



Analysis of non-physical waste causes that affect the construction process

Gizem Can*^{ID}, Elçin Filiz Taş^{ID}

Department of Architecture, Istanbul Technical University, İstanbul, 34367, Turkey

Highlights:

- To define what is waste within the scope of lean construction
- Expand awareness of waste at construction industry
- To point out non visible waste, while analyzing non-physical waste

Keywords:

- Non-physical wastes
- Construction process wastes
- Waste management in construction industry
- Waste analysis

Article Info:

Research Article
Received: 29.01.2020
Accepted: 02.10.2020

DOI:

10.17341/gazimmfd.681826

Correspondence:

Author: Gizem Can
e-mail:
gizemmcan@gmail.com
phone: +90 536 281 6595

Graphical/Tabular Abstract

As a result of the survey studies, the current causes of waste affecting the construction process have been identified and the 26 most critical causes of waste were determined. Waste matrices were created for each non-physical waste cause by evaluating the probability and cost, duration, quality waste effects of 26 critical waste causes.

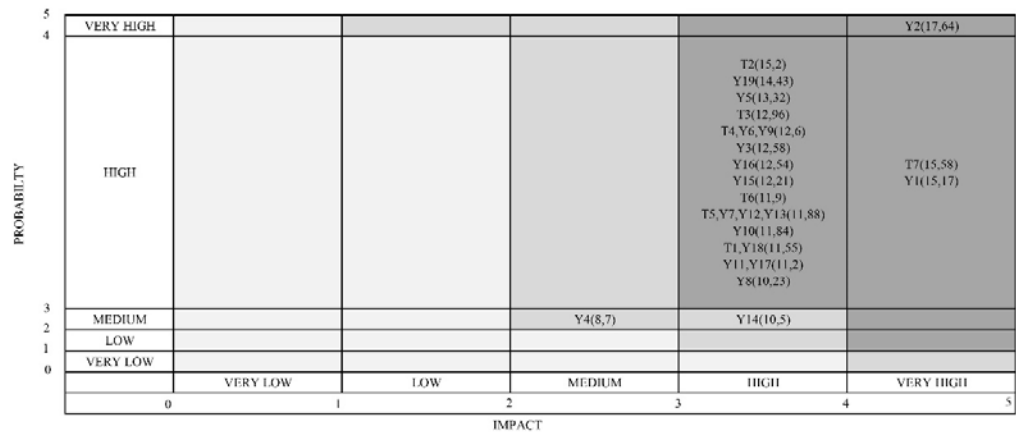


Figure A. Probability-Cost Waste Matrix

Purpose: The purpose of the present study is analyzing the causes of wastes affecting the construction process and their effects for each non-physical wastes.

Theory and Methods:

First questionnaire study has been carried out in order to determine the causes of waste affecting the construction process and importance of waste causes according to index values. In order to analyze the 26 causes of waste which have been determined the importance level, second questionnaire study has been carried out with 10 senior participant. As a result of second questionnaire study, the probability and waste impact values of each waste cause are analyzed separately to create cost, duration and quality waste matrices based on risk matrices.

Results:

With this study, non-physical wastes and the causes of wastes affecting the construction process were examined. The reasons for these wastes were analyzed by forming wastage matrices in terms of cost, time and quality wastes in line with the opinions of sector employees and expert participants. The waste cause which has the highest impact on 3 non-physical waste has been determined as “field workforce errors or poor-sloppy practices”.

Conclusion:

With the waste matrices created separately for cost, time and quality wastes, it has been revealed that causes of wastes which have the high impact level in terms of these wastes should be determined and necessary solution proposals should be produced within the scope of these high impact wastes.



Yapım sürecine etki eden ve fiziksel olmayan israf nedenlerinin analizi

Gizem Can*^{ID}, Elçin Filiz Taş^{ID}

İstanbul Teknik Üniversitesi, Mimarlık Fakültesi, Mimarlık Bölümü, 34367 Şişli İstanbul, Türkiye

Ö N E Ç İ K A N L A R

- Yalın inşaat kapsamında israfın ne olduğunu doğru tanımlayabilmek
- İnşaat sektöründeki israf farkındalığını artırmak
- Fiziksel olmayan israfların analizini yaparak, görünmeyen israflara dikkat çekmek

Makale Bilgileri

Araştırma Makalesi
Geliş: 29.01.2020
Kabul: 02.10.2020

DOI:

10.17341/gazimmfd.681826

Anahtar Kelimeler:

Fiziksel olmayan israflar,
yapım süreci israfları,
inşaat sektöründe israf
yönetimi,
israf analizi

ÖZET

Yalın düşünce, israflardan arınmayı ve maksimum değere ulaşmayı hedefleyerek, israf kavramını odak noktası almaktadır. Yalın düşüncenin ele aldığı israf kavramıyla birlikte maliyete, süreye, kaliteye etki eden israf nedenlerini yönetebilmenin bir seçenektir çok gereklilik haline geldiği düşünülmektedir. Bunun için; öncelikle bina üretim sürecindeki israfların ve nedenlerinin anlaşılması ve analiz edilmesi gerekmektedir. Bu çalışma kapsamında da, yapım sürecindeki fiziksel olmayan israflar ve sektörde en çok karşılaşılan israf nedenleri araştırılmış, tespiti yapılmıştır. Bu israf nedenlerinin maliyet, süre ve kalite israfları açısından olasılık ve etki değerlendirmeleri yapılmış, israf matrisleri oluşturularak kritik israf nedenleri analiz edilmiştir. Böylece, bir firmanın israflarını nasıl yönetmesi gerektiği konusunda öncü bir çalışma yapılması hedeflenmiştir. Çünkü, dinamik ve karmaşık bir yapısı olan inşaat sektörünün, kalite, süre ve maliyet hedeflerine ulaşabilmek için yenilikçi yönetim yaklaşımlarına ihtiyaç duyduğu; bu yönetim yaklaşımlarıyla da fiziksel ve fiziksel olmayan her türlü mevcut kaynağın en iyi şekilde kullanımını sağlamanın, sektör ve küresel açıdan faydalı ve önemli olduğu düşünülmektedir.

Analysis of non-physical waste causes that affect the construction process

H I G H L I G H T S

- To define what is waste within the scope of lean construction
- Expand awareness of waste at construction industry
- To point out non visible waste, while analyzing non-physical waste

Article Info

Research Article
Received: 29.01.2020
Accepted: 02.10.2020

DOI:

10.17341/gazimmfd.681826

Keywords:

Non-physical wastes,
construction process wastes,
waste management in
construction industry,
waste analysis

ABSTRACT

Lean thinking is a waste-oriented concept that aims to reach highest value and eliminate the waste. It is thought that managing the non-physical waste which are evaluated as cost, time, quality is an important necessity as much as physical wastes. For managing the wastes, the causes of waste in building production process should be analysed after they are determined. Within the scope of this study, non-physical waste occurred in construction process have been identified with its causes. Subsequently, critical causes of waste have been analysed in terms of realization probability and cost, time, quality waste effects, with generating waste matrix for each non-physical waste. Thus, it has been aimed to create a leading work for firms that how they could manage their non-physical waste during construction process. Because; due to the fact that construction industry is both dynamic and complex, it is thought the sector needs innovative management approaches to achieve its quality, time and cost goals. And it is believed that, these management approaches should provide the usage of both physical and non-physical sources effectively to be beneficial on sector and global scale.

1. GİRİŞ (INTRODUCTION)

“Yalın” kelimesi “gösterişsiz, süssüz ve sade” anlamına gelmektedir [1]. Yalın kelimesi, düşünce ile birleştirildiğinde, gereksiz tüm hareketlerden ve düşüncelerden uzaklaşma olarak ifade edilebilir. Bu düşüncenin özünde, daha az insan çabası, daha az ekipman, daha az süre ve daha az yer kullanarak daha fazla sonuç elde etme çabası bulunmaktadır [2]. Yalın düşünce sade bir şekilde, yani israflardan arınarak maksimumu elde etmenin ana fikridir. Yalın düşünceden ortaya çıkan yalın üretim, üretim boyunca israfı uzaklaştırmaya yönelik sistematik bir yaklaşımdır. Japon üretim düşüncesi olarak da bilinen yalın üretim, üretim sistemindeki israfların yok edilmesine yönelik oluşturulan sistematik bir metottur [3]. Yalın yönetim, israfları azaltmayı ve hatta mümkünse ortadan kaldırmayı, müşterinin ihtiyaçlarını karşılarken değeri ile üretkenliğin artırılmasını hedefleyen ve belirli araç ve teknikler kullanılarak, bu hedeflere ulaşmayı esas alan süreç geliştirme metodolojisidir [4]. Yalın yönetim anlayışı kapsamında, bina üretiminin de dahil olduğu üretim yapılan ve yalın düşüncenin uygulanacağı her alanda, öncelikle israfların tespit edilmesi önemlidir. Yalın yönetim anlayışına göre bir üretim sisteminde, fazla üretim, gereksiz bekleme, ulaşım ve sevkiyat, uzun ve gereksiz süreçler, gereksiz ve hatalı depolama, gereksiz iş gücü ve ekipman sirkülasyonu, hatalar ve değer yaratmayan iletişim ve yönetim problemlerinden oluşan toplam 8 temel israf kategorisi bulunmaktadır [5]. İnşaat sektörünün hızla ve kompleks bir şekilde gelişmesi ve çeşitli ölçeklerde projeler üretilmesi ile birlikte, bina üretim süreçlerinin daha verimli ve doğru kontrol edilebilmesi için yeni yaklaşım ve uygulanabilir yönetim anlayışlarına ihtiyaç duyulmaya başlanmıştır. Yalın düşünce ve yalın yönetim esaslarının sadece üretim sektörü ile sınırlı kalmayıp, inşaat sektöründe de uygulanabileceği fikri ile birlikte de, “yalın inşaat” kavramı ortaya çıkmaya başlamıştır. Özetle yalın inşaat; israfları uzaklaştıracak şekilde, proje hedeflerinin gerçekleştirilmesi ve bina üretim süreçlerinin mükemmel bir şekilde yönetilmesi olarak tanımlanmaktadır [6]. İnşaat sektöründe de müşteri memnuniyetini sağlamak, bunu devam ettirmek; bina üretim sürecini doğru bir şekilde analiz etmek ve süreç boyunca ortaya çıkan israfları yönetebilmek gereklidir. Bina üretim süreci boyunca ortaya çıkan israfları kontrol altında tutarak süreç boyunca proje başarısının ve verimliliğinin artırılacağı düşünülmektedir [7]. İnşaat sektörü, israf oluşumuna oldukça açıktır. Bu nedenle israflar, sektörün en zayıf noktalarından birisidir. İnşaat sektöründe israflar, yalın inşaat kavramına kadar; değer kavramı ile ilişkilendirilerek bir süreç dahilinde değerlendirilmemiştir [8]. Bu noktada, israfların sektörün zayıf noktası olduğunu bilerek ve inşaat sektöründe üretimin birbiri ile bağlantılı farklı süreçlerden meydana geldiğini göz önünde bulundurarak; israf konusuna, bina üretim süreçlerine uygun biçimde çözüm yolları aramak ve bunları sektörde uygulanabilir hale getirmek son derece önemli, kazançlı ve motive edici olacaktır. İnşaat sektöründeki israfları doğru değerlendirebilmek için, öncelikle israf kavramının nasıl

algılandığını ve aslında ne olduğunu uygun bir biçimde ortaya koymak gerekmektedir.

“İsraf” kavramının sözlükteki karşılığı; gereksiz yere harcanan malzeme, süre, emektir [9]. Yalın düşünceye göre ise, israf kavramı; “değer” ifade etmeyen her türlü süre, iş gücü, üretim gibi hareketler olarak tanımlanmaktadır. Yalın düşüncenin israf kavramını tanımlarken ele aldığı değer kavramı ise; mal veya hizmetin son sahibi olan kişiler ve yapılan işi alıp, işi devam ettiren süreç içerisindeki kişiler olarak bilinen kullanıcının (müşteri) tanımlayabildiği ve kullanıcının ihtiyaçlarını karşılayan mal veya hizmet olarak ifade edilmektedir [2]. Bina üretim sürecinde ise israf, süreç boyunca gerekli olandan daha fazla biçimde ekipmanın, malzemenin, işgücünün veya sermayenin verimsiz şekilde kullanılması olarak tanımlanmaktadır [8]. Tüm bu tanımlar bir arada düşünüldüğünde, israf kavramının temelde değer ifade etmeyen hareketler olduğunu düşünmek doğru olacaktır.

İsrafları tespit edip, gruplandırmak ve analizlerini yaparak gerekli müdahalelerin yapılması için bir yaklaşım ortaya koymak; kaynakların doğru kullanımına çözüm getirme ve sektörün ihtiyaç duyduğu uygulanabilir yönetim yaklaşımına öncülük olma açısından önemlidir. Yalın düşünce, israfları iki gruba ayırmaktadır. 1.tip israf, hiçbir değer yaratmayan ancak mevcut teknolojiler ve üretim olanakları ile değer ortaya konması için atılması gereken her türlü adım yani kaçınılmaz israflardır. 2.tip israf ise, kaçınılabılır adımlardan oluşmaktadır. Yine değer ifade etmeyen bu tip israflar giderilebilecek niteliktedir. Kaçınılamaz israflar, zorunlu tedarik masrafları, lojistik, vergiler, hesaplar, yönetim hizmet giderleri gibi değer ifade eden faaliyetlerin gerçekleştirilmesi için yapılması zorunlu faaliyetlerdir. Kaçınılabılır israflar ise; iş kazaları, gecikmeler, beklemeler, fazla sipariş edilen malzemeler, ödeme sistemlerindeki zayıflıklar, hasarlı malzemeler, ihale sürecindeki problemleri, hatalı imalatlar gibi faaliyetlerdir. Kaçınılabılır israfların minimize edilmesi hatta ortadan kaldırılması, kaçınılamaz israfların ise azaltılması gereklidir. Bu sırada, değer algısını bozmadan korumak, hatta mümkünse artırmak önemlidir [2]. Literatürde, inşaat israflarının çoğunlukla malzeme israfları olarak ifade edilen fiziksel israflar olarak ele alındığı tespit edilmiştir. Peddavenkatesu vd. [10], Roslan vd. [11] gibi araştırmacıların da çalışmalarında yer verdiği gibi israfların yönetimi için de genellikle fiziksel israfların yönetimine göre değerlendirmeler yapıldığı görülmüştür oysa, Nagapan vd. [12], malzeme israfları kadar süre ve maliyet israfları olarak ifade edilen fiziksel olmayan israfların da oluştuğunu ileri sürerek; inşaat israflarını, fiziksel israflar ve fiziksel olmayan israflar olarak iki temel grupta incelemiştir. Ismam vd. [13] ise; yapmış oldukları çalışmada, inşaat israflarını malzeme, işgücü ve ekipman israflarının yer aldığı fiziksel israflar ve süre ile maliyet israflarının yer aldığı fiziksel olmayan israflar olarak iki grupta incelemiştir. Fiziksel olmayan israfları, Nagapan vd. [12] ve Ismam vd. [13]’ün, süre ve maliyet israfları olarak gruplandırdıkları gibi; bu konuda çalışmalarına yön veren

Saidu vd. [14], Saidu vd. [15], KalilurRahman vd. [16] ve Saadi vd. [17] gibi araştırmacıların da fiziksel olmayan israfları, süre ve maliyet israfları kapsamında değerlendirdikleri tespit edilmiştir. Fiziksel israflara göre, literatürde daha kısıtlı kaynakların bulunduğu fiziksel olmayan israflar ile ilgili yapılan bu araştırmalar doğrultusunda; kalitenin, fiziksel olmayan israflar kapsamında ele alınmadığı görülmüştür. Ancak; süre ve maliyet israfları ile birlikte kalitenin de fiziksel olmayan israf olarak değerlendirilmesi gerektiği düşünülmektedir. Çünkü; israfın yalın düşünceye göre değer ifade etmeyen her türlü süre, iş gücü, üretim gibi hareketler olduğu ve değerinin de müşteri/kullanıcı tarafından ifade edildiği göz önünde bulundurulduğunda; beklenen kaliteden daha düşük kalitede üretim de israf olarak nitelendirilebilir. Bu nedenle bu çalışma kapsamında fiziksel olmayan israflar; süre, maliyet ve kalite israfları olarak ele alınmaktadır.

Fiziksel israflar kadar, fiziksel olmayan bu israfların da, bir inşaat firmasına olumsuz etkisi oldukça yüksektir. Dolayısıyla, fiziksel olmayan israfların da değerlendirilmesi ve israfların yönetilmesi için uygun çözüm stratejilerinin bulunması oldukça önemlidir. Çünkü, görünürlüğü ve tespiti fiziksel israflara göre daha zor olan fiziksel olmayan israfları, doğru yönetim yaklaşımını kullanarak minimize etmek ve bu şekilde faydayı artırmak mümkündür. Bu nedenle, yapılan çalışmada inşaat sektöründe ortaya çıkan fiziksel olmayan israfların tespitine ve analizlerine yer verilmiştir. Böylece, bir işi ve süreci sadece doğru yöneterek, görünmeyen kayıpların faydaya çevrilebileceğinin ortaya konması hedeflenmiştir.

2. ÇALIŞMANIN YÖNTEMİ (METHOD OF STUDY)

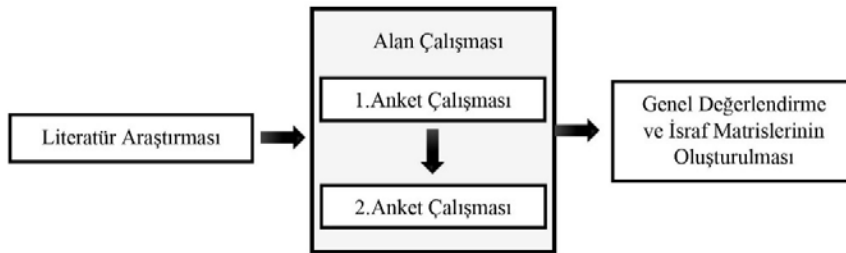
Yukarıda tanımlanan amaç doğrultusunda yapılan bu çalışma; literatür çalışması, 2 aşamalı anket uygulamasının yer aldığı alan çalışması ve genel değerlendirmenin yapılarak israf matrislerinin oluşturulması şeklinde 3 aşamada tamamlanmıştır (Şekil 1).

Çalışmanın ilk aşaması olan literatür araştırmalarında, öncelikle israf nedenlerine yer verilmiştir. Literatür araştırmalardan elde edilen sonuçlara göre, çalışmanın ikinci aşamasını oluşturan alan çalışması yapılmıştır. Alan çalışması 1. ve 2. anket çalışması olmak üzere iki adımda tamamlanmıştır. 1. anket çalışması ile birlikte, sektör çalışanlarına sorular yönetilerek fiziksel olmayan israfların ve israf nedenlerinin tespit edilmesi ve en önemli israf

nedenlerinin belirlenmesi amaçlanmıştır. 2. anket çalışmasında ise, 1. anket çalışmasından elde edilen yanıtlara göre, en önemli israf nedenlerinin fiziksel olmayan israflar olarak ifade edilen maliyet, süre ve kalite israfları açısından etki ve olasılık tespitlerinin yapılması hedeflenmiştir. 2. anket çalışmasında sorular, 1. anket çalışmasına cevap vermiş uzman katılımcılardan oluşan bir odak gruba yöneltilmiştir. 2. anket çalışmasının sonuçlarına göre, israf matrisleri oluşturularak, inşaat sektörüne ait, fiziksel olmayan israf oluşumuna etki eden en önemli nedenlerin ortaya konduğu bir değerlendirme yapılarak çalışmanın üçüncü aşaması tamamlanmıştır.

3. LİTERATÜR ARAŞTIRMASI (LITERATURE RESEARCH)

İnşaat sektöründe, diğer birçok sektöre oranla daha fazla israfla karşılaşmaktadır. Bu israfları, doğru bir şekilde yöneterek ortadan kaldırmak ya da minimize etmek önemlidir. Bunun için de, israf nedenlerinin ve önem sıralarının doğru tespit edilmesi gerekmektedir. İsfraf nedenlerinin daha sistematik bir şekilde incelenmesi için bina üretim süreçlerinin bilinmesi ve bu doğrultuda araştırmaya yön verilmesi gerektiği düşünülmektedir. Yapılan çalışmanın kapsamı belirlenirken, Koskela [8] 'nın bina üretim süreçlerini, maliyet, süre ve kalite faktörleri doğrultusunda tasarım süreci ve yapım süreci olarak temelde iki süreç olarak incelenmesi gerektiği yönündeki fikrinden yola çıkılmıştır. Bu çalışmada da, yapım sürecinde ortaya çıkan israflar ve israf nedenleri ile tasarım sürecinin yapım sürecindeki israf oluşumuna etki eden israf nedenleri ele alınmıştır. Tasarım süreci, bina üretim süreci içerisinde en önemli ve karmaşık süreçlerdendir. Tasarım süreci, proje paydaşlarının bir arada bulunduğu ve birçok kararın verildiği bir süreçtir. Bu süreçte israf oluşumuna yol açan birçok israf nedeni bulunmaktadır. Ancak, bu israf nedenleri sadece tasarım sürecinde değil aynı zamanda yapım sürecinde de israf oluşumuna sebep olmaktadır. Literatürde, tasarım süreci israf nedenleri genellikle yapım süreci israf nedenleri arasında yer almakta, bazı araştırmalarda da tasarım sürecindeki israf oluşumu açısından değerlendirilmektedir. Buna göre, tasarım sürecinde ortaya çıkan israf nedenleri; tasarım sürecinin kendisinde ve yapım sürecinde israf oluşumuna etki etmesi bakımından iki grupta değerlendirilebilir. Bu noktada, tasarım süreci israf nedenlerini ve hangi süreci etkilediği doğru bir şekilde belirlenerek, yapılan araştırmalara yön verilmesi gerektiği düşünülmektedir.



Şekil 1. Çalışmanın Yöntemi (Method of Study)

Tasarım sürecinde ortaya çıkan ve tasarım sürecinin kendisini etkileyen israf nedenlerine Mazlum vd. [18] yapmış oldukları araştırmada yer vermişlerdir. Bu israf nedenleri; koordineli çalışılan ekipler arasındaki veri alışverişi nedeni ile revizyonların ortaya çıkması, müşteri/mal sahibi ile olan ilişkilerde problemlerin yaşanması, yerel belediyelerle olan ilişkilerde problemler, işlerin yeniden yapılması, sürüncemeli işlerin bulunması ve süresinde sonuçlandırılmaması, diğer ekiplerden bilgi beklenmesi, müşteri/mal sahibinin geç bilgi vermesi ve kurumsal alışkanlıkların yetersiz olmasıdır.

Yapım sürecini etkileyen tasarım süreci israf nedenleri Polat vd. [19], Hashemi vd. [20], Nagapan vd. [21] ve EPA [22]'nin çalışmalarında; yetersiz ve müşteri/mal sahibinin ihtiyaçlarına uygun olmayan projeler (mimari, statik, mekanik, elektrik gibi) üretilmesi, müşteri/mal sahibi talebi nedeni ile son anda oluşan proje revizyonları olması, zemin deneylerdeki eksiklikler nedeniyle doğru olmayan proje çözümlerinin üretilmesi, teknolojinin projelerde yeterince kullanılmaması ve projelerin güncellenmemesi, pahalı, karmaşık ve uygulaması zor proje tasarımlarının olması, projelerdeki detay çokluğu, çeşitliliği ve yanlış detaylar çizilmesi, proje uygulama çizim ve detaylarının uygulanabilirlik açısından zayıf olması, sözleşme ve uygulama detaylarının tutarsız olması şeklinde yer almaktadır.

Polat vd. [19], EPA [22], Ajayi [23], Rahman vd. [24] ve Agyekum [25] yapmış oldukları çalışmalarda, yapım sürecinde en sık karşılaşılan ve israf oluşumuna etki eden israf nedenlerini; malzemenin uygun olmayan şartlarda, yerde ve hatalı depolanması, malzemenin hatalı, yetersiz ya da aşırı ambalajlanması, malzemenin nakliye ve taşımadan kaynaklı hasara uğraması, kalitesiz ya da imalata uygun olmayan malzeme kullanılması, ekipmanların ve araç-gereçlerin yetersiz ve bozuk olması, malzeme sevkiyatlarında gecikmeler yaşanması, satın alma hatalarının olması ve şartname ve malzeme yönetiminin doğru yapılamaması, hatalı alt yüklenici seçimi yapılması, ihale dokümanlarında eksik ve hatalar olması, doğru sözleşme tipinin seçilmemiş olması, satın alma sürecindeki iletişim ve koordinasyon eksiklikleri, keşif ve metrajlarda hataların olması, küçük metrajlar için tedarikçinin üretim yapmaması, tedarikçi hataları, malzeme kontrol ve kabul işlerinin eksik yapılması, sahaya gelen malzemenin, sipariş edilenden farklı olması, devir teslim gibi işlerde beklemler yaşanması, işçilik hatalarının olması, aynı işlerin yeniden yapılmak zorunda kalınması, deneyimsiz iş gücüne sahip olunması, motivasyonu düşük iş gücü ile çalışması, iş gücünün ekipmanları kullanımında yetersiz olması ve iş güvenliği problemi olması, uzun ve tempolu çalışma sürelerinin olması ve planlamanın zayıf yapılması olarak belirtmişlerdir. Literatürde belirtilen israf ve israf nedenlerini sistemli bir şekilde ele alıp, israf nedenlerinin etkilerine bağlı olarak önem ve öncelik sıralamalarını belirleyerek, bu israfların doğru bir şekilde yönetilebilmesini sağlayacak çalışmalar ortaya koymak firmalar için fayda sağlayacaktır. Bu nedenle, bu çalışmanın ilk adımı olan literatür araştırması ile birlikte,

literatürdeki fiziksel olmayan israflara yol açan ve yapım sürecini etkileyen tasarım süreci israf nedenleri ile yapım süreci israf nedenlerinin tespitleri yapılmıştır. Böylece, belirlenen bu israf nedenleri çalışmanın bir sonraki adımını oluşturan alan çalışmasında veri olarak kullanılmıştır.

4. ALAN ARAŞTIRMASI (FIELD RESEARCH)

Yapılan literatür araştırmaları doğrultusunda; çalışmanın 2. bölümünü oluşturan alan çalışması, 2 farklı anket çalışması ile 2 aşamada tamamlanmıştır.

4.1. 1. Anket Çalışması (1. Questionnaire Study)

Alan çalışmasına ait ilk anket çalışmasının amacı, sektördeki israf algısını ölçülmesine ve yapım süreci ile yapım sürecini etkileyen tasarım süreci israf nedenlerinin ve israf seviyelerinin belirlenmesine yöneliktir.

1. anket çalışması, israfın her aşamada ve herkesten kaynaklanabileceği düşüncesi ile; küçük, orta ve büyük ölçekli yapım işlerinde çalışan mimar, inşaat mühendisi, elektrik ve makine mühendisi gibi uzman katılımcılara uygulanmıştır. Anket uygulama sürecinde sorular, “online anketler” elektronik anket platformunda oluşturulmuş ve bu platform aracılığı ile katılımcılardan yanıtlar toplanmıştır [26]. Anket linki, elektronik posta, telefon ve sosyal medya aracılığı ile yaklaşık 200 katılımcıya iletilmiştir. Katılımcıların anket linkini kendi bağlantılarına da iletmeleri nedeni ile tam sayı tespit edilememektedir.

1. anket çalışmasında sorular 2 bölümde, 58 soru halinde katılımcılara yöneltilmiştir. Katılımcıların genel özelliklerinin tespit edildiği ilk bölüme ait sorular 3 adettir. Anketin 2. bölümünde ise literatürde belirlenen yapım süreci ile yapım sürecini etkileyen tasarım süreci israf nedenleri ve sektördeki karşılaşılan durumlarının tespitine yönelik 55 soru bulunmaktadır. Anket çalışmasına ait sorular hazırlanırken, literatürdeki tasarım süreci ve yapım sürecindeki israf nedenleri ile ilgili olarak; Polat vd. [19], Ajayi [23], Rahman vd. [24], Mortaheb vd. [27], Seyis vd. [28], Aomar [29] ve Tokat [30]'ın ortaya koydukları yerli ve yabancı makaleler ile yüksek lisans ve doktora tezleri kaynak olarak kullanılmıştır. Literatür çalışmalarından faydalanılarak kapalı uçlu ve çoktan seçmeli olarak hazırlanan 55 sorunun; 14 tanesi yapım sürecini etkileyen tasarım süreci israf nedenleri iken, 41 tanesi yapım sürecinde doğrudan karşılaşılan israf nedenlerine aittir. Anket çalışmasının 2. bölümüne ait bu sorular, 5'li likert ölçeğine göre yanıt alınacak şekilde düzenlenmiştir. 55 sorunun sayısal değerlendirmelerine ait aritmetik ortalama, standart sapma ve değer indeks hesaplamaları SPSS (Statistical Package for the Social Sciences) 22,0 paket programı ve Microsoft Excel programı aracılığı ile yapılmıştır. Aritmetik ortalama ve standart sapma değerleri SPSS 22,0 paket programından, değer indeksleri de Al-Hajj vd. [31]'nin de çalışmalarında yer verdikleri ve Eş.1'de gösterilen formül kullanılarak Microsoft Excel programından elde edilmiştir.

$$IV_i = AS_i + \frac{AS_i}{\delta_i} \quad (1)$$

Formülde belirtilen “i”, ilgili özelliği yani israf nedenini ifade etmektedir. “AS_i” değeri tablolarda “ \bar{x} ” olarak gösterilmiş olup, ilgili israf nedenine verilen yanıtın aritmetik ortalamasını, “ δ_i ” standart sapmasını, “IV_i” ise, “index value” yani “değer indeksi”ni belirtmektedir. 1.ankete toplamda 143 kişi katılmıştır. Bu kişilerden 30’u, anketi yarıda bırakmış ve soruların tamamına yanıt vermemiştir. Katılımcılardan 113’ü anketin tamamını yanıtlamış ve bu katılımcıların yanıtları değerlendirmeye alınmıştır. Anketin tamamını yanıtlayan 113 kişiden; 47 tanesi mimar, 42 tanesi inşaat mühendisi, 7 tanesi iç mimar, 9 tanesi elektrik/makine mühendisi, 8 tanesi ise diğer, yani belirtilen meslek gruplarının dışında kalan sektör çalışanlarıdır. Aynı zamanda anket katılımcılarının 51’i ana yüklenici, 43’ü proje grubu, 12’si mal sahibi, 7’si alt yüklenici paydaş grubunda yer alırken, tedarikçi paydaş grubundan anketi yanıtlayan katılımcı olmamıştır. Katılımcıların toplam iş deneyim süreleri değerlendirildiğinde, katılımcıların %56’sının 10 yıl ve 10 yıldan az, %44’ünün ise 10 yıldan fazla sektör tecrübesine sahip olduğu tespit edilmiştir. Anket katılımcılarının anketin 2. bölümünde verdikleri yanıtların değerlendirmeleri ise

Tablo 1 ve Tablo 2’de yer almaktadır. Tablo 1 ve Tablo 2’de yer alan israf nedenleri değer indekslerine göre sıralanmıştır [32, 33]. Anketin güvenilirlik tespiti için, “Cronbach’s alfa güvenilirlik katsayısı (α)” kullanılmış ve iç tutarlılık tespiti yapılmıştır [34-36]. Buna göre, yapım sürecini etkileyen tasarım süreci israf nedenlerine ait soruların iç tutarlılığı 0,828; yapım süreci israf nedenlerine ait soruların iç tutarlılığı 0,940 olarak tespit edilmiş ve anket güvenilir olarak bulunmuştur.

Yapım süreci ile yapım sürecini etkileyen tasarım süreci israf nedenlerinin, israf oluşturmaya yönelik verilen yanıtlar doğrultusunda değer indeksleri (IV) kullanılarak israf nedenlerinin önem sıraları belirlenmiştir. İndeks değeri 10,00’un üzerinde olan israf nedenleri, sektörde en çok karşılaşılan israf nedenleri olarak kabul edilmiştir. Buna göre, 7 adet yapım sürecini etkileyen tasarım süreci israf nedeni ve 19 adet yapım süreci israf nedeni belirlenmiş ve bu israf nedenleri 2. anket çalışmasında veri olarak kullanılmıştır.

4.2. 2. Anket Çalışması (2. Questionnaire Study)

Alan çalışmasının 2. bölümünü oluşturan 2. anket çalışması ile birlikte, sektörde en çok karşılaşılan israf nedenlerinin

Tablo 1. Yapım sürecini etkileyen tasarım süreci israf nedenleri
(Design process waste causes that have effect on the construction process)

Yapım sürecini etkileyen tasarım süreci israf nedenleri	\bar{x}	δ	IV	önem sırası
Proje ekiplerinin malzeme ve şartname hakkında yetersiz bilgi sahibi olması israfı açmaktadır.	4,59	0,55	13,02	1
Proje ekiplerinin saha uygulamaları hakkında yetersiz bilgi sahibi olması israfı açmaktadır.	4,63	0,57	12,75	2
Proje ekipleri (mimari ekip, mekanik ekip, elektrik ekip, statik ekip gibi) arasındaki iletişim ve koordinasyon zayıflığı israfı açmaktadır.	4,62	0,60	12,29	3
Uygulama projelerinin yetersiz veya hatalı olması israfı açmaktadır.	4,50	0,68	11,08	4
Mal sahibinin ihtiyaç analizinin doğru yapılmamış olması israfı açmaktadır.	4,51	0,73	10,67	5
Uygulama projelerinin birbiri ile uyuşmaması ve süperpozelerde hataların oluşması israfı açmaktadır.	4,39	0,70	10,66	6
Proje ekiplerinin deneyimsiz olması israfı açmaktadır.	4,50	0,76	10,45	7
Tasarım sürecinde mal sahibi tarafından gerçekleştirilen sık revizyon talepleri israfı açmaktadır.	4,43	0,84	9,69	8
Proje ekiplerinin bina bilgi modellemelerinin tasarımlarda etkin biçimde kullanılmaması (tüm ekiplerin kullanmıyor olması gibi) israfı açmaktadır.	4,19	0,77	9,59	9
Sözleşme ekleri olarak düzenlenen projeler ile yapım süreci için teslim edilen uygulama projeleri arasında (detay, malzeme vs.) farklılıkların olması israfı açmaktadır.	4,13	0,81	9,25	10
Uygulama projelerine ait şartnamelerin (malzeme vs.) yeterince açık olmaması israfı açmaktadır.	4,12	0,82	9,13	11
Uygulama projelerinin yeterli sürede tamamlanamaması israfı açmaktadır.	3,90	1,01	7,77	12
Uygulama projelerinin (mimari, elektrik, mekanik, statik gibi) idari ve yasal verilere uygun olmaması israfı açmaktadır.	3,88	1,05	7,56	13
Uygulama projelerindeki detayların çok fazla ve çeşitli olması israfı açmaktadır.	3,15	1,17	5,85	14

(Cronbach α : 0,828)

sektörde karşılaşılma olasılıkları ile maliyet, süre ve kalite israflarına olan etkilerinin belirlenmesi amaçlanmıştır. Böylece, inşaat sektöründeki fiziksel olmayan israfların ve

bu israflara yol açan israf nedenlerinin analiz edilmesi hedeflenmiştir. 2. anket çalışması, sektörde çalışan ve odak grup olarak belirlenen 10 uzman katılımcıya uygulanmıştır.

Tablo 2. Yapım süreci israf nedenleri (Waste causes of construction process)

Yapım süreci israf nedenleri	\bar{x}	δ	IV	önem sırası
Ana yüklenicinin tecrübesiz veya kalifiye olmayan iş gücüne sahip olması israfa yol açmaktadır.	4,55	0,58	12,36	1
Sahada yaşanan iş gücü hataları veya kötü-özensiz uygulamalar israfa yol açmaktadır.	4,48	0,57	12,35	2
Ana yüklenicinin sahaya gelen malzeme & ekipman takibi ve koordinasyonunu doğru yapamaması israfa yol açmaktadır.	4,51	0,58	12,24	3
Sahadaki depolama alanlarının fiziki şartlarının olumsuz olması israfa yol açmaktadır.	4,49	0,60	11,97	4
Tedarik edilen ya da sevk edilen malzeme ve ekipmanın şartnameye uygun olmaması israfa yol açmaktadır.	4,42	0,59	11,87	5
Ana yüklenicinin iş gücü yönetimini doğru yapamaması israfa yol açmaktadır.	4,43	0,63	11,53	6
Ana yüklenicinin alt yüklenicilerle doğru koordinasyon sağlayamaması israfa yol açmaktadır.	4,42	0,62	11,52	7
Ana yüklenicinin ekipmanların bakım ve kontrollerini aksatması israfa yol açmaktadır.	4,40	0,62	11,49	8
Ana yüklenicinin malzeme ve ekipman tedarik planını gerçeğe uygun planlamamış israfa yol açmaktadır.	4,49	0,64	11,47	9
Alt yüklenicinin sözleşmeye uygun iş yapmaması israfa yol açmaktadır.	4,41	0,64	11,34	10
Ana yüklenicinin sahanın fiziki planlamasını gerçeğe uygun planlamamış olması israfa yol açmaktadır.	4,44	0,65	11,24	11
Alt yüklenicinin malzeme ve ekipman tedarik planını doğru yapamaması israfa yol açmaktadır.	4,36	0,66	11,02	12
Saha içi gereksiz sirkülasyon (malzeme, işgücü, ekipman gibi) israfa yol açmaktadır.	4,39	0,67	10,90	13
Ana yüklenicinin alt yüklenici için hazırladığı ihale paketlerinde (proje, sözleşme gibi) hataların veya eksiklerin olması israfa yol açmaktadır.	4,26	0,65	10,79	14
Tedarikçinin, hatalı veya geç tedarik yapması israfa yol açmaktadır.	4,29	0,69	10,51	15
Ana yüklenicinin iş programının gerçeğe uygun planlamamış olması israfa yol açmaktadır.	4,38	0,72	10,43	16
Ana yüklenicinin her türlü iş gücünü (beyaz ve mavi yaka) gerçeğe uygun planlamamış olması israfa yol açmaktadır.	4,35	0,72	10,41	17
Ana yüklenicinin iş programı takip ve kontrolünü doğru yapamaması israfa yol açmaktadır.	4,33	0,73	10,30	18
Ana yüklenicinin saha kontrol ve denetimlerinin aksatması israfa yol açmaktadır.	4,27	0,71	10,29	19
Ana yüklenicinin maliyet takibini doğru yapamaması israfa yol açmaktadır.	4,30	0,78	9,83	20
Proje ekibinin hatalı metrajlara bağlı sonradan düzenleme yapması israfa yol açmaktadır.	4,27	0,81	9,51	21
Planlanan metrajlarla, uygulanan metrajların çeşitli nedenlerden dolayı (hatalı metraj/uygulama gibi) birbirinden farklı olması israfa yol açmaktadır.	4,22	0,80	9,51	22
Ana yüklenicinin yetersiz saha güvenliği sağlaması veya yeterli takip yapmaması israfa yol açmaktadır.	4,11	0,78	9,35	23
Alt yüklenicinin sahada ileri teknolojiyi yeterli ve verimli kullanamaması israfa yol açmaktadır.	4,12	0,79	9,33	24
Proje ekibinin malzeme kararında sonradan değişiklik yapması israfa yol açmaktadır.	4,38	0,89	9,30	25
Ana yüklenicinin sahada ileri teknolojiyi yeterli ve verimli kullanamaması israfa yol açmaktadır.	4,25	0,84	9,30	26
Ana yüklenicinin alt yüklenicilerle anlaşmazlıklar yaşaması (sözleşme, iletişim, hakkeş gibi) israfa yol açmaktadır.	4,09	0,79	9,29	27

Alt yüklenicinin sahada yetersiz iş güvenliği sağlaması veya yeterli takip yapmaması israfa yol açmaktadır.	4,11	0,79	9,27	28
Ana yüklenicinin sözleşme yönetimini doğru yapamaması israfa yol açmaktadır.	4,11	0,81	9,20	29
Ana yüklenicinin maliyet analizlerini gerçeğe uygun planlamamış olması israfa yol açmaktadır.	4,25	0,88	9,07	30
Ana yüklenicinin iş gücüne yönelik eğitim planlarını doğru yapmaması israfa yol açmaktadır.	4,07	0,82	9,03	31
.Ana yüklenicinin sahada yetersiz iş güvenliği sağlaması veya yeterli takip yapmaması israfa yol açmaktadır.	4,18	0,87	8,99	32
Uygulama projelerinin ana yükleniciye geç teslim edilmesi israfa yol açmaktadır.	4,08	0,84	8,96	33
Mal sahibinin geç kontrol ve onay süreçleri israfa yol açmaktadır.	4,10	0,84	8,95	34
Ana yüklenicinin alt yüklenicilerle yaptığı sözleşme tipini doğru seçememesi israfa yol açmaktadır.	3,97	0,86	8,59	35
Mal sahibinin ana yükleniciyle yaptığı sözleşme tipini doğru seçememesi israfa yol açmaktadır.	3,82	0,91	8,03	36
Mal sahibinden hakkedişlerin alınmaması veya gecikme yaşanması israfa yol açmaktadır.	3,94	0,97	8,01	37
Mücbir sebepler (hava koşulları, doğal felaketler vs.) israfa yol açmaktadır.	3,78	1,04	7,41	38
Ana yükleniciye sahanın geç teslim edilmesi israfa yol açmaktadır.	3,76	1,05	7,36	39
Tedarikçinin küçük metrajlar için üretime israfa yol açmaktadır.	3,63	1,10	6,94	40
Ana yüklenicinin sahada çok fazla iş güvenliği önlemi alması israfa yol açmaktadır.	2,72	1,35	4,74	41

(Cronbach α : 0,940)

Tablo 3. Yapım sürecini etkileyen tasarım süreci israf nedenlerinin analizi
(Analysis of design process waste causes that have effect on construction process)

Kod	Yapım sürecini etkileyen tasarım süreci israf nedenleri	Olasılık		Maliyet		Süre		Kalite	
		\bar{x}	δ	\bar{x}	δ	\bar{x}	δ	\bar{x}	δ
T1	Proje ekiplerinin malzeme ve şartname hakkında yetersiz bilgi sahibi olması israfa yol açmaktadır.	3,50	0,85	3,30	0,82	3,50	0,97	3,30	0,48
T2	Proje ekiplerinin saha uygulamaları hakkında yetersiz bilgi sahibi olması israfa yol açmaktadır.	3,80	0,63	4,00	0,67	4,00	0,67	4,30	0,82
T3	Proje ekipleri (mimari ekip, mekanik ekip, elektrik ekip, statik ekip gibi) arasındaki iletişim ve koordinasyon zayıflığı israfa yol açmaktadır.	3,60	0,70	3,60	0,70	3,90	0,74	3,40	0,84
T4	Uygulama projelerinin yetersiz veya hatalı olması israfa yol açmaktadır.	3,60	0,70	3,50	0,53	3,90	0,32	3,50	0,71
T5	Mal sahibinin ihtiyaç analizinin doğru yapılmamış olması israfa yol açmaktadır.	3,30	0,82	3,60	0,70	3,80	0,63	3,20	0,63
T6	Uygulama projelerinin birbiri ile uyumsuzluğu ve süperpozelerde hataların oluşması israfa yol açmaktadır.	3,50	0,53	3,40	0,70	3,60	0,84	3,30	0,95
T7	Proje ekiplerinin deneyimsiz olması israfa yol açmaktadır.	3,80	0,92	4,10	0,57	4,20	0,79	4,00	0,82

Anket, odak gruba, yüz yüze veya telefonda görüşme ile birebir uygulanmıştır. Anketin bu şekilde uygulanmasının ana sebebi ise, kapalı uçlu olarak hazırlanan soruların, doğru anlaşılmasını ve böylece odak grubun yanıtlarının daha sağlıklı sonuçlanmasını sağlamaktır. Odak gruptaki uzman

katılımcılar belirlenirken; uzmanların öncelikle israf nedenlerinin belirlendiği ilk ankete katılmış olması, mimar ya da inşaat mühendisi olması, ana yüklenici paydaş grubunda görev almış ya da almakta olması ve 10 yıldan fazla iş deneyimine sahip olması kriterleri esas alınmıştır.

Tablo 4. Yapım süreci israf nedenlerinin analizi (Analysis of construction process waste causes)

Kod	Yapım süreci israf nedenleri	OLASILIK		MALİYET		SÜRE		KALİTE	
		\bar{x}	δ	\bar{x}	δ	\bar{x}	δ	\bar{x}	δ
Y1	Ana yüklenicinin tecrübesiz veya kalifiye olmayan iş gücüne sahip olması israfa yol açmaktadır.	3,70	0,95	4,10	0,74	4,30	0,67	4,50	0,71
Y2	Sahada yaşanan iş gücü hataları veya kötü-özensiz uygulamalar israfa yol açmaktadır.	4,20	0,63	4,20	0,63	4,20	0,63	4,40	0,52
Y3	Ana yüklenicinin sahaya gelen malzeme & ekipman takibi ve koordinasyonunu doğru yapamaması israfa yol açmaktadır.	3,40	1,07	3,70	0,82	3,40	1,07	3,30	1,25
Y4	Sahadaki depolama alanlarının fiziki şartlarının olumsuz olması israfa yol açmaktadır.	2,90	1,10	3,00	0,47	2,70	0,67	3,30	0,82
Y5	Tedarik edilen ya da sevk edilen malzeme ve ekipmanın şartnameye uygun olmaması israfa yol açmaktadır.	3,60	1,07	3,70	0,82	3,80	1,03	4,00	0,67
Y6	Ana yüklenicinin iş gücü yönetimini doğru yapamaması israfa yol açmaktadır.	3,50	0,85	3,60	0,70	3,80	0,63	3,70	0,82
Y7	Ana yüklenicinin alt yüklenicilerle doğru koordinasyon sağlayamaması israfa yol açmaktadır.	3,30	1,06	3,60	0,52	3,60	0,70	3,70	0,67
Y8	Ana yüklenicinin ekipmanların bakım ve kontrollerini aksatması israfa yol açmaktadır.	3,10	0,99	3,30	0,95	3,70	0,82	3,60	0,70
Y9	Ana yüklenicinin malzeme ve ekipman tedarik planını gerçeğe uygun planlamamış olması israfa yol açmaktadır.	3,50	1,08	3,60	0,84	3,90	0,88	3,50	1,18
Y10	Alt yüklenicinin sözleşmeye uygun iş yapmaması israfa yol açmaktadır.	3,20	0,92	3,70	0,67	3,90	0,74	4,20	0,42
Y11	Ana yüklenicinin sahanın fiziki planlamasını gerçeğe uygun planlamamış olması israfa yol açmaktadır.	3,20	1,03	3,50	0,71	3,70	0,82	3,30	0,95
Y12	Alt yüklenicinin malzeme ve ekipman tedarik planını doğru yapamaması israfa yol açmaktadır.	3,30	1,06	3,60	0,70	4,10	0,32	3,30	0,95
Y13	Saha içi gereksiz sirkülasyon (malzeme, işgücü, ekipman gibi) israfa yol açmaktadır.	3,30	0,82	3,60	0,70	4,00	0,67	3,50	0,71
Y14	Ana yüklenicinin alt yüklenici için hazırladığı ihale paketlerinde (proje, sözleşme gibi) hataların veya eksiklerin olması israfa yol açmaktadır.	3,00	1,15	3,50	0,71	3,50	0,85	3,20	0,92
Y15	Tedarikçinin, hatalı veya geç tedarik yapması israfa yol açmaktadır.	3,30	1,16	3,70	0,67	4,10	0,57	3,40	0,97
Y16	Ana yüklenicinin iş programının gerçeğe uygun planlamamış olması israfa yol açmaktadır.	3,30	0,95	3,80	0,79	4,30	0,67	3,60	1,07
Y17	Ana yüklenicinin her türlü iş gücünü (beyaz ve mavi yaka) gerçeğe uygun planlamamış olması israfa yol açmaktadır.	3,20	1,03	3,50	0,85	3,90	0,74	4,20	0,42
Y18	Ana yüklenicinin iş programı takip ve kontrolünü doğru yapamaması israfa yol açmaktadır.	3,30	0,67	3,50	0,53	3,90	0,57	4,00	0,47
Y19	Ana yüklenicinin saha kontrol ve denetimlerinin aksatması israfa yol açmaktadır.	3,70	0,67	3,90	0,74	4,00	0,67	4,40	0,70

2. anket çalışmasında; 1. anket çalışması ile belirlenen 7 adet yapım sürecini etkileyen tasarım süreci israf nedeni ve 19 adet yapım süreci israf nedenlerinin her birinin olasılıkları ve fiziksel olmayan israflar üzerindeki etki değerlerinin tespitine yönelik 5'li likert ölçeğine uygun 4 alt soru hazırlanmıştır. Bu şekilde toplamda 26 israf nedeni için 4'er alt soru olmak üzere 104 soru oluşturulmuştur. Uzman katılımcıların; anketteki olasılık ile maliyet, süre ve kalite israflarına olan etki değerlerini aynı kriterler ölçüsünde değerlendirebilmeleri için PMI [37]'nin risk etki ölçek verilerinden ve Hillson [38]'nin araştırmalarından yararlanılmıştır. 5'li likert ölçeğine göre hazırlanan toplam 104 sorunun sayısal değerlendirmeleri ilk anket gibi SPSS 22,0 paket programı kullanılarak yapılmıştır. Uzman katılımcıların, yapım sürecini etkileyen tasarım süreci ve yapım süreci israf nedenlerine ait yapmış oldukları olasılık ile fiziksel olmayan israflar üzerindeki etki değerlendirmelerine göre aritmetik ortalama (\bar{x}) ve standart sapma (δ) değerleri Tablo 3 ve Tablo 4'de gösterilmiştir.

Uzman katılımcılardan oluşan odak grup ile 2. anket çalışması gerçekleştirilmiş ve bu anketle ilk anket çalışması ile belirlenen yapım sürecini etkileyen tasarım süreci ve yapım süreci israf nedenlerinin, olasılık ile fiziksel olmayan israflar açısından etki tespitleri ve analizleri yapılmıştır. Aritmetik ortalamaya göre yapılan değerlendirme sonucunda, gerçekleşme olasılığı yüksek olan bir israf nedeninin, gerçekleştiği durumda fiziksel olmayan israflara farklı derecede etki ettiği tespit edilmiştir. Örneğin, Tablo 4'te "Y19: Ana yüklenicinin saha kontrol ve denetimlerinin aksatması" olarak ifade edilen israf nedeninin aritmetik ortalama değeri "3,70"tir. Bu israf nedeninin gerçekleşmesi durumunda, maliyet israfına olan etki değeri "3,90", süre israfına olan etki değeri "4,00" ve kalite israfına olan etki değeri "4,40"tir.

5. GENEL DEĞERLENDİRME VE İSRAF MATRİSLERİNİN OLUŞTURULMASI (GENERAL EVALUATION AND CREATION OF WASTE MATRICES)

Yapılan çalışmanın bu bölümünde, 1. anket sonucunda elde edilen ve sektörde en çok karşılaşılan 26 adet israf nedeninin, 2. anket sonucunda yapılan analizlerine göre israf matrisleri oluşturulmuştur. Bu sayede, her bir israf nedeninin, fiziksel olmayan israflar üzerinde ayrı ayrı hangi oranda etki ettiğinin belirlenmesi amaçlanmıştır. Olasılık ve etki değerlendirmeleri yapılırken de, PMI [39]'te yer alan risk matrislerinden uyarılma yapılarak, Şekil 2'de gösterildiği gibi israf matrisleri oluşturulmuştur. Tablo 3 ve Tablo 4'te

gösterilen her bir israf nedeninin olasılık ile maliyet, süre, kalite israflarına olan etkilerine ait aritmetik ortalama değerleri (\bar{x}), Şekil 2'deki olasılık-etki matrisine ayrı ayrı yerleştirilmiştir. Buna göre israf nedenlerinin olasılıklarına ait aritmetik ortalamaya değerleri matrisin düşey sütununa, israflara olan etki değerleri ise yatay satırına yerleştirilmek üzere israf nedenlerinin olasılık ve etkileri; $0 \leq \bar{x} \leq 1$ ise çok az (ÇA), $1 < \bar{x} \leq 2$ ise az (A), $2 < \bar{x} \leq 3$ ise orta (O), $3 < \bar{x} \leq 4$ ise yüksek (Y) ve $4 < \bar{x} \leq 5$ ise çok yüksek (ÇY) şeklinde ayrı ayrı belirlenmiştir. İfade edilen eşitliklere göre yerleştirilen tüm aritmetik ortalama değerlerinin, Şekil 2'de gösterilen matriste etki dereceleri bulunmuş ve Tablo 5'te gösterilmiştir. Tabloda, olasılık ve israf etkisinin çarpımı sonucu bulunan aritmetik ortalama değerine göre israf etki derecesi az (A), orta (O) ve yüksek (Y) olarak ifade edilmiştir. Her etki derecesi ile birlikte verilen sayısal değer ise, olasılık ve israf etki değerlerinin çarpımı sonucunda elde edilen toplam etki değerini göstermektedir.

Aritmetik ortalama değerine göre israf etki derecesi ile olasılık ve israf etki değerlerinin çarpımı sonucunda bulunan toplam etki değerine göre israf nedenleri maliyet, süre ve kalite israfları açısından ayrı ayrı değerlendirilmiştir. Tespit edilen toplam etki değerlerinin Şekil 2'de gösterilen referans matris düzenine yerleştirilerek, aritmetik ortalama değerlerine göre her bir israf maddesinin olasılık ve maliyet, süre ve kalite israf etkisine göre değerlendirildiği ve sıralandığı analizler Şekil 3, Şekil 4 ve Şekil 5'de yer almaktadır. Matrislerde sıralamalar ve yerleşimler yapılırken, Tablo 5'te gösterildiği gibi israf nedeninin öncelikle matristeki etki derecesi belirlenmiş, etki derecesi belirlenen israf nedenlerinin de öncelik belirlenmesi, toplam etki değerine göre yapılmıştır.

Şekil 3'te israf nedenleri, olasılık-maliyet israf etkisi açısından sıralanmış ve maliyete etki eden kritik israf nedeni belirlenmiştir. Buna göre, maliyete çok yüksek derecede etki eden ve maliyet açısından en fazla israfa yol açan israf nedeni "Y2: sahada yaşanan iş gücü hataları veya kötü-özensiz uygulamalar" olarak belirlenmiştir. Bu israf nedenini sırasıyla, yüksek etki derecesine sahip olan; T7, T2, Y1, Y19, Y5, T3, T4-Y6-Y9, Y3, Y16, Y15, T6, T5-Y7-Y12-Y13, Y10, T1-Y18, Y11-Y17, Y8 ve orta düzeyde etki derecesine sahip Y14 ile Y4 israf nedenleri takip etmektedir. Y14'ün toplam etki değeri Y8'den büyük olmasına rağmen, etki derecesi matriste orta bölümde yer almaktadır. Çünkü, daha önce de ifade edildiği gibi, israf nedeni matrise öncelikle etki derecesine göre yerleştirilmiş ardından toplam etki değerine göre öncelik sıralamasına dahil edilmiştir.

OLASILIK	5	ÇOK YÜKSEK	AZ	ORTA	ORTA	YÜKSEK	YÜKSEK
	4	YÜKSEK	AZ	AZ	ORTA	YÜKSEK	YÜKSEK
	3	ORTA	AZ	AZ	ORTA	ORTA	YÜKSEK
	2	AZ	AZ	AZ	AZ	ORTA	YÜKSEK
	1	ÇOK AZ	AZ	AZ	AZ	AZ	ORTA
	0		ÇOK AZ	AZ	ORTA	YÜKSEK	ÇOK YÜKSEK
		0	1	2	3	4	5
		ETKİ					

Şekil 2. Olasılık-Etki Matrisi (Probability-Impact Matrix) [31]

Tablo 5. İsrاف Matrisinin Analizi (Analysis of Waste Matrix)

Kod	Aritmetik Ortalama Değerine Göre İsrاف Etkisi				Olasılık X İsrاف Etkisi			Aritmetik Ortalama Değerine Göre İsrاف Etki Derecesi		
	Olasılık	Maliyet	Süre	Kalite	Olasılık x Maliyet	Olasılık x Süre	Olasılık x Kalite	Maliyet	Süre	Kalite
T1	3,50	3,30	3,50	3,30	Y x Y	Y x Y	Y x Y	Y(11,55)	Y(12,25)	Y(11,55)
T2	3,80	4,00	4,00	4,30	Y x Y	Y x Y	Y x ÇY	Y(15,2)	Y(15,2)	Y(16,34)
T3	3,60	3,60	3,90	3,40	Y x Y	Y x Y	Y x Y	Y(12,96)	Y(14,04)	Y(12,24)
T4	3,60	3,50	3,90	3,50	Y x Y	Y x Y	Y x Y	Y(12,6)	Y(14,04)	Y(12,6)
T5	3,30	3,60	3,80	3,20	Y x Y	Y x Y	Y x Y	Y (11,88)	Y(12,54)	Y(10,56)
T6	3,50	3,40	3,60	3,30	Y x Y	Y x Y	Y x Y	Y(11,9)	Y(12,6)	Y(11,55)
T7	3,80	4,10	4,20	4,00	Y x ÇY	Y x ÇY	Y x Y	Y(15,58)	Y(15,96)	Y(15,2)
Y1	3,70	4,10	4,30	4,50	Y x ÇY	Y x ÇY	Y x ÇY	Y (15,17)	Y(15,91)	Y(16,65)
Y2	4,20	4,20	4,20	4,40	ÇY x ÇY	ÇY x ÇY	ÇY x ÇY	Y(17,64)	Y(17,64)	Y(18,48)
Y3	3,40	3,70	3,40	3,30	Y x Y	Y x Y	Y x Y	Y(12,58)	Y(11,56)	Y(11,22)
Y4	2,90	3,00	2,70	3,30	O x O	O x O	O x Y	O(8,7)	O(7,83)	O(9,57)
Y5	3,60	3,70	3,80	4,00	Y x Y	Y x Y	Y x Y	Y (13,32)	Y(13,68)	Y(14,4)
Y6	3,50	3,60	3,80	3,70	Y x Y	Y x Y	Y x Y	Y(12,6)	Y(13,3)	Y(12,95)
Y7	3,30	3,60	3,60	3,70	Y x Y	Y x Y	Y x Y	Y (11,88)	Y(11,88)	Y(12,21)
Y8	3,10	3,30	3,70	3,60	Y x Y	Y x Y	Y x Y	Y(10,23)	Y(11,47)	Y(11,16)
Y9	3,50	3,60	3,90	3,50	Y x Y	Y x Y	Y x Y	Y (12,6)	Y(13,65)	Y(12,25)
Y10	3,20	3,70	3,90	4,20	Y x Y	Y x Y	Y x ÇY	Y (11,84)	Y(12,48)	Y(13,44)
Y11	3,20	3,50	3,70	3,30	Y x Y	Y x Y	Y x Y	Y (11,2)	Y(11,84)	Y(10,56)
Y12	3,30	3,60	4,10	3,30	Y x Y	Y x Y	Y x Y	Y (11,88)	Y(13,53)	Y(10,89)
Y13	3,30	3,60	4,00	3,50	Y x Y	Y x Y	Y x Y	Y (11,88)	Y(13,2)	Y(11,55)
Y14	3,00	3,50	3,50	3,20	O x Y	O x Y	O x Y	O(10,5)	O(10,5)	O(9,6)
Y15	3,30	3,70	4,10	3,40	Y x Y	Y x Y	Y x Y	Y (12,21)	Y(13,53)	Y(11,22)
Y16	3,30	3,80	4,30	3,60	Y x Y	Y x Y	Y x Y	Y(12,54)	Y(14,19)	Y(11,88)
Y17	3,20	3,50	3,90	4,20	Y x Y	Y x Y	Y x ÇY	Y(11,2)	Y(12,48)	Y(13,44)
Y18	3,30	3,50	3,90	4,00	Y x Y	Y x Y	Y x Y	Y(11,55)	Y(12,87)	Y(13,2)
Y19	3,70	3,90	4,00	4,40	Y x Y	Y x Y	Y x ÇY	Y(14,43)	Y(14,8)	Y(16,28)

OLASILIK	5	ÇOK YÜKSEK						Y2(17,64)
	4	YÜKSEK					T2(15,2) Y19(14,43) Y5(13,32) T3(12,96) T4,Y6,Y9(12,6) Y3(12,58) Y16(12,54) Y15(12,21) T6(11,9) T5,Y7,Y12,Y13(11,88) Y10(11,84) T1,Y18(11,55) Y11,Y17(11,2) Y8(10,23)	T7(15,58) Y1(15,17)
	3		ORTA			Y4(8,7)	Y14(10,5)	
	2		AZ					
	1		ÇOK AZ					
0		ÇOK AZ	AZ	ORTA	YÜKSEK	ÇOK YÜKSEK		
			0	1	2	3	4	5
			ETKİ					

Şekil 3. Olasılık-Maliyet İsrاف Matrisi (Probability-Cost Waste Matrix)

Şekil 4'te israf nedenleri, olasılık-süre israf etkisi açısından sıralanmış ve süreye etki eden kritik israf nedeni belirlenmiştir. Buna göre, süreye çok yüksek derecede etki eden ve süre açısından en fazla israfa yol açan israf nedeni "Y2: sahada yaşanan iş gücü hataları veya kötü-özensiz

uygulamalar" olarak belirlenmiştir. Bu israf nedenini sırasıyla, yüksek etki derecesine sahip olan; T7, Y1, T2, Y19, Y16, T3-T4, Y5, Y9, Y12-Y15, Y6, Y13, Y18, Y6, T5, Y10- Y17, T1, Y7, Y11, Y3, Y8 ve orta düzeyde etki derecesine sahip Y14 ile Y4 israf nedenleri takip etmektedir.

OLASILIK	5	ÇOK YÜKSEK				Y2(17,64)	
	4	YÜKSEK				T2(15,2) Y19(14,8) T3,T4(14,04) Y5(13,68) Y9(13,65) Y6(13,3) Y13(13,2) Y18(12,87) T6(12,6) T5(12,54) Y10,Y17(12,48) T1(12,25) Y7(11,88) Y11(11,84) Y3(11,56) Y8(11,47)	T7(15,96) Y1(15,91) Y16(14,19) Y12,Y15(13,53)
	3		ORTA		Y4(7,83)	Y14(10,5)	
	2		AZ				
	1		ÇOK AZ				
	0			ÇOK AZ	AZ	ORTA	YÜKSEK
		0	1	2	3	4	5

ETKİ

Şekil 4. Olasılık-Süre İsrar Matrisi (Probability-Time Waste Matrix)

OLASILIK	5	ÇOK YÜKSEK				Y2(18,48)	
	4	YÜKSEK				T7(15,2) Y5(14,4) Y18(13,2) Y6(12,95) T4(12,6) Y9(12,25) T3(12,24) Y7(12,21) Y16(11,88) T1,T6,Y13(11,55) Y3,Y15(11,22) Y8(11,16) Y12(10,89) T5,Y11(10,56)	Y1(16,65) T2(16,34) Y19(16,28) Y10,Y17(13,44)
	3		ORTA			Y14(9,6) Y4(9,57)	
	2		AZ				
	1		ÇOK AZ				
	0			ÇOK AZ	AZ	ORTA	YÜKSEK
		0	1	2	3	4	5

ETKİ

Şekil 5. Olasılık-Kalite İsrar Matrisi (Probability-Quality Waste Matrix)

Şekil 5’te israf nedenleri, olasılık-kalite israf etkisi açısından sıralanmış ve kaliteye etki eden kritik israf nedeni belirlenmiştir. Buna göre, kaliteye çok yüksek derecede etki eden ve kalite açısından en fazla israfa yol açan israf nedeni “Y2: sahada yaşanan iş gücü hataları veya kötü-özensiz uygulamalar” olarak belirlenmiştir. Bu israf nedenini sırasıyla, yüksek etki derecesine sahip olan; Y1, T2, Y19, T7, Y5, Y10-Y17, Y18, Y6, T4, Y9, T3, Y7, Y16, T1-T6-Y13, Y3-Y15, Y8, Y12, T5-Y11 ve orta düzeyde etki derecesine sahip Y14 ile Y4 israf nedenleri takip etmektedir. Şekil 3, Şekil 4 ve Şekil 5’deki olasılık etki matrisleri bir arada değerlendirildiğinde, gerçekleşme olasılığı en yüksek olan ve aynı zamanda gerçekleştiğinde maliyet, süre ve kalite israfları açısından çok yüksek etkide israfa yol açan israf nedeni “Y2: sahada yaşanan iş gücü hataları veya kötü-özensiz uygulamalar” olarak belirlenmiştir. Bu israf nedenini, ayrı ayrı yapılan maliyet, süre ve kalite israf

analizlerinde etki derecesi ve değerine göre farklı israf nedenleri takip etmektedir. İsrar nedenleri ve bu nedenlerin fiziksel olmayan israflar üzerindeki olasılık ve etki değerleri analiz edilerek, israf nedenlerinin etki dereceleri ve her bir israf üzerindeki toplam etki değeri tespit edilmiştir. Buna göre, tüm israf matrislerinde yer alan israf nedenlerinin öncelikle çok yüksek, yüksek ve orta olmak üzere etki dereceleri belirlenmiştir. Etki dereceleri belirlenen israf nedenlerinin o israf üzerindeki toplam etki değerine göre ayrı ayrı, en fazla etki değerine sahip israf nedeninden, en az etki değerine sahip israf nedenine doğru sıralama yapılmıştır. Yapılan israf matrislerinin bir yüklenici firmanın hangi israf nedenine, hangi israf açısından öncelik ve önem vermesi gerektiğine karar vermesine; bununla birlikte önem ve önceliklerini doğru planlayan bir firmanın da israflarını daha verimli bir şekilde yönetmesine katkı sağlayacağı düşünülmektedir.

6. SONUÇLAR (CONCLUSIONS)

Yalın düşüncenin esasında; yalın bir üretim sistemine, yalın bir firmaya, yalın bir değer zincirine ulaşma çabası bulunmaktadır. Bu nedenle yalın düşünce ile birlikte, “değer” kavramına odaklanarak her türlü “israf” tan uzaklaşmak temel hedeftir. İnşaat sektöründe de yalınlaşabilmenin en önemli adımlarından birisinin, “israf” kavramını doğru anlayarak, israf yönetiminin yapılması olduğu düşünülmektedir. İsrâf; sadece malzeme, ekipman israfları şeklinde fiziksel olarak ortaya çıkmadığı gibi, fiziksel olmayan israflar olarak da meydana gelebilmektedir. İşte bu noktada; süre, maliyet ve kalite israfları olarak ifade edilen fiziksel olmayan israfların, özellikle bina üretim sürecinin, üretim adı altında geniş yer kaplayan yapım süreci kapsamında, anlaşılması ve yönetilebilmesi önemlidir.

Yapılan çalışmada, “israf” kavramı yalın düşünce çerçevesinde ele alınmış; fiziksel olmayan israflar, yapım süreci kapsamında değerlendirilmiştir. Fiziksel olmayan israfları yönetebilmenin en önemli adımlarından birisinin, bu israflara yol açan nedenlerin belirlenmesi olduğu düşüncesiyle; öncelikle, yapım sürecinde fiziksel olmayan israflara yol açan, tasarım süreci ile yapım sürecindeki israf nedenleri tespit edilmiştir. Bunun için de; alan çalışmasının ilk aşaması olan 1. anket çalışması gerçekleştirilmiştir. 1. anket çalışmasının sonucunda; inşaat sektöründeki israf nedenleri ve bu israf nedenlerinin değer indekslerine göre önem dereceleri ortaya konmuştur. Önem dereceleri tespit edilen ve indeks değeri 10,00’un üzerinde olan 26 adet israf nedeni; sektörde en çok karşılaşılan israf nedenleri olarak belirlenmiş ve belirlenen bu israf nedenlerini analiz edilebilmek amacıyla; alan araştırmasının ikinci aşaması olan 2. anket çalışması yapılmıştır. 2. anket çalışmasıyla, 26 adet israf nedeninin gerçekleşme olasılıkları ve gerçekleştiği durumda; yapım sürecinde maliyet, süre ve kalite israflarının oluşmasına ne derecede etki ettiği belirlenmiş ve bu israf nedenleri, risk matrislerinden faydalanılarak, maliyet, süre ve kalite israf matrisleri oluşturulmak üzere ayrı ayrı analiz edilmiştir. Yapılan analizlerle, fiziksel olmayan israfların her biri için yüksek etki düzeyine sahip israf nedenleri ortaya konmuştur. Böylece; öncelikle yüksek israf etki derecesinden başlanarak tüm israf nedenleri için bir israf politikasının oluşturulabilmesi ve bu derecelendirmeye göre gerekli önlemlerin alınabilmesine yönelik bir analiz ortaya konması hedeflenmiştir.

İnşaat firmalarında, israfların belirlenmesi, israfların oluşmasına yol açan nedenlerin tespit ve analizleri sonucunda; bu yönde uygun taktik, prosedür ve yöntem geliştirilerek gerekli çözüm senaryolarının üretilmesi, israfların inşaat sektörünün zayıf noktalarından biri olması nedeni ile son derece önem taşımaktadır. Firma ölçeğinden başlanarak israfların minimize edilmesinin ve ortadan kaldırılmasının da, sektörde; sektörle birlikte de öncelikle ulusal, ardından global ölçekte yüksek ve olumlu katkılar sağlayacağına inanılmaktadır. Bu noktada; bir inşaat firmasının proje şartlarına, katılımcı isteklerine, firmanın amaç ve hedeflerine bağlı olarak hangi fiziksel olmayan

israfı öncelikli olarak minimize etmesi gerektiğini tespit etmesinde; bu israflara bağlı olarak da hangi israf nedenlerine öncelik vererek müdahalede bulunması gerektiğine karar vermesinde, yapılan çalışmanın katkı sağlayacağı düşünülmektedir.

KAYNAKLAR (REFERENCES)

1. Türk Dil Kurumu. <https://sozluk.gov.tr/?kelime=yal%C4%B1n>, Erişim tarihi Eylül 26, 2019
2. Womack J.P. ve Jones D. T., Yalın Düşünce, Oygur Yamak Çeviri, İstanbul Yalın Enstitü, İstanbul, 2003
3. Onwughalu O.O., Okeke K.E., Henry-Chibor E., Lean Production and Its Effect in Organizations: A Study of Selected Manufacturing Firms in Nigeria, Scholarly Journal of Science Research and Essay (SJSRE), 6 (4), 85-98, 2017.
4. Thorhallsdottir T.V., Implementing of Lean Management in An Airline Cabin, A World First Execution?, Social and Behavioral Sciences, 226 (2016), 326-334, 2015.
5. Liker J.K., The Toyota Way: 14 Management Principles From the World's Greatest Manufacturer, McGraw-Hill, New York, 2004
6. Marhani M.A., Jaapar A., Bari N.A.A., Zawawi M., Sustainability Through Lean Construction Approach: A Literature Review, AMER International Conference on Quality of Life, Langkawi, Malaysia, 90-99, 6-8 April, 2013.
7. Can G. ve Taş E., Bina Üretim Sürecinde Kullanılan Yalın Tekniklerine Yönelik Literatür Araştırması, 1. International Conference on Innovation, Sustainability, Technology and Education in Civil Engineering İskenderun, Hatay, Türkiye, 136-148, 13-15 June, 2019.
8. Koskela L., Application of The New Production Philosophy to Construction, Center of Integrated Facility Engineering (CIFE) Technical Report 72, Stanford University, Stanford, USA, 1992.
9. Türk Dil Kurumu. <https://sozluk.gov.tr/?kelime=%C4%B0SRAF>, Erişim tarihi Aralık 1, 2019.
10. Peddavenkatesu Y. ve Naik B.H., Waste Minimisation in Construction Industry, International Journal of Innovative Research in Science Engineering and Technology (IJIRST), 5(10), 18023-18030, 2016.
11. Roslan A.F., Zain M.Z.M., Hamid Z.A., Sustainable Construction Waste Management, Construction Research Institute of Malaysia (CREAM), 66, 62-70, 2016.
12. Nagapan S., Rahman I.A., Asmi A., Factors Contributing to Physical and Non-physical Waste Generation in Construction Industry, International Journal of Advance in Applied Sciens (IJAAS), 1 (1), 1-10, 2012.
13. Ismam, J. N. ve Ismail, Z., Sustainable Construction Waste Management Strategic Implementation Model. WSEAS Transactions on Environment and Development, 10, 48-59, 2014.
14. Saidu I. ve Winston S., A Study of the Relationship Between Material Waste and Cost Overrun in The

- Construction Industry, 9th CIDB Postgraduate Conference, Cape Town, South Africa, 124-134, 2-4 Şubat 2016.
15. Saidu I. ve Winston S., The Contributions of Construction Material Waste to Project Cost Overruns in Abuja, Nigeria. *Acta Structilia*, 23 (1), 99-113, 2016.
 16. KalilurRahman M. ve Janagan S.S, Construction Waste Minimization and Reuse Management, *International Research Journal of Engineering and Technology (IRJET)*, 2 (8), 266-271, 2015.
 17. Saadi N., Zulhabri I., Zarina A., A Review of Construction Waste Management and Initiatives in Malaysia, *Journal of Sustainability Science and Management (JSSM)*, 2 (11), 101-114, 2016.
 18. Mazlum S.K. ve Pekerçli M.K., Lean Design Management: An Evaluation of Waste Items for Architectural Design Process, *METU Journal of the Faculty of Architecture (JFA)*, 33 (1), 1-20, 2016.
 19. Polat G., Damcı, A., Türkoğlu H., Gürgün, A.P., Identification of Root Causes of Construction and Demolition (C&D) Waste: the case of Turkey, *Creative Construction Conference (CCC)*, Primosten-Crotia, 948-955, 19-22 June, 2017.
 20. Hashemi M.H., Mamaghani N.H.M.H., Daei M., Design and Utilization Wastes in Construction, *ARPN Journal of Engineering and Applied Sciences (JEAS)*, 9 (11), 2212-2219, 2014.
 21. Nagapan S., Rahman I.A., Asmi, A. Memon, A.H., Zin R.M., Identifying Causes of Construction Waste: Case of Central Region of Peninsula Malaysia, *International Journal of Integrated Engineering (IJIE)*, 4 (2), 22-28, 2012.
 22. Environmental Protection Agency, A Review of Design and Construction Waste Management Practices in Selected Case Studies: lessons learned, Environmental Protection Agency (EPA) Research Report 146, www.epa.ie, Yayın tarihi 2015, erişim tarihi: Ekim 3, 2019.
 23. Ajayi S. O., Design, Procurement and Construction Strategies for Minimizing Waste in Construction Projects, Doctoral Thesis, University of the West of England, UK, 2016.
 24. Rahman I.A., Nagapan, S., Memon A.H., Risk Level of Factors Contributing to Waste Generation in Construction Phase, *Proceedings of the International Civil and Infrastructure Engineering Conference 2014 (CIEC-2014)*, Malaysia, 199-209, 28 September- 01 October 2014, 2015.
 25. Agyekum K., Minimizing Materials Wastage at the Construction Stage of a Project Through the Implementation of Lean Construction, Master's Thesis, Kwame Nkrumah University, Building Technology Department, Zambia, 2012.
 26. Online Anketler. <<https://www.onlineanketler.com/?url=survey>>, Erişim tarihi Nisan 9, 2019.
 27. Mortaheb M.M. ve Mahpour A., *Integrated Construction Waste Management, A Holistic Approach*, Doctoral thesis, Sharif University of Technology (SUT), Iran, 2016.
 28. Seyis E., Ergen E., Pizzi E., Identification of the Waste Types and Their Root Causes in Green-Building Project Delivery Process, *Journal of Construction Engineering Management*, 142 (2), 1-13, 2016.
 29. Aomar R.A., Analysis of Lean Construction Practices at Abu Dhabi Construction Industry, *Lean Construction Journal*, 105-121, 2012
 30. Tokat A., Türk Yapım Şantiyelerindeki İsrafın ve Nedenlerinin Tespit Edilmesi ve Yalın İnşaat Uygulamalarıyla Çözüm Önerisi Geliştirilmesi, Yüksek Lisans Tezi, İstanbul Teknik Üniversitesi, İstanbul, 2015.
 31. Al-Hajj A. ve Hamani K., Material Waste in the UAE Construction Industry: Main Causes and Minimization Practices, *Journal of Architectural Engineering and Design Management*, 7 (4), 221-235, 2011.
 32. Shen L.Y. ve Tam V.W.Y., Implementation of Environmental Management in the Hong Kong Construction Industry, *International Journal of Project Management (IPMA)*, 20 (7), 535-543, 2002.
 33. Begum R.A., Chamhuri S., Pereira J.J., Jaafar A.H., Implementation of Waste Management and Minimisation in the Construction Industry of Malaysia, *International Journal of Resources, Conservation & Recycling*, 51 (1), 190-202, 2007.
 34. Cronbach L.J., Coefficient Alpha and the Internal Structure of Tests, *Psychometrika*, 16 (3), 297-334, 1951
 35. Kılıç S., Cronbach's Alpha Reliability Coefficient, *Journal of Mood Disorders (JMOOD)*, 6 (1), 47-48, 2016
 36. Pallant J.F., *SPSS Survival Manual: A Step-by-Step Guide to Data Analysis with SPSS for Windows 12th Version*, Altes & Unwin, Australia, 2007.
 37. Project Management Institute, *A Guide to the Project Management Body of Knowledge*, Project Management Institute, 5.baskı, Pennsylvania, USA, 2013.
 38. Hillson D., Describing Probability: The Limitations of Natural Language. Paper presented at PMI® Global Congress 2005-EMEA, Edinburgh, Scotland, Newtown Square, PA: Project Management Institute, Erişim tarihi 20 Ekim 2019, <https://www.pmi.org/learning/library/describing-probability-limitations-natural-language-7556>, 2005.
 39. Project Management Institute, *A Guide to the Project Management Body of Knowledge*, Project Management Institute, 6.baskı, Pennsylvania, USA, 2017.