aziz, H. A., Hamid, M. S. A., Zakariah, Z., Musir, A. A. (2020). *Quantification Study For Construction Waste Generation In Housing Project*. Iop Conference Series-Earth And Environmental Science. 616(1), 1-5. <http://dx.doi.org/10.1088/1755-1315/616/1/012017>
- Hou, L., Tan, Y., Luo, W., Xu, S., M. A. O., C., Moon, S. (2020). *Towards A More Extensive Application Of Off-Site Construction: A Technological Review*. International Journal Of Construction Management. 22(4), 1-12.  
<http://dx.doi.org/10.1080/15623599.2020.1768463>
- Janani, R vd. (2021). *A Critical Literature Review on Minimization of Material Wastes in Construction Projects*. Materials Today-Proceedings. 37(2), 3061-3065.  
<https://doi.org/10.1016/j.matpr.2020.09.011>
- Jin, R., Yuan, H., Chen, Q. (2019). *Science Mapping Approach To Assisting The Review Of Construction And Demolition Waste Management Research Published Between 2009 And 2018*. Resources Conservation And Recycling. 140(1), 175-188.  
<https://doi.org/10.1016/j.resconrec.2018.09.029>
- Khaleel, T., Al-Zubaidy, A. (2018). *Major Factors Contributing To The Construction Waste Generation In Building Projects Of Iraq*. Matec Web Of Conferences. 162(1), 1-6.  
<https://doi.org/10.1051/mateconf/201816202034>
- Killingsworth, J., Mehany, MS., Ladhari, H. (2021). *General Contractors' Experience Using Off-Site Structural Framing Systems*. Construction Innovation-England. 21(1), 40-63.  
<https://doi.org/10.1108/CI-05-2019-0038>
- Kim, Yc., Zhang, Yl., Park, Wl., Cha, Gw., Kim, Jw., Hong, Wh. (2019). *Analysis Of Waste Generation Characteristics During New Apartment Construction-Considering The Construction Phase*. International Journal Of Environmental Research And Public Health. 16(18), 1-15. <https://doi.org/10.3390/ijerph16183485>
- Kolaventi, S. S., Tezeswi, T. P., Siva Kumar, M. V. N. (2018). U.P. Singh ve G.L.S Babu. *A Modeling Approach To Construction Waste Management*. Urbanization Challenges In Emerging Economies, (1) içinde (11-20). ASCE
- Kolaventi, SS., Momand, H., Tadepalli, T. (2020). *Construction Waste in India: A Structural Equation Model For Identification of Causes*. Proceedings of the Institution Of Civil Engineers-Engineering Sustainability. 173(6), 1-10.  
<http://dx.doi.org/10.1680/jensu.19.00047>
- Kulatunga, D., Amaratunga, R., Haigh, R., Rameezdeen, R. (2006). *Attitudes And Perceptions Of Construction Workforce On Construction Waste In Sri Lanka*. Management of Environmental Quality. 17(1), 57- 72. <http://dx.doi.org/10.1108/14777830610639440>
- Lam, Pt., Yu, Atw., Poon, Cs., Wu, Z. (2019). *Methodology For Upstream Estimation Of Construction Waste For New Building Projects*. Journal Of Cleaner Production. 230, 1003-1012. <https://doi.org/10.1016/j.jclepro.2019.04.183>
- Latif, Q. B. A. I., Al Batashi, L. B. A., Qureshi, K. L. (2020). *Oman Construction Industry Prospective On Cause Of Construction Material Waste*. International Journal Of Integrated Engineering. 12(1), 243-252.
- Liu, J., Wang, Y., Lin, Y. (2012). *Critical Success Factors For Construction And Demolition Waste Management In Pearl River Delta Of China*. Applied Mechanics and Materials. 174(177), 3245-3252. <https://doi.org/10.4028/www.scientific.net/AMM.174-177.3245>

- Liu, Y., Sun, T, Yang, L. (2018). *Evaluating The Performance And Intellectual Structure Of Construction And Demolition Waste Research During 2000-2016*. Environmental Science And Pollution Research. 24, 19259-19266.
- Llatas, C. (2011). *A Model For Quantifying Construction Waste In Project Saccording To The European Waste List*. Waste Management. 31(6), 1261-1276. <https://doi.org/10.1016/j.wasman.2011.01.023>.
- Lu, W. Yuan, H. (2011). *A Framework For Understanding Waste Management Studies In Construction*. Waste Management. 31(6), 1252-1260. <https://doi.org/10.1016/j.wasman.2011.01.018>.
- Lu, W., Bao, Z., Lee, W. M. W., Chi, B., Wang, J. (2021). *An Analytical Frame Work Of "Zero Waste Construction Site": Two Case Studies of Shenzhen, China*. Waste Management. 121(15), 343-353. <https://doi.org/10.1016/j.wasman.2020.12.029>.
- Mahamid, I. (2020). *Impact Of Rework On Material Waste In Building Construction Projects*. International Journal Of Construction Management. 22(8), 1500-1507. <https://doi.org/10.1080/15623599.2020.1728607>.
- Mahpour, A., Mortaheb, M. M. (2018). *Financial-Based Incentive Plan To Reduce Construction Waste*. Journal Of Construction Engineering And Management. 144(5):04018029. [https://doi.org/10.1061/\(ASCE\)CO.1943-7862.0001461](https://doi.org/10.1061/(ASCE)CO.1943-7862.0001461).
- Malia, M., Brito, J. D., Pinheiro, M. D., Bravo, M. (2013). *Construction And Demolition Waste Indicators*. Waste Management & Research. 31(3), 241-255. <https://doi.org/10.1177/0734242X12471707>.
- Maniam, H., Nagapan, S., Abdullah, A. H, Subramaniam, S., Sohu, S. (2018). *A Comparative Study Of Construction Waste Generation Rate Based On Different Construction Methods On Construction Project In Malaysia*. Engineering Technology & Applied Science Research. 8(5), 3488-3491. <https://doi.org/10.48084/etasr.2340>.
- Mawed, M., Alnuaimi, M., Kashwani, G. (2020). *Construction And Demolition Waste Management In The Uae: Application And Obstacles*. International Journal Of Geomate. 18(70), 235-245. <http://dx.doi.org/10.21660/2020.70.45101>.
- Nagapan, S., Kaliannan, S., Abdullah, A., Sohu, S., Deraman, R., Hasmori, M. F., Abas, N. H. (2018). *Preliminary Survey On The Crucial Root Causes Of Material Waste Generation In Malaysian Construction Industry*. Engineering Technology & Applied Science Research. 8(6), 3580-3584. <https://doi.org/10.48084/etasr.2388>.
- Nautiyal, H., Shree, V., Khurana, S., Kumar, N. (2015). S. Muthu, *Recycling Potential Of Building Materials: A Review*. Environmental Implications Of Recycling And Recycled Products. (1) içinde (31-50). Springer.
- Nghiem, H. T., Phan, Q. M., Kawamoto, K., Ngo, K. T., Nguyen, H. G. (2020). *An Investigation of the Generation and Management of Construction and Demolition Waste Invietnam*. Detritus.12(1), 135-149. <http://dx.doi.org/10.31025/2611-4135/2020.14002>.
- Oguntona, O. A., Aigbavboa, C. O., Mulongo G. N. (2019). *An Assessment Of Lean Construction Practices In The Construction Industry*. Advances In Human Factors, J.C.C. Falcao, Advance In Factors, Sustainable Urban Planning And Infrastructure.(788) içinde (524-534). Springer.
- Osman, N. A., Hashim, M. A. S., Pok, J. H. (2017). *Contractors' Perspective On Material Waste Reduction In Kuala Lumpur*. Pertanika Journal Of Science And Technology. 25(8), 47-54.

- Osmani, M., Glass, J., Price, Adf. (2008). *Architects' Perspectives On Construction Waste Reduction By Design*. *Waste Management*. 28(7), 1147-1158. <https://doi.org/10.1016/j.wasman.2007.05.011>.
- Patel S., Patel A. P. C. (2016). *Cost Optimization Of The Project By Construction Waste Management*. *International Research Journal of Engineering and Technology (IRJET)*. 3(5), 734-740.
- Polat, G., Damcı, A., Türkoğlu, H., Gürgün, A. P. (2017). *Identification Of Rootcauses Of Construction And Demolition (C&D) Waste: The Case Of Turkey*. Creative Construction Conference 2017, CCC 2017. Book Series: Procedia Engineering. 197(1), 948-955. <https://doi.org/10.1016/j.proeng.2017.08.035>.
- Rahman, I. A. Nagapan, S., Asmi, A. (2014). *Initial PLS Model Of Construction Waste Factors*. *2nd International Conference On Innovation*. Management And Technology Research. Book Series: Procedia Social And Behavioral Sciences. 129(1), 469-474. <https://doi.org/10.1016/j.sbspro.2014.03.702>.
- Reid, J. M., Hassan, K. E., Al-Kuwari, M. B. S. (2016). *Improving The Management Of Construction Waste In Qatar*. *Proceedings Of The Institution Of Civil Engineers-Waste and Resource Management*. 169(1), 21-29. <https://doi.org/10.1680/warm.14.00016>.
- Rondinel-Oviedo, DR. (2021). *Construction and Demolition Waste Management in Developing Countries: A Diagnosis From 265 Construction Sites in The Lima Metropolitan Area*. *International Journal Of Construction Management*. 23(1), 1-1. <http://dx.doi.org/10.1080/15623599.2021.1874677>.
- Saez, P. V., Merino, M. D. R., Amores, C. P., González, A. S. (2014). *Assessing The Accumulation Of Construction Waste Generation During Residential Building Construction Works*. *Resources Conservation And Recycling*. 93(1), 67-74. <https://doi.org/10.1016/j.resconrec.2014.10.004>.
- Saidu, I., Shakantu, W. (2016). *The Contributions Of Construction Material Wasteto Project Cost Overruns In Abuja, Nigeria*. *Acta Structilia*. 23(1), 99-113. <https://doi.org/10.18820/24150487/as23i1.4>.
- Salgın, B., Coşgun, N., Ipekçi, C. A., Karadayı, T. T. (2020). *Turkish Architects' Views On Construction And Demolition Waste Reduction In The Design Stage*. *Environmental Engineering and Management Journal*. 19(3), 439-452. <http://dx.doi.org/10.30638/eemj.2020.042>.
- Sapuay, S. E. (2016). *Construction Waste -Potentials And Constraints*. *Procedia Environmental Sciences*. 35(1), 714-722. <https://doi.org/10.1016/j.proenv.2016.07.074>.
- Senaratne, S. & Wijesiri, D. (2008). *Lean Construction As A Strategic Option: Testing Its Suitability And Acceptability In Sri Lanka*. *Lean Construction Journal*, 2008(1), 34-48. <http://handle.uws.edu.au:8081/1959.7/527924>.
- Siregar, AM., Kustiani, L. (2019). *Contractors' Perception On Construction Waste Management Case Study In The City Of Bandar Lampung*. *Iop Conference Series-Earth And Environmental Science*. 245(1), 1-5. <http://dx.doi.org/10.1088/1755-1315/245/1/012035>.
- Su, S., Li, S., Ju, J., Wang, Q., Xu, X. (2021). *A Buildingin Formation Modeling-Based Tool Forestimating Building Demolition Waste and Evaluating Its Environmental impacts*. *Waste Management*. 134(1), 159-169. <https://doi.org/10.1016/j.wasman.2021.07.025>.
- Sweis, G. J., Hiari, A., Thneibat, M., Hiyassat, M., Abu-Khader, W. S., Sweis, R. J. (2021). *Understanding The Causes of Material Wastage in The Construction Industry*. *Jordan Journal Of Civil Engineering*. 15(2), 180-192.

- Tambovceva, T., Urbane, V., Ievins, J. (2020). *Innovations In Construction Waste Management: Case Of Latvia*. Marketing and Management Of Innovations. 2020(3), 234-248. <http://dx.doi.org/10.21272/mmi.2020.3-17>.
- Teixeira, E. D. C., González, M. A. S., Heineck, L. F. M., Kern, A. P., Bueno, G. M. (2020). *Modelling Waste Generated During Construction Of Buildings Using Regression Analysis*. Waste Management & Research. 38(8), 857-867. <https://doi.org/10.1177/0734242X19893012>.
- Umar, U. A., Shafiq, N., Malakahmad, A., Nuruddin, M., Salihi, I. U. (2016). *Ranking Of Principal Causes Of Construction Waste For Malaysian Residential Project*. Proceedings of the 3rd International Conference on Civil (pp. 163-167). Offshore and Environmental Engineering.
- Vasudevan, G. (2019). *Study On Adoption Of Building Information Modelling In Reducing Construction Waste In Malaysia*. Iop Conference Series-Earth And Environmental Science 358(4), 1-7. <https://doi.org/10.1088/1755-1315/358/4/042002>.
- Vilventhan, A., Sugumaran, s., Ram, V. G. (2019). *Value Stream Mapping For Identification And Assessment Of Material Waste In Construction: A Case Study*. Waste Management & Research. 37(8), 518-825. <https://doi.org/10.1177/0734242X19855429>.
- Wahab, A., Lawal, A. (2011). *An Evaluation Of Waste Control Measures In Construction Industry In Nigeria*, African Journal of Environmental Science and Technology. 5(3), 246-254. <http://dx.doi.org/10.4314/ajest.v5i3.71933>.
- Wang, Q., Chen, L., Hu, R., Ren, Z., He, Y., Liu, D., Zhou, Z. (2020). *An Empirical Study On Waste Generation Rates At Different Stages Of Construction Projects In China*. Waste Management & Research. 38(4), 433-443. <https://doi.org/10.1177/0734242x19886635>.
- Wang, J.Y., Wang, J., Tam, V. W. Y. (2008). *An Investigation Of Construction Wastes: An Empirical Study In Shenzhen*. Journal of Engineering, Design and Technology. 6(3), 227-236. <http://dx.doi.org/10.1108/17260530810918252>.
- Wu, Z., Yu, A. T. W., and Shen, L. (2017). *Investigating the determinants of contractor's construction and demolition waste management behavior in Mainland China*. Waste Management. 60, 290-300.
- Yang, B. X., Song, X., Yuan, H., Zuo, J. (2020). *A Model For Investigating Construction Workers' Waste Reduction Behaviors*. Journal Of Cleaner Production 265(1), 1-16. <https://doi.org/10.1016/j.jclepro.2020.121841>.
- Yu, A. T. W., Mok, K. S. H., Wong, I. (2021). *Minimisation and Management Strategies For Refurbishment and Renovation Waste in Hong Kong*. Engineering Construction and Architectural Management. 30(2), 869-888. <http://dx.doi.org/10.1108/ECAM-02-2021-0113>.
- Yu, A. T. W., Wong, I., Wu, Z., Poon, C. (2021). *Strategies For Effective Waste Reduction and Management Of Building Construction Projects in Highly Urbanized Cities-A Case Study of Hong Kong*. Buildings. 11(5), 214-228. <https://doi.org/10.3390/buildings11050214>.
- Zeng, N., Liu, Y., König, M. (2018). *Investigating The Relationship Between Construction Supply Chain Integration And Sustainable Use Of Material: Evidence From China*. Sustainability. 10(10), 1-17. <https://doi.org/10.3390/su10103581>.
- URL-1. Hafriyat Toprağı, İnşaat ve Yıkıntı Atıklarının Denetimi. (t.b.). *İstanbul Büyükşehir Belediyesi Çevre Koruma ve Kontrol Dairesi Başkanlığı*, (2008). <https://cevre.ibb.istanbul/cevre-koruma-sube-mudurlugu/hafriyat-topragi-insaat-ve-yikinti-atiklarinin-denetimi/>

- URL-2. Ev Tadilatı. (t.b.). *Acumen Interior*. <https://tr.acumeninterior.com/7910054-remont-domu-bez-czego-nie-rozpoczniesz-remontu>
- URL-3. Bina Yıkımı. *Insapedia*, (2020). <https://insapedia.com/bina-yikimi-yikim-yontemleri-ve-makinalari-yikim-projesi/>
- URL-4. Artçı Deprem Değil. *Hürriyet*, (2023). <https://www.hurriyet.com.tr/bilgi/galeri-depremde-yikilan-bina-var-mi-son-dakika-hatayda-6-4-ve-5-8-buyuklugunde-yeni-deprem-meydana-geldi-42222896/5>



## EKLER

### EK-1: Anket formu

| Yapı İnşaat Aşamasında Yapısal Atıkların Oluşumuna aşağıdaki faktörlerin ne düzeyde sebep olduğunu düşünüyorsunuz?     | Kesinlikle Katılmıyorum | Katılmıyorum | Kararsızım | Katılıyorum | Kesinlikle Katılıyorum |
|--|-------------------------|--------------|------------|-------------|------------------------|
| Sık Tasarım Değişiklikleri   |                         |              |            |             |                        |
| Tasarımcının Bilgi Eksikliği   |                         |              |            |             |                        |
| Tasarımın Düşük Kalitesi   |                         |              |            |             |                        |
| Yasal mevzuatlarda Belirtilen Standart Ölçülere Dikkat Edilmemesi  |                         |              |            |             |                        |
| Zayıf Koordinasyon ve İletişim   |                         |              |            |             |                        |
| Tasarımcının Deneyim Eksikliği   |                         |              |            |             |                        |
| Tasarımcının Malzeme Bilgisi Eksikliği   |                         |              |            |             |                        |
| Sözleşme Belgelerindeki Eksikler/Karmaşa   |                         |              |            |             |                        |
| Son Dakika Müşteri İsteklerinin Değişmesi  |                         |              |            |             |                        |
| Tasarımla İlişkili Yapı Detaylarında Eksiklik ve Detaylarda Projeler Arası Uyumsuzluk                                  |                         |              |            |             |                        |
| Şantiyede/sahada yapılan imalatların proje ve eklerine aykırı olması   |                         |              |            |             |                        |
| Bilgi eksikliği nedeniyle Tasarım ve Detay Hataları  |                         |              |            |             |                        |
| Paydaşlar arası koordinasyon eksikliği nedeniyle Malzeme Sipariş Hataları  |                         |              |            |             |                        |
| Gerekli Malzeme Miktarının Yanlış Tahmin Edilmesi  |                         |              |            |             |                        |
| Müteahhittin veya Şantiye şefinin Şartnameye Aykırı Ürün Satın Alımı/Kötü malzeme temin etmesi                         |                         |              |            |             |                        |
| Tedarikçi Hataları (tedarikçinin yanlış/ayıplı ürün sevkiyatı, tedarikçinin istene üründen farklı bir ürün göndermesi) |                         |              |            |             |                        |
| Malzeme Fiyatındaki Değişiklikler  |                         |              |            |             |                        |
| İhtiyaçtan Fazla Sipariş Verilmesi (az sipariş verememe)   |                         |              |            |             |                        |
| Sık Sipariş Değişiklikleri   |                         |              |            |             |                        |
| Malzeme nakliye sürecinde malzemenin hasar görmesi   |                         |              |            |             |                        |

|   |  |  |  |  |  |
|---|--|--|--|--|--|
| Teslimat Araçlarının Şantiyeye Girmesinde Yaşanan Zorluklar               |  |  |  |  |  |
| Uygun Olmayan Verimsiz Malzeme Boşaltma Yöntemi                           |  |  |  |  |  |
| Malzeme Boşaltma Esnasında Özensiz Davranılması                           |  |  |  |  |  |
| Malzeme Boşaltma Sırasında Yetersiz Koruma                                |  |  |  |  |  |
| Sahada İnşaat Sırasında Oluşan Atıklar İçin Bir Yönetim Planının Olmaması |  |  |  |  |  |
| Gerekli Malzeme Miktarları İçin Yanlış Planlama                           |  |  |  |  |  |
| Kullanılacak Malzeme Boyutlarının Hakkında Bilgi Eksikliği                |  |  |  |  |  |
| Artan Yeniden Yapım İşleri (Denetim eksikliği)                            |  |  |  |  |  |
| Malzeme İhzaratının Yapılıp Yapılmadığının Kontrolünün Eksikliği          |  |  |  |  |  |
| Hasara veya Bozulmaya Neden Olan Uygun Olmayan Saha Depolama Alanı        |  |  |  |  |  |
| Yanlış Depolama Yöntemleri  |  |  |  |  |  |
| Uygulama Noktasından Uzakta Depolanma                                     |  |  |  |  |  |
| Sahada İsrafa Yol Açan Gereksiz Miktarda Ürün                             |  |  |  |  |  |
| Ambalajı Gevşek Biçimde Tedarik Edilen Malzemeler                         |  |  |  |  |  |
| Depolama Noktasından Uygulama Alanına Kadar Yanlış Taşıma Yöntemleri      |  |  |  |  |  |
| Dikkatsizlikten Kaynaklı Hatalar  |  |  |  |  |  |
| Kullanılmayan Malzeme ve Ürünler  |  |  |  |  |  |
| Ekipman Arızası   |  |  |  |  |  |
| Kötü İşçilik  |  |  |  |  |  |
| Zaman Baskısı   |  |  |  |  |  |
| İşçilerde Tecrübe Eksikliği   |  |  |  |  |  |
| İşçilerin İş Ahlakına Aykırı Davranışları                                 |  |  |  |  |  |
| İşçilerin Eğitim Eksikliği  |  |  |  |  |  |
| Kalifiye İşçi Eksikliği   |  |  |  |  |  |
| Malzemelerin Uygunsuz Fazla/Hor Kullanımı                                 |  |  |  |  |  |
| İşçinin Çalışma İsteğinin Olmaması  |  |  |  |  |  |
| Malzemelerin Anormal Aşınması   |  |  |  |  |  |
| Paydaşlar Arasında İletişim Eksikliği                                     |  |  |  |  |  |
| İşçilerin Fazla Mesai Yapması   |  |  |  |  |  |

|                                       |  |  |  |  |  |
|---------------------------------------|--|--|--|--|--|
| Ekonomik Olmayan Şekillerin Kesilmesi |  |  |  |  |  |
| Hava Şartları                         |  |  |  |  |  |
| İşçilerin Vandalist Davranışları      |  |  |  |  |  |
| Sahada Hırsızlık                      |  |  |  |  |  |
| 3. Şahısların Neden Olduğu Hasarlar   |  |  |  |  |  |

Ankette katılımcıların bilgi düzeyine ölçmeye yönelik 1 soru bulunmaktadır.

|  |                          |                             |                               |                           |                           |
|--|--------------------------|-----------------------------|-------------------------------|---------------------------|---------------------------|
| Yapısal Atık Kavramı ile İlgili Bilginiz hangi düzeydedir? | Hiç bilgi sahibi değilim | Az seviyede bilgi sahibiyim | Orta seviyede bilgi sahibiyim | Yeterince bilgi sahibiyim | Çok fazla bilgi sahibiyim |
|  |                          |                             |                               |                           |                           |

Ankette demografik yapıyı belirlemeye yönelik 7 soru bulunmaktadır.

|         |       |       |       |       |     |
|---------|-------|-------|-------|-------|-----|
| Yaşınız | 18-25 | 26-30 | 31-35 | 36-40 | 40+ |
|         |       |       |       |       |     |

|                  |         |          |      |        |            |
|------------------|---------|----------|------|--------|------------|
| Eğitim Seviyeniz | İlkokul | Ortaokul | Lise | Lisans | Lisansüstü |
|                  |         |          |      |        |            |

|             |                                 |  |
|-------------|---------------------------------|--|
| Mesleğiniz? | Proje Müellifi Mimar            |  |
|             | Proje Müellifi İnşaat Mühendisi |  |
|             | Müteahhit                       |  |
|             | Şantiye şefi                    |  |
|             | İnşaat ustası                   |  |
|             | Diğer                           |  |

|                         |       |  |
|-------------------------|-------|--|
| Mesleki tecrübeniz(yıl) | 1-5   |  |
|                         | 6-10  |  |
|                         | 11-15 |  |
|                         | 16-20 |  |
|                         | 20+   |  |

| Cinsiyetiniz |  |
|--------------|--|
| Kadın        |  |
| Erkek        |  |

| Ağırlıklı olarak ne tür projelerde çalıştınız |  |
|---|--|
| Konut   |  |
| Konut dışı yapılar                            |  |

|                   |  |
|-------------------|--|
| Yaşadığınız Şehir |  |
|-------------------|--|

**EK-2: Verilerin çarpıklık (skewness) ve basıklık (kurtosis) değerleri**

| <b>Kriterler</b> | <b>Değişkenler</b>   | <b>Çarpıklık (Skewness)</b> | <b>Basıklık (Kurtosis)</b> |
|------------------|--|-----------------------------|----------------------------|
| Bilgi Düzeyi     | Yapısal Atık Kavramı ile İlgili Bilginiz hangi düzeydedir?   | -0,223                      | -0,460                     |
| <b>Tasarım</b>   | D1. Sık Tasarım Değişiklikleri   | -0,901                      | -0,254                     |
|                  | D2. Tasarımcının Bilgi Eksikliği   | -1,049                      | 0,381                      |
|                  | D3. Tasarımın Düşük Kalitesi   | -0,584                      | -0,870                     |
|                  | D4. Yasal mevzuatlarda Belirtilen Standart Ölçülere Dikkat Edilmemesi                              | -0,664                      | -0,548                     |
|                  | D5. Zayıf Koordinasyon ve İletişim   | -1,193                      | 0,369                      |
|                  | D6. Tasarımcının Deneyim Eksikliği   | -1,005                      | 0,183                      |
|                  | D7. Tasarımcının Malzeme Bilgisi Eksikliği   | -1,202                      | 0,599                      |
|                  | D8. Sözleşme Belgelerindeki Eksikler/Karmaşa   | -0,842                      | -0,056                     |
|                  | D9. Son Dakika Müşteri İsteklerinin Değişmesi  | -1,107                      | 0,050                      |
|                  | D10. Tasarımla İlişkili Yapı Detaylarında Eksiklik ve Detaylarda Projeler Arası Uyumsuzluk         | -1,159                      | 0,253                      |
|                  | D11. Şantiyede/sahada yapılan imalatların proje ve eklerine aykırı olması                          | -1,129                      | 0,498                      |
|                  | D12. Bilgi eksikliği nedeniyle Tasarım ve Detay Hataları   | -1,135                      | 0,500                      |
| <b>Tedarik</b>   | T1. Paydaşlar arası koordinasyon eksikliği nedeniyle Malzeme Sipariş Hataları                      | -1,082                      | 0,212                      |
|                  | T2. Gerekli Malzeme Miktarının Yanlış Tahmin Edilmesi  | -0,902                      | -0,291                     |
|                  | T3. Müteahhittin veya Şantiye şefinin Şartnameye Aykırı Ürün Satın Alımı/Kötü malzeme temin etmesi | -1,011                      | 0,087                      |
|                  | T4. Tedarikçi Hataları (tedarikçinin yanlış/ayıplı   | -0,713                      | -0,495                     |

|                               |   |        |        |
|-------------------------------|---|--------|--------|
|                               | ürün sevkiyatı, tedarikçinin istene üründen farklı bir ürün göndermesi)       |        |        |
|                               | T5. Malzeme Fiyatındaki Değişiklikler   | -0,204 | -0,997 |
|                               | T6. İhtiyaçtan Fazla Sipariş Verilmesi (az sipariş verememe)                  | -0,752 | -0,322 |
|                               | T7. Sık Sipariş Değişiklikleri  | -0,590 | -0,640 |
| Malzeme Nakliyesi             | N1. Malzeme nakliye sürecinde malzemenin hasar görmesi                        | -0,772 | -0,414 |
|                               | N2. Teslimat Araçlarının Şantiyeye Girmesinde Yaşanan Zorluklar               | -0,272 | -0,966 |
|                               | N3. Uygun Olmayan Verimsiz Malzeme Boşaltma Yöntemi                           | -0,794 | -0,343 |
|                               | N4. Malzeme Boşaltma Esnasında Özensiz Davranılması                           | -1,054 | 0,171  |
|                               | N5. Malzeme Boşaltma Sırasında Yetersiz Koruma                                | -1,106 | 0,349  |
| Planlama ve Yerinde Yönetim   | Y1. Sahada İnşaat Sırasında Oluşan Atıklar İçin Bir Yönetim Planının Olmaması | -1,320 | 0,720  |
|                               | Y2. Gerekli Malzeme Miktarları İçin Yanlış Planlama                           | -1,256 | 0,877  |
|                               | Y3. Kullanılacak Malzeme Boyutların Hakkında Bilgi Eksikliği                  | -0,979 | 0,093  |
|                               | Y4. Artan Yeniden Yapım İşleri (Denetim eksikliği)                            | -1,384 | 0,999  |
|                               | Y5. Malzeme İhzaratının Yapılıp Yapılmadığının Kontrolünün Eksikliği          | -,941  | 0,090  |
| Malzeme Depolanması ve Taşıma | DT1. Hasara veya Bozulmaya Neden Olan Uygun Olmayan Saha Depolama Alanı       | -1,079 | 0,334  |
|                               | DT2. Yanlış Depolama Yöntemleri   | -1,184 | 0,753  |
|                               | DT3. Uygulama Noktasından Uzakta Depolanma                                    | -0,587 | -0,564 |
|                               | DT4. Sahada İsrafa Yol Açan Gereksiz Miktarda Ürün                            | -0,963 | 0,014  |
|                               | DT5. Ambalajı Gevşek Biçimde Tedarik Edilen Malzemeler                        | -1,004 | 0,165  |
|                               | DT6. Depolama Noktasından Uygulama Alanına                                    | -0,993 | 0,345  |

|                        |   |        |        |
|------------------------|---|--------|--------|
|                        | Kadar Yanlış Taşıma Yöntemleri                |        |        |
| <b>İmalat</b>          | S1. Dikkatsizlikten Kaynaklı Hatalar          | -1,032 | 0,408  |
|                        | S2. Kullanılmayan Malzeme ve Ürünler          | -0,806 | -0,261 |
|                        | S3. Ekipman Arızası                           | -0,393 | -0,616 |
|                        | S4. Kötü İşçilik                              | -1,341 | 0,897  |
|                        | S5. Zaman Baskısı                             | -,941  | -0,048 |
| <b>İşçi</b>            | İ1. İşçilerde Tecrübe Eksikliği               | -1,318 | 0,915  |
|                        | İ2. İşçilerin İş Ahlakına Aykırı Davranışları | -0,951 | -0,005 |
|                        | İ3. İşçilerin Eğitim Eksikliği                | -1,139 | 0,369  |
|                        | İ4. Kalifiye İşçi Eksikliği                   | -1,386 | 1,088  |
|                        | İ5. Malzemelerin Uygunsuz Fazla/Hor Kullanımı | -1,229 | 0,710  |
|                        | İ6. İşçinin Çalışma İsteğinin Olmaması        | -0,687 | -0,382 |
|                        | İ7. Malzemelerin Anormal Aşınması             | -0,614 | -0,405 |
|                        | İ8. Paydaşlar Arasında İletişim Eksikliği     | -0,892 | 0,194  |
|                        | İ9. İşçilerin Fazla Mesai Yapması             | -0,338 | -0,943 |
|                        | İ10. Ekonomik Olmayan Şekillerin Kesilmesi    | -0,780 | -0,107 |
| <b>Diğer Faktörler</b> | DF1. Hava Şartları                            | -0,512 | -0,763 |
|                        | DF2. İşçilerin Vandalist Davranışları         | -0,644 | -0,433 |
|                        | DF3. Sahada Hırsızlık                         | -0,480 | -0,683 |
|                        | DF4. 3. Şahısların Neden Olduğu Hasarlar      | -0,601 | -0,412 |
| <b>Demografik Yapı</b> | Cinsiyet                                      | -0,266 | -1,954 |
|                        | Yaş   | -0,323 | -1,458 |
|                        | Eğitim Seviyesi                               | -1,083 | 1,585  |
|                        | Meslek  | 1,452  | 1,129  |
|                        | Tecrübe                                       | 0,027  | -1,728 |
|                        | Çalışma alanı                                 | 0,674  | -1,566 |

