T.C.
DÜZCE ÜNİVERSİTESİ
FEN BİLİMLERİ ENSTİTÜSÜ

TÜRKİYE'DE YALIN DÜŞÜNCE VE YALIN İNŞAAT UYGULAMALARININ PROJE KARLILIĞINA ETKİSİNİN İNCELENMESİ

YASEMİN ÇELEBİ

YÜKSEK LİSANS TEZİ
İNŞAAT MÜHENDİSLİĞİ ANABİLİM DALI

DANIŞMAN
PROF. DR. RIFAT AKBIYIKLI

DÜZCE, 2021

T.C.
DÜZCE ÜNİVERSİTESİ
FEN BİLİMLERİ ENSTİTÜSÜ

TÜRKİYE'DE YALIN DÜŞÜNCE VE YALIN İNŞAAT UYGULAMALARININ PROJE KARLILIĞINA ETKİSİNİN İNCELENMESİ

Yasemin ÇELEBİ tarafından hazırlanan tez çalışması aşağıdaki jüri tarafından Düzce Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü İnşaat Mühendisliği Anabilim Dalı'nda **YÜKSEK LİSANS TEZİ** olarak kabul edilmiştir.

Tez Danışmanı

Prof. Dr. Rıfat AKBIYIKLI

Düzce Üniversitesi

Jüri Üyeleri

Prof. Dr. Rıfat AKBIYIKLI
Düzce Üniversitesi _____

Doç. Dr. Latif Onur UĞUR
Düzce Üniversitesi _____

Dr. Öğr. Üyesi Osman AYTEKİN
Düzce Üniversitesi _____

Tez Savunma Tarihi: 28/01/2021

BEYAN

Bu tez çalışmasının kendi çalışmam olduğunu, tezin planlanmasından yazımına kadar bütün aşamalarda etik dışı davranışımın olmadığını, bu tezdeki bütün bilgileri akademik ve etik kurallar içinde elde ettiğimi, bu tez çalışmasıyla elde edilmeyen bütün bilgi ve yorumlara kaynak gösterdiğimi ve bu kaynakları da kaynaklar listesine aldığımı, yine bu tezin çalışılması ve yazımı sırasında patent ve telif haklarını ihlal edici bir davranışımın olmadığını beyan ederim.

28 Ocak 2021

Yasemin ÇELEBİ

TEŞEKKÜR

Yüksek lisans ve lisans öğrenimimde ve bu tezin hazırlanmasında gösterdiği her türlü destek ve yardımdan dolayı, Yalın Düşünce kavramıyla beni tanıştıran ve bu konuda çalışmama vesile olan çok değerli hocam Prof. Dr. Rıfat AKBIYIKLI'ya en içten dileklerimle teşekkür ederim.

Bu çalışma boyunca yardımlarını ve desteklerini esirgemeyen, her sıkıntımda yanımda olan, bana moral verip çalışmalarımı gerçekleştirmeme yardımcı olan öncelikle sevgili aileme, ardından ve destekleriyle arkadaşlığın anlamını gösteren ve fikirleriyle her zaman bana yol gösteren arkadaşlarım Harun KARTAL'a, Feyza ERDEM'e ve Elif GENÇ'e en içten sevgilerimi ve sonsuz teşekkürlerimi sunarım.

28 Ocak 2021 **Yasemin ÇELEBİ**

İÇİNDEKİLER

Sayfa No

ŞEKİL LİSTESİ vii
ÇİZELGE LİSTESİ viii
KISALTMALAR ix
SİMGELER x
ÖZET xi
ABSTRACT xii
1. GİRİŞ 1
2. YALIN DÜŞÜNCE 3
2.1. YALIN DÜŞÜNCENİN ORTAYA ÇIKIŞI 4
2.2. YALIN DÜŞÜNCE İLKELERİ 5
2.2.1. Değer 5
2.2.2. Değer Akışı 6
2.2.3. Sürekli Akış 6
2.2.4. Çekme 7
2.2.5. Mükemmellik 7
2.3. İSRAF ÇEŞİTLERİ 7
2.3.1. 3M 7
2.3.2. 7 İsraf 8
3. YALIN ÜRETİM 12
3.1. TOYOTA ÜRETİM SİSTEMİ 12
3.2. YALIN ÜRETİM TEKNİKLERİ 17
3.2.1. Just in Time 18
3.2.2. Jidoka 18
3.2.3. Poka-Yoke 19
3.2.4. Kanban Sistemi 20
3.2.5. Kaizen 22
3.2.6. Pull-Push Sistemi 23
3.2.7. Denge ve Takt Zamanı 24
3.2.8. Andon 24
3.2.9. Heijunka (Dengeleme) 25
3.2.10. Jishuken (Hat Verimliliği) 25
3.2.11. Beş S 26
3.2.12. 5 Neden 26
4. YALIN İNŞAAT 28
4.1. GELENEKSEL İNŞAAT VE YALIN İNŞAAT 29
4.2. ŞANTİYELERDE İSRAF ÇEŞİTLERİ 31
4.3. YALIN İNŞAAT TEKNİKLERİ 33
4.3.1. Yalın Proje Teslim Sistemi 33
4.3.2. Son Planlayıcı Sistemi 38

4.3.3. Görsel Yönetim 41
4.3.4. İlk İşletim Çalışmaları 42
4.3.5. Materyal Kanban Kartları 43
4.3.6. Beş S 43
4.3.7. Eş Zamanlı Mühendislik 44
4.3.8. Değer Akış Haritalama 44
4.3.9. Günlük Grup Toplantıları 45
4.4. TÜRKİYE'DE YALIN İNŞAAT 45
4.5. ÇEVİK İNŞAAT 49
5. ÖRNEK BİR ŞANTİYEDE YAPILAN İSRAFLAR NEDENİYLE OLUŞABİLECEK ZARARLAR 51
5.1. ŞANTİYEDE İSRAFA NEDEN OLAN DURUMLAR 51
5.2. ŞANTİYEDE YAPILAN İSRAFLARIN PARA KARŞILIKLARI 60
6. SONUÇLAR VE ÖNERİLER 70
7. KAYNAKÇA 72
ÖZGEÇMİŞ 78

ŞEKİL LİSTESİ

Sayfa No

Şekil 2.1. 7 israf çeşidi 9
Şekil 3.1. Toyota üçgeni 16
Şekil 3.2. Toyota evi 17
Şekil 3.3. Kanban kartı 20
Şekil 3.4. Temel kanban sistemi 21
Şekil 4.1. LPDS modeli 34
Şekil 4.2. Yalın tasarımın altı aşaması 35
Şekil 4.3. LPS modeli 40
Şekil 4.4. SHOULD-CAN-WILL a) A diyagramı b) B diyagramı 41
Şekil 4.5. 5S yaklaşımı a) 5S'ten önce b) 5S'ten sonra 43
Şekil 4.6. Türkiye GSYH inşaat sektörü büyüme hızları 47
Şekil 5.1. Güvenlik kulübesi 54
Şekil 5.2. Spiral merdiven 54
Şekil 5.3. Diğer imalatlara verilen zarar 55
Şekil 5.4. Diğer imalatlara verilen zarar (1) 55
Şekil 5.5. Diğer imalatlara verilen zarar (2). 56
Şekil 5.6. Diğer imalatlara verilen zarar (3). 56
Şekil 5.7. Diğer imalatlara verilen zarar (4) 57
Şekil 5.8. Diğer imalatlara verilen zarar (5) 57
Şekil 5.9. Diğer imalatlara verilen zarar (6) 58
Şekil 5.10. Diğer imalatlara verilen zarar (7) 58
Şekil 5.11.Yalıtımı yapılmayan kanallar 59
Şekil 5.12. Yanlış imalat sırasından kaynaklı yanlış imalat 59
Şekil 5.13. İmalattan artan ve israf olan malzeme (1) 59
Şekil 5.14. İmalattan artan ve israf olan malzeme (2) 60

ÇİZELGE LİSTESİ

Sayfa No

Çizelge 3.1. Kanban'ın işlevleri 21
Çizelge 4.1. Geleneksel İnşaat ve Yalın İnşaat karşılaştırılması 30
Çizelge 4.2. İnşaat atıkları 31
Çizelge 4.3. Yalın İnşaat'ın üç seviyesi 45
Çizelge 5.1. Şantiyede revizeler sonucu gerçekleşen israflar ve para karşılıkları. .. 60
Çizelge 5.2. Şantiyede tadilatlar sonucu gerçekleşen israflar ve para karşılıkları... 62
Çizelge 5.3. Şantiyede yanlış imalatlar sonucu gerçekleşen israflar ve para karşılıkları 66
Çizelge 5.4. İsrafların toplam maliyeti 67
Çizelge 5.5. İsraflrın sebep olduğu malzeme israfı ve para karşılığı 67

KISALTMALAR

BIM	Building Information Modeling
GSYH	Gayrı Safi Yurt İçi Hasıla
LPS	Last Planner Sysyem
LPDS	Last Project Delivery System
m^2	Metrekare
PM	Project Management
SMED	Single Minute Exchange of Die
TÜS	Toyota Üretim Sistemi
vb.	Ve Benzeri
vd.	Ve Diğerleri

SİMGELER

₺	Türk Lirası

ÖZET

TÜRKİYE'DE YALIN DÜŞÜNCE VE YALIN İNŞAAT UYGULAMALARININ PROJE KARLILIĞINA ETKİSİNİN İNCELENMESİ

Yasemin ÇELEBİ
Düzce Üniversitesi
Fen Bilimleri Enstitüsü, İnşaat Mühendisliği Anabilim Dalı
Yüksek Lisans Tezi
Danışman: Prof. Dr. Rıfat AKBIYIKLI
Ocak 2021, 77 sayfa

İnşaat endüstrisi, gelişmelere açık ve farklı düşünce tiplerinin uygulanabilirliğinin bulunduğu bir sektördür. Çok yönlü ve kapsamlı bir çalışma ortamı olan inşaat alanlarında maliyet ve kalite önemli iki ölçüttür. Günümüzde maliyeti düşük kaliteli ürünler ortaya koymak artık şirketler için temel kurallar haline gelmiştir. Bunu gerçekleştirmek için israfların ortadan kaldırılması ve tamamen müşteri odaklı üretim düşüncesi etkinlik göstermektedir. Bu etkinliğin ihtiyaçlarını, israfların ortadan kaldırılmasını ya da israfın önlenmesini konu alan Yalın Düşünce karşılamaktadır. Bu düşünce yöntemi israfın nedeninin bulunup ortadan kaldırılmasına dayanmaktadır. Yalın Düşünce 1920'li yıllarda Japonya'da etkinlik gösteren Toyota şirketinde ortaya çıkmış, Berkeley Üniversitesi'nde Glenn Ballard öncülüğünde ise inşaat sektörüne uyarlanmış bir ideolojidir. Yalın düşünce tüm bu üretim ve yönetim hareketlerini, sahip olduğu ilke ve yöntemlerle gerçekleştirmektedir. Tamamen müşteri ihtiyaçlarına ve isteklerine odaklanan, fazla stoktan, gereksiz hareketten kaçınmayı savunan bu düşünce tarzı israfları azaltmada en önemli yöntemlerden biridir. Türkiye'de bulunan inşaat şirketlerinde çok da etkinliğini göremediğimiz bu düşünce tipi, bu düşünceyi benimsememiş şirketlerde de ne derece israfa neden olduğunu görmekteyiz. Bu çalışmada Türkiye'de bulunan ve Yalın İnşaat yöntemlerinin uygulanmadığı bir şantiyede ortaya çıkan israf maliyetleri incelenmiştir. Yapılan incelemeler sonucu şantiyedeki revize projelerden, imalatlara verilen zararlardan dolayı yapılan tadilatlardan ve yanlış imalatlardan kaynaklanan insan ve malzeme israfının olduğu görülmüştür. Bu israfların maliyetleri hesaplanarak şantiyede yapılan israfın para karşılığı bulunmuştur.

Anahtar sözcükler: İnşaat yönetimi, İsraf, Maliyet, Yalın düşünce, Yalın İnşaat.

ABSTRACT

THE INVESTIGATION OF THE APPLICATION OF LEAN THINKING AND LEAN CONSTRUCTION OF PROJECT PROFITABILITY IN TURKEY

Yasemin ÇELEBİ
Düzce University
Graduate School of Natural and Applied Sciences, Department of Civil Engineering
Master's Thesis
Supervisor: Prof. Dr. Rıfat AKBIYIKLI
January 2021, 77 pages

The construction industry is a sector that is open to developments and where different types of thinking can be applied. Cost and quality are two important criteria in construction areas, which have a versatile and comprehensive work environment. Today, producing low-cost quality products has become the basic rules for companies. To achieve this, the elimination of waste and completely customer-oriented production thinking is effective. Lean Thinking, which is about eliminating or preventing waste, meets the needs of this event. This method of thinking is based on finding and eliminating the cause of waste. Lean Thinking is an ideology that originated in the Toyota Company operating in Japan in the 1920s, and was adapted to the construction industry under the leadership of Glenn Ballard at Berkeley University. Lean thinking realizes all these production and management movements with the principles and methods it has. This way of thinking, which focuses entirely on customer needs and desires and advocates avoiding excess stock and unnecessary movement, is one of the most important methods in reducing waste. This type of thinking we do not see much activity in the construction company in Turkey, we see that it is wasteful to what extent companies have also adopted this idea. In this study, the costs associated waste on a site located not applied in Turkey and Lean Construction methods have been examined. As a result of the investigations, it has been observed that there is a waste of human and material arising from the revised projects in the construction site, the modifications made due to the damage to the manufacturing and the wrong manufacturing. The costs of these wastes were calculated and the money equivalent of the waste made in the construction site was found.

Keywords: Construction management, Lean Construction, Cost, Lean thinking, Waste.

1. GİRİŞ

Türkiye'de ve dünyada günden güne artan rekabet şartları, her sektördeki şirketleri sermayelerini koruma, büyütme ve sürekliliğini sağlama konusunda isteklendirmektedir. Bütün şirketler bu yarış içerisinde bulunabilmek ve ileriye yönelmek amacıyla yeni metotlar denemekte ve gelişimlerinin sürekliliğini sağlamayı istemektedir. Bu başarıyı elde etmek isteyen şirketlerin, çalışan ve müşteri memnuniyet ve isteklerini aynı zamanda da finansal hedeflere ulaşarak pazardaki mevkilerini korumanın yolu, yeni ve güncel metotları takipte kalmaktan ve uygulamaktan geçmektedir (Tokat, 2015).

Bu yeni ve güncel metotlardan bir tanesi ve belki en önemlisi de yalın düşüncedir. Kavrakoğlu (1998), yalın düşünceyi malın veya hizmetin üretimi için gerekli olmayan, değer katmayan işlemlerin, gereksiz malzeme hareketlerinin, gereksiz işgücü hareketlerinin, gereksiz stokların, hataların ve uzun hazırlık sürelerinin ortadan kaldırılması şeklinde tanımlamıştır (Kavrakoğlu, 1998). Yalın düşüncenin çıkış noktası değer kavramıdır. Üretici tarafından yaratılan değer, müşteri açısından da üreticinin var olma sebebidir (Womack ve Jones, 2003).

Yalın düşüncenin amacı, değerin ilk ortaya çıkışından başlayarak, değer yaratma sürecince sürekli bir şekilde müşteriye aktarılmasıdır. Bunu gerçekleştirilebilmesi için tüm değer zincirine bir bütün olarak bakmak, israfları azaltmak ve tüm faaliyetleri müşteri için kusursuz bir değer oluşturulması amacına yönlendirmek gerekir. Bütün bu değer sürecinin tamamına bakılarak bu süreçteki israfları minimuma indirerek müşteri için optimum değer üretmeyi hedefleyen bir düşüncedir.

Yalın İnşaat, ABD'deki Lean Construction Institute'a (Yalın İnşaat Enstitüsü) göre, güvenilir ve hızlı bir değer teslimi için uygulanan, üretim yönetimi odaklı bir proje teslim sistemidir. Yalın İnşaat uygulamaları yapım süreçlerini müşteri ihtiyaçlarını karşılamak adına minimum maliyet ve maksimum değer üreterek yönetmek ve geliştirmek için hayata geçirilmektedir (Koskela vd., 2002).

Yalın İnşaat'ta amaç maliyeti düşürürken değeri artırmaktır ve bunun için yedi ana israf önlenmesi temel alınmıştır. Bunlar: Hatalar, gecikmeler, fazla işlem, fazla üretim, gereksiz depolama, malzeme ve ekipmanın gereksiz taşıma ve tedariki, işgücünün

gereksiz yer değiştirmesi (Ohno, 1988). Buradaki israfları önlemek için de yöntemler geliştirilmiştir. Bu yöntemler; Just in Time, Jidoka, 5 neden, Andon, Poka-Yoke, Heijunka vb. gibi.

Yalın Üretim ve Yalın İnşaat uygulamaları, ortaya çıkan ürünlere değer katmaya odaklanmıştır. Maliyeti düşük ve değeri yüksek ürünler üretmek şirketler için her zaman izlenen yollar olmuştur. Fakat bu yöntemler uygulamayan şirketlerde gerek malzeme gerekse insan israfları ortaya çıkmıştır.

Türkiye'de özellikle orta ve küçük çaplı şirketlerde Yalın İnşaat uygulamalarının genellikle uygulanmamaktadır. İsraflar maliyeti ciddi derecede etkilemekte ve şirketleri inşat maliyetlerini artırması açısından oldukça zora sokmaktadır. Ortaya çıkan israflar üzerine gidilmediğinde ve mali karşılıkları görülmediğinde belki de şirketler için göze batan bir durum olmamıştır. Bu çalışmanın da amacı şirketlere, aslında dikkat edilmeyen ufak konuların bile iş bitiminde kendilerini ne derece zarara uğrattığını göstermektir. Türkiye'de 70.000 m^2'lik inşaata sahip bir şirketin iş programı olmadan, mekanik, elektrik, ahşap, peyzaj, havuz, alüminyum cephe vb. gibi birçok taşeronun birbiriyle olması gerekenden düşük seviyede iletişim kurduğu bir şantiye incelenmiştir.

2. YALIN DÜŞÜNCE

Yalınlık; malın veya hizmetin üretimi için gerekli olmayan, değer katmayan işlemlerin, gereksiz malzeme hareketlerinin, gereksiz işgücü hareketlerinin, gereksiz stokların, hataların ve uzun hazırlık sürelerinin ortadan kaldırılmasıdır (Kavrakoğlu, 1998). Yalın düşüncenin çıkış noktası değer kavramıdır. Üretici tarafından yaratılan değer, müşteri açısından da üreticinin var olma sebebidir (Womack ve Jones, 2003).

Yalın düşüncenin amacı olan temel konu, değerin ilk oluşumdan başlayarak, değer yaratma süreci boyunca kesintisiz bir şekilde müşteriye aktarılmasıdır. Bunu gerçekleştirilebilmesi için tüm değer zincirine bir bütün olarak bakmak, israfları ortadan kaldırmak ve tüm faaliyetleri müşteri için kusursuz bir değer oluşturulması amacına yönlendirmek gerekir. Bütün bu değer sürecinin tamamına bakılarak bu süreçteki israfları minimuma indirerek müşteri için optimum değer üretmeyi hedefleyen bir düşüncedir. (Yalın düşünce 2020).

Yalın düşüncede israf, bilinen anlamının ötesinde müşterisine fayda sağlamayan her ürün ya da hizmeti ve kullanıcının bu ürün ya da hizmete fazla bedel ödemeyi kabul etmeyeceği bir durumdur. (Yalın düşünce 2020).

Yalın düşünce amaçlarını şu şekilde sıralayabiliriz (Yalın düşünce 2020);

- Sadece müşterinin istediği kalite ve fiyatta ürün üretebilmek.
- Müşterinin istediği zamanda (pazara sunulduğu zaman, teslim süresi, sevkiyat sıklığı) üretebilmek.
- Daha az iş gücü, ekipman, zaman vb. harcayarak üretebilmek.
- Müşteri için bir değer ortaya çıkarabilecek faaliyetlere yönelebilmektir.

Yalın düşünce, israfları ürün ve hizmet oluşum aşamalarından arındırıp sadeleştirerek, Müşteriye ulaşan değeri kusursuzlaştırmak ve böylece firma karlılığını arttırmak amacını taşıyan kavram, sistem ve teknikler bütünü anlamına gelir (Liker, 2005). Yalın düşünce, israfı ortadan kaldırıp istenilen değere dönüştürülmesine yönelik çalışmalara zamanında geri bildirim alarak, beklenti içerisine girilen işin ortaya çıkarılmasını sağlar. Yalın düşünce müşterinin beklentilerine daha az iş gücü, ekipman, zaman, alan gibi üretim

faktörü kullanarak daha fazla üretebilmeyi hedefler (Womack ve Jones, 2006).

2.1. YALIN DÜŞÜNCENİN ORTAYA ÇIKIŞI

Yalın düşünce 1920 yıllarında Japonya'da ortaya çıkmış bir yaklaşımdır. Toyota otomotiv endüstrisinde faaliyet gösterse de ilk çalışmaları ana bilgi alanı kumaş üretmek olan otomatik tezgâh makinelerini üretmek olmuştur. Bu makinelerin üretimi sırasında, makinelerin nasıl daha verimli kumaş üreteceği konusu üzerine çalıştılar. Ulaşmak istedikleri nokta iplik yoğunluklarını artırıp bir yandan da hata miktarını azaltmaktı. Bu amaca ulaşmak için makinelerin otomasyonu ve sürekli iyileştirme döngüsü ile çalışanların çalışmalarını iyileştirmenin bir yolu olan Jidoka kavramı ortaya çıkarıldı. Bu kavramın ortaya çıkışındaki temel amaç, geri besleme döngüsünü hızlandırmak ve çalışanların hatalara ve arızalara daha hızlı müdahale edebilmesini sağlamak oldu. Tüm bu araştırmaların ardından 3M olarak isimlendirilen olası üç atık kaynağını buldular. Belirlenen bu atık kaynaklarının ilki Muri, ikincisi Muda ve üçüncüsü Mura olarak adlandırıldı (Yalın düşünce serüveni 2020).

Bu kaynaklar arasındaki Muri; aşırı yük anlamına gelmektedir. Temel olarak, bir makineye aşırı yüklenilmesi, fazla çalıştırılması veya yine bir kişinin fazla çalıştırılması bu kaynağı ortaya çıkarmıştır. Makinelerin ya da çalışanların iş yükünü fazla olması, daha düşük kalitede ürünlerin üretimine sebep olduğunu ifade etmektedir. Muri durumu her gerçekleştiğinde, süreç durduruldu, ekipler bir araya gelerek aşırı yükün nasıl giderileceği konusunda çözümleme yapmaya çalıştılar. Oluşan arızanın giderilmesinin, sorunu arızadan önce tespit edip önünü kesmekten daha maliyetli olduğunu gördüler (Yalın düşünce serüveni 2020).

Mudayı ise israf faaliyetleri olarak adlandırabilir. Başka bir deyişle, üretilen ürüne veya müşterisine hiçbir değer katmayan bütün şeylerdir. Müşterinin ihtiyaç duyduğundan çok daha fazla üretim yapmak israflara neden olmuş ve mudayı ortaya çıkarmıştır. Bu durum fazla üretilen ve müşteriden karşılığı alınamayan ürünlerin, üretim sürecinde malzeme, iş gücü, zaman vb kaynakların israf edilmesine sebep olmuştur (Yalın düşünce serüveni 2020).

Mura, iş akış sürecindeki düzensiz akış veya gereksiz varyasyonlar anlamına gelir. Mura, eşitsizlik, tekdüzelik olmama ve düzensizlik anlamına gelir. Mura, yedi atıktan herhangi birinin varlığının sebebidir. Başka bir deyişle, Mura sürer ve Muda'ya götürür. Örneğin,

bir üretim hattında, ürünlerin montaj işlemi sırasında birkaç iş istasyonundan geçmesi gerekir. Bir istasyonun kapasitesi diğer istasyonlardan daha büyük olduğunda, aşırı üretim, bekleme vb. Şeklinde bir atık birikimi göreceksiniz. Yalın üretim sisteminin amacı, iş yükünü düzensizlik veya eşitsizlik olmayacak şekilde dengelemektir. Atık birikimi. Mura, Tam Zamanında "Kanban" sistemleri ve aşırı üretimi ve fazla envanteri sınırlayan diğer çekmeye dayalı stratejiler aracılığıyla önlenebilir. Bir Just-In-Time sisteminin ana konsepti, doğru parçayı, doğru miktarda ve doğru zamanda teslim etmek ve üretmektir (Yalın düşünce serüveni 2020).

2.2. YALIN DÜŞÜNCE İLKELERİ

2.2.1. Değer

Yalının temel varsayımlarından biri "değer" ve "israf'ın müşteri bakış açısı ile belirlenmesidir. Temel nokta "müşteri değeri" kavramının yalının kalbinde olduğudur (Radnor ve Osborne, 2013). Üretici tarafından yaratılan değer, müşterinin baktığı açıdan üreticinin var olma sebebidir. Yalın düşüncenin ilk adımı ve çıkış noktası olarak ifade edilen "değer" kavramını sadece son müşterinin yapabileceği bir tanım olduğuna dikkat çekilmiştir. Değer kavramı ancak belli bir zamanda belli bir fiyatta müşteri ihtiyaçlarını karşılayan belli bir ürün cinsinden ifade edildiğinde bir anlam taşımaktadır (Womack ve Jones, 2003).

Müşterinin istekleri ve ihtiyaçları müşteri gözünden değeri oluşturmaktadır. Müşterinin neye ihtiyaç duyduğunu anlamak ve müşterinin kullanımına uygun üretilen her ürün müşteri için bir değerdir. Tüm bunları sağlarken müşterinin karşılayabileceği ücret de göz önünde bulundurulmalıdır.

Yalın düşünce, diyalog yoluyla müşterilerin düşünceleri ve istekleri doğrultusunda alınan somut fiyatlardan sunulan ürünlerin değeri tam olarak tanımlamak için yapılan bilinçli bir deneme ile başlamalıdır. Bunu gerçekleştirmenin yolu mevcut imkan ve teknolojiye sahip şirketlerin bu amaç doğrultusunda güçlü ve odaklanmış ekipman ve düzenlerini yeni baştan düşünmektir. Sonuç olarak değeri açıklamak yalın düşüncenin kritik ilk adımıdır. Doğru şekilde sağlanan yanlış mal ve hizmet bir israf çeşidi olan muda'yı ortaya çıkaracaktır (Womack ve Jones, 2003).

2.2.2. Değer Akışı

Değer akışı, belirli bir oluşturmak için ihtiyaç duyulan somut faaliyetler dizisi olup, her bir işletmede mevcut olan üç kritik yönetim fonksiyonu ile başarılır. Bu üç kritik yönetim fonksiyonu; temelden başlayarak detaylı tasarım ve mühendislik hizmetiyle ürünün piyasaya çıkmasına kadar geçen süreçteki sorun çözme görevi, siparişlerin oluşmasından başlayarak ayrıntılı programlamayla teslimata kadar geçen süreçteki bilgi yönetimi ve son olarak ham maddeden başlayarak ürünün tamamlanıp müşteriye ulaştırılmasına kadar geçen süreçteki fiziksel dönüştürme görevidir. Ürünlerin her biri için değer akışı oluşturmak, yalın düşüncede bir sonraki basamaktır (Womack ve Jones, 2003).

Değer akış analizinde oluşan üç tür adımla karşılaşılır (Womack ve Jones, 2003):

*Değer Yaratan Faaliyetler***:** Müşteri isteği doğrultusundaki üretimi gerçekleştiren aktivitelerdir.

Örgüt İçin Değer Yaratan Faaliyetler: Hiçbir değer yaratmayan, fakat mevcut teknolojiler ve üretim olanakları ile ortadan kaldırılması mümkün olmayan faaliyetlerdir. Müşteri bu faaliyetler için ödeme yapmak istemez ama aynı zamanda da kaçınamaz. Bu tür faaliyetler gerekli ama değer katmayan faaliyetlerdir.

Değer Yaratmayan Faaliyetler: Değer yaratmayan ve hemen giderilebilecek birçok faaliyet bulunmaktadır. Bu tip faaliyetler müşterinin ödeme yapmak istemeyeceği önlenebilir faaliyetlerdir.

2.2.3. Sürekli Akış

Değer bir kez tam anlamıyla tanımlandığında, belli bir ürün için değer akış haritası işletme tarafından çıkartılarak israfa neden olan adımlar ortadan kaldırıldığında, yalın düşünce için bir diğer basamağa gelinmiş ve değer yaratan adımların akışı sağlanmış demektir. Bu noktadan sonra yapılacak şey değer yaratan adımların akışı sağlamak olacaktır (Womack ve Jones, 2003).

Taichi Ohno, "önce biriktir sonra beklet" düşüncesini medeniyetin ilk çiftçilerine mal eder. Ohno çiftçilerin yığın ve stok tutkusunun avcıların bir kerede bir tane biçimindeki klasik aklı yitirdiğini savunur (Ohno,1988). Ham maddeden oluşturulmuş ürüne kadar aralıksız çalışma ile ürün üzerinde çalışıldığında, işler çok daha verimli ve doğru şekilde yapılacağından bölümleme ve yığın düşünce şeklinden kaçınılmalıdır (Womack ve Jones, 2003).

2.2.4. Çekme

Basit şekilde anlatacak olursak, akışın yukarı tarafının, aşağıda bulunan müşteriden istek gelmeden bir mal veya hizmet üretmemesidir. Genellikle müşteri tarafından tercih edilmeyen ürünü müşteriye itmek yerine, müşterinin ihtiyaç duydukça ürünü üreticiden talep ederek çekme şeklidir. Müşteriler ürünleri istedikleri zaman elde edebileceklerini bildikleri zaman ve üreticiler kimsenin tercih etmeyeceği üretilmiş malları elden çıkartmak için periyodik olarak fiyat indirimli kampanya yapmaktan vazgeçtiklerinde müşteri talepleri çok daha dengeli olacaktır (Womack ve Jones, 2003). Bu şekilde uygulanan çekme ilkesi sayesinde müşteriler istediklerini ürünü istedikleri anda alabilecek ve böylece üretimde oluşacak stok ve fazla ürerimden kaynaklı tercih edilmediği için üretilen ürün ekipman ve malzemeleri de israf olmayacaktır.

2.2.5. Mükemmellik

Örgütler değeri doğru şekilde tanımlar, tüm değer akışını belirler, belirli ürünler için değer yaratan adımların kesintisiz akışını oluşturur ve müşterilerin işletmeden değer çekmesini sağlar hale gelir. Bu durum müşteri isteklerine hiç olmadığı kadar yakın bir ürün sunarken çaba, zaman, yer, maliyet ve hata azaltma sürecinin sonu olmadığının farkına varılmasıyla mükemmellik kavramına geçiş sağlanmış olur. Her bir ilke birbiriyle etkileşim halindedir. Değerin hızlı bir şekilde akışının sağlanması daima değer akışı içerisindeki muda'yı ortaya çıkarır ve daha sert çektikçe, akışın önünde bulunan engeller de daha çok görülecek ve ortadan kaldırılacaktır (Womack ve Jones, 2003). Başlangıçta kaikau, sonra kaizenin birleşimi sonu gelmez iyileştirmeleri ile birlikte getirirken hiçbir mükemmellik resminin mükemmel olmaması da bir paradokstur (Deniz, 2015).

2.3. İSRAF ÇEŞİTLERİ

2.3.1. 3M

Japonca'da israf (muda) dışında, dengesiz iş yükleri (mura) ve aşırı iş (muri) anlamına gelen kelimelerin de mevcuttur (Graban, 2011). Toyota, Yalın'ın düşmanı olan 3M'i (muri, mura, muda) ortadan kaldırarak için üretim sistemini geliştirdi. Muda, akışın doğrudan engelidir (Liker, 2004).

Bu üç düşmanı da Yalın düşünce biçimine karşı olsa da, tümünü tamamen ortadan kaldırmak mümkün olmayabilir (Panneman, 2017).

Muda (israf), değer oluşturmayan fakat kaynak harcayan insan faaliyeti olarak tanımlanmaktadır (Womack ve Jones, 2010). Yetersiz çalışma yöntemleri, uzun hazırlık zamanları, yetersiz prosesler, eğitim eksikliği, eksik bakım, uzun mesafeler, liderlik eksikliği mudaya oluşturan sebepler olarak sayılmaktadır (Derin, 2008).

Muda, Toyota tarafından 7 tanımlanan ve kullanılmayan beceriler de içerisinde olmak üzere sekiz türde tanımlanabilir. Bunlar; Kusurlar, Aşırı Üretim, Bekleme, Kullanılmayan Yetenek, Nakliye, Envanterler, Hareket ve Fazla işlemdir. Poka Yoke, Kanban, Takt Time, SMED ve One-Piece akışı dâhil olmak üzere süreçteki atıkları tanımlamak ve yok etmek için çok sayıda yol mevcuttur. 7 atığın tamamını ortadan kaldırarak üretkenliği artırmaya yardımcı olan en yaygın araç ise 5S'dir (Panneman, 2019).

Mura, düzensizlik veya değişkenlik olarak tanımlanabilmektedir. Üretimin düzensiz planlanması ya da üretim hacmindeki değişikliklerden kaynaklanır. Murayı ortadan kaldırmak için yalın üretim tekniklerinden heijunka kullanılmaktadır (Yüksel, 2012)

Muri, Mura'dan ve süreçten çok fazla Muda (atık) çıkarmasından kaynaklanabilir. Çalışanlar ya da makineler, görevlerini tamamlamak için çalışmaları gereken süreden fazla çalıştırıldığında, aşırı yüke maruz kalırlar. Bu durum, makineler söz konusu olduğunda arızalara, çalışanlar söz konusu olduğunda da devamsızlık anlamına gelmektedir (3M modeli 2020).

Muri ise çalışanlar ya da kullanılan makinelerin normal kapasitelerinin çok daha üzerinde çalışmaları olarak açıklanmaktadır (Yüksel, 2012).

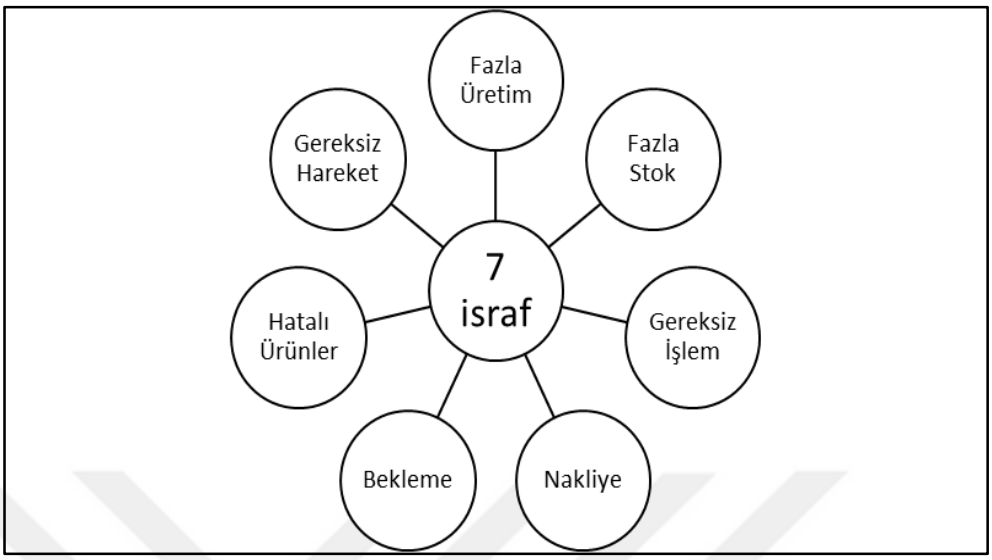
Liker (2004), mudaya yalın uygulamalarda genellikle tanımlama ve ortadan kaldırma kolaylığından dolayı üzerine yoğunlaşıldığını, bunun sonucunda da insanların ve üretim sistemlerinin verimliliğinin zarar görebileceğine dikkat çekmektedir. Muda, muri ve muranın birlikte ele alınması vurgu yapmaktadır.

Mura, eşitsizlik, müşteri talebindeki dalgalanmalarda, ürün başına işlem sürelerinde veya farklı operatörler için çevrim sürelerinin varyasyonunda görülebilmektedir (3M modeli 2020).

2.3.2. 7 İsraf

Bir şirketin ürettiği bir ürünün fazla maliyetli olması müşterileri başka bir şirketin ürününe çekecektir. Çok düşük maliyette üretim de kalitede sorun çıkarabileceğinden şirket yine müşteri kaybedecektir. Şirketler karlarını arttırırken, ürün maliyetini yaptıkları

israfları ortadan kaldırma yoluyla düşürmeleri iyi bir seçenek olacaktır. Müşteriler her zaman zamanında teslimat, kaliteli ürün ve doğru fiyatı tercih edeceklerdir (7 israf 2020).



Şekil 2.1. 7 israf çeşidi.

Yalın terminolojide atık, ürüne değer katmak için kesinlikle ihtiyaç duyulan minimum ekipman, malzeme, parça ve çalışma süresinin üzerindeki herhangi bir şeydir. Atıkların ortadan kaldırılması yalın felsefenin temellerindendir (Diaz, 2013).

1. *Fazla Üretim*: Fazla üretim ihtiyaç duyulandan fazla veya gereğinden erken üretimdir. Seri üretim ve büyük partilerde üretimin en önemli sorunlarından olan bu israf, müşteri talebi ile üretim sisteminin talebi karşılaması arasındaki uyuşmazlıktan kaynaklanmaktadır (Doğan, 2011). Fazla üretim bilgi veya ürünlerin akışını kötü etkileyerek, stok fazlalığına da sebep olmaktadır (Deniz, 2015). Aşırı üretim, üretim problemlerini veya hatalarını, iş yükü iniş çıkışlarını ve üretim verimsizliğini gizler. Bu şekilde diğer israf çeşitlerine yol açılmaktadır. Aşırı üretimin asıl sebebi, makineler ve insanların aşırı kapasiteye sahip olması ve bu aşırı kapasiteyi aşırı ürün üretmek için işleme koymasıdır (Sivaslı, 2006).

2. *Fazla Stok*: Fazla üretim ve iyi işlemeyen bir prosesten ortaya çıkmaktadır (Doğan, 2011). Malzeme, gereç ve donanım gibi tüm stokların mutlaka israfa yol açmayacağıyla birlikte fazla envanter bulundurmanın aynı zamanda yer ve nakit israfına yol açarken stoğun azaltılması da ek hareket, maliyet ve sevkiyat israflarına neden olacağını söyleyebiliriz. Bu gibi durumlarda iyileştirilmiş stok yönetimi diğer israf türlerinin azaltılmasına yardımcı olabilmektedir (Graban, 2011). Stok fazlalığının atık olarak

görülen başka maliyetleri de vardır; stoklar depolanmalı ve bunun için alana ihtiyaç duyar, bu işlem yapılırken de taşınması gerekmektedir. Bu taşına sırasında hasar görme ve modası geçmiş olma durumu da mevcuttur (7 israf 2020).

3. *Gereksiz işlem*: Bir ürünün üretilmesinde gerekli olan prosesler ile mevcut prosesler arasındaki uyuşmazlık sonucu ortaya çıkan israf çeşididir (Doğan, 2011). Fazla işleme: Bu, müşteri için önem ifade etmeyen bütün katma değersiz süreç adımları ve değer katmayan malzemeyi işlemek için harcanan iş gücü ve zamanla alakalıdır. Aşırı işleme israfı, yanlış stratejiler kullandığımız, aşırı büyük teçhizat, çok sıkı olan esnekliklere teşebbüs ettiğimiz, müşteri tarafından talep edilmeyen süreçleri gerçekleştirdiğimiz vb. durumlarda ortaya çıkar, para ve zaman kaybına sebep olur (7 israf 2020).

4. *Taşıma*: Üretim alanına giriş bölümünden çıkış bölümüne kadar olan bölümünde gerçekleşen malzeme hareketi ile alakalıdır (Doğan, 2011). Taşıma: malzemenin, parçanın ve araçların konveyör, forklift ya da yaya yolu ile depolamaya veya prosesler arasında gereksiz yere taşınmasını ifade etmektedir. Ürün veya malzemelerin bir yerden başka bir yere taşınması olan nakliye, ürün için herhangi bir değeri ifade etmediği için bir israftır; bu değere teknik olarak sıfır değeri (7 israf 2020).

5.*Bekleme*: İşleme girecek ürünlerin hazır oldukları halde fazladan bekledikleri süreleri ifade eden israf türüdür (Doğan, 2011). Malzemelerin, parçaların, bilgilerin, kişilerin veya ekipmanların ihtiyaç duyulduğunda hazır olmadığı durumlarda oluşan boşta kalma durumu ya da bir görevi bitirmek için gereken bir takım ürün ya da parçaları bekleyerek harcanan zaman olarak da ifade edilir. Süreç içinde çalışma, üretimde bir sonraki adımı bekler (Salman, 2017).

6. *Hatalı/Kusurlu Ürünler*: ilk seferinde doğru yapılmayan herhangi bir iş faaliyeti hata olarak tanımlanmaktadır (Graban, 2011). Böyle bir durumda üretilen ürün ya da malzemenin yeniden üretime alınması veya hurdaya çıkması gerekmektedir (Doğan, 2011). Yedi atıktan en belirgin olanı, fakat müşterilerine ulaşmadan önce tespit edilmesi en kolay olanıdır. Hasar gören her şey iyileştirme, onarım veya ikame gerektirir, varlık ve malzemeleri israf eder, resmi prosedürler gerektirir, müşteri kaybına neden olabilir. Kusurlar ve hatalar sadece tespit edilmekle kalmalı aynı zamanda iyileştirilmelidir. Poka-yoke sistemlerinin yürütülmesi ve bilgisayar teknolojilerinin kullanılması kusurları önlemede önemli bir adımdır (7 israf 2020).

7. *Gereksiz Hareket*: Kötü planlanmış üretim süreci ve ergonomik olmayan çalışma

ortamlarından dolayı ortaya çıkmaktadır. Bu israf çeşidine diğer israf çeşitlerine göre daha az rastlanmaktadır (Doğan, 2011). İş istasyonları arasında çok fazla seyahat, çok fazla makine hareketi, atık olarak kabul edilen hareketin durumlarını ortaya çıkarır. Tüm bu savurgan hareketler şirketlere zamana ve paraya mal olur. Gereksiz hareket makine ve insanlar üzerinde yıpranmaya ve strese sebep olmaktadır (7 israf 2020). Taşıma israfı ürüne odaklanırken, gereksiz hareket israfı çalışanlara odaklanmaktadır. İsrafların ortadan kaldırılması gerektiğini ilk olarak ortaya koyan Frank Gilbreth (1868-1924) ve Lilian Gilbreth (1878-1972) çifti de hareket israflarına odaklanmışlardır (Aytaç, 2009).

3. YALIN ÜRETİM

3.1. TOYOTA ÜRETİM SİSTEMİ

Toyota Üretim Sistemi'nin ortaya çıkışı, Japonya'nın ayırt edici özelliklerinin tanınmasıydı. Japonya, birçok malzemeyi ve gıdayı, doğal kaynaklarının kısıtlı olmasından dolayı ithal etmektedir. Avrupa ve Amerika ile karşılaştırıldığında dezavantajlı bir durumda kalmakta. Bu durumun ortadan kaldırmak için Japon sanayilerinin, diğer ülkelerden daha yüksek katma değerli, daha düşük üretim maliyetine sahip ve daha kaliteli ürünler üretmek amacıyla tüm koşulları zorlamaları önem arz etmektedir (Sugimori vd., 1977).

Bir diğer ayırt edici özellik ise, bilinç ve tutum gibi bir takım Japon çalışma kavramlarının Avrupalı ve Amerikalı işçilerin sahip olduklarından farklı olmasıdır. Japon işçilerinin özellikleri: grup bilinci, eşitlik duygusu, gelişme arzusu ve homojen bir ırkın uzun tarihinden doğan gayret; iyileştirme arzusunun getirdiği yüksek eğitimden kaynaklanan yüksek beceri düzeyi; günlük yaşamlarını iş etrafında merkezlemek (Sugimori vd., 1977).

Bu tür özellikler işletmelere de yansıdı. Ömür boyu istihdam sistemi, şirketler tarafından işçi sendikaları, dükkan çalışanları ile beyaz yakalı personel arasında çok az ayrımcılık ve işçilerin yönetici pozisyonlarına terfi etme şansı şirket ile çalışanlar arasındaki birlik duygusunu teşvik etmede büyük hizmet sağlamıştır (Sugimori vd., 1977).

Japonya'nın bu çalışma ortamı, Japonya'yı Avrupa ve Amerika ülkelerinden daha iyi duruma getirmiştir. Bu avantajı sağlayan durum ise üst düzey yetenek göstererek çalışan endüstri çalışanlarıdır (Sugimori vd., 1977).

Toyota üretim sistemi ve temel konsepti:

Toyota, üretim sisteminin üzerinde durduğu temel konu her şeyden önce israfı ortadan kaldırarak maliyetin düşürülmesidir. Bu durum, bir ürünü üretiminde kullanılması gereken ekipman, malzeme ve işçi dışındaki her bir şeyin maliyeti arttırdığını varsayarak israfı ortadan kaldıracak bir sistemi içerir. Japon çalışma ortamının sahip olduğu yüksek kabiliyet ve örnek teşkil eden bir çalışma ortamı olmasını sağlayan şey işçilerin yeteneklerinden tam ve verimli bir şekilde yararlanmaktır. Kısacası, işçilere düşünceli

davranarak, tek başlarına yeteneklerini gösterecekleri sistemler oluşturulmalıdır (Ohno, 1998).

2. Dünya savaşının sonunda Toyoda Motor Company'nin başkanı Toyoda Kiichiro, "Amerika'yı üç yıl içinde yakalayın. Aksi takdirde Japonya'nın otomobil endüstrisi ayakta kalamaz." dedi. O dönemlerde bir Amerikalı işçi, bir Japon işçinin ürettiği ürünün 9 kat fazlasını üretiyordu. Bu sebeple Japonlar, Amerikan seri üretim yöntemlerini inceleyerek bu başarıyı nasıl elde ettiklerini araştırdılar (Ohno, 1998).

Bu araştırma sonucunda, uzun kurulum süreleri nedeniyle yüksek verim elde etmek için büyük parti üretim yaptıkları görülmüştür. Fakat ürünlere olan talebin Japonya'da çok daha az olması bu tarz yöntemlerin Japonya'da işe yaramayacağı anlaşıldı. Bu sebeple Ohno, bu durumu nasıl değiştireceğine yönelik araştırmalarda bulunmuştur (Ohno, 1998).

Toyota, 1970'lerde yaşanan ilk petrol krizinden sonra, kriz ile daha iyi başa çıkması ve hızlı iyileşme göstermesi rakiplerinin ve insanların dikkatini çekti. Bu başarıyı Toyota Üretim Sistemi (TÜS) sayesinde elde ettiler. Bu konuyla alakalı, Toyota'nın dört yöneticisi tarafından yazılan ilk makalede bu başarının dayandığı iki kavrama açıklık getirilmiştir: "israfın ortadan kaldırılması" ve "işçinin yeteneklerinin tam anlamıyla kullanılması" (Sugimori vd., 1977).

Toyota Üretim Sisteminin temelindeki amaç, israfların mümkün olduğunca ortadan kaldırılmasıdır. Bunun dayandığı iki sütun tam zamanında üretim ve otonomasyondur. Tam zamanında üretimde, sonraki bir süreç işlem akışında daha önceki bir sürece gider ve ihtiyaç duyulduğunda yalnızca ihtiyaç duyulan parça sayısını geri çeker. Otonomasyon, bir sürecin denetim gerektirecek şekilde otomatikleştirilmesidir. İnsanların ilgisi yalnızca bir kusur tespit edildiğinde gereklidir. Üretimde bir sorunla karşılaşıldığında makine duracak ve sorun çözülene kadar üretim devam etmeyecektir (Ohno, 1998).

Tam zamanında üretim (çekme sistemleri, tek parça akış, seviyelendirmeden oluşan) ve bugün TÜS evi olarak tanınan ana bileşenlerden oluşan jidoka kullanılarak maliyetin düşürülmesi sağlanmıştır (Association ve Lu, 1989; Shook, 2002; Liker, 2004). İşçinin yeteneklerinden tam olarak yararlanabilmek için, çalışanların israf edilen hareketlerini en aza indirmeye veya ortadan kaldırmaya, güvenliklerini sağlamaya, işlerini yürümeleri ve iyileştirmeye katılmalarına izin verilerek onlara daha fazla sorumluluk vermeye dayalı bir sistem gerektirir (Liker ve Lander, 2007).

Tüm bunlardan on üç yıl sonda Toyota, seri üretimin ötesinde bir sonraki imalat paradigması olarak "yalın" terimini tanıttı (Womack vd., 1991). Toyota Üretim Sistemi, yalın terimini en iyi açıklayan ve yalınlığa örnek verilebilecek en iyi modeldir. Yalınlık ortaya çıkışından sonra hizmet ve imalat firmaları da dâhil olmak üzere dünya çapında birçok kuruluş tarafından uygulandı. Toyota'nın geliştirmiş olduğu ve birçok kuruluşun uyguladığı yalın çözümler benzer Pazar ve ürün teknolojisine sahip firmanın da başarılarına katkı sağlamıştır (Liker ve Lander, 2007).

Yalınlaşmaya karar veren birçok kuruluş, öncelikle bunun kendi içlerinde ne anlam ifade ettiğini anlamaya çalışmalıdır. Sağlık veya bankacılık gibi hizmet organizasyonlarında, yüksek mühendislik ürünü ürünlere sahip olmak için yapılan yalınlığın nasıl göründüğüne dair bir vizyon istenebilir. Bu vizyon uygulamayı yerinde görerek elde edilmelidir. Fakat görülecek bu uygulama Toyota fabrikasındaki tekrar eden ve standartlaştırılmış bir süreç olduğundan kendi hizmet alanlarıyla ilişki kurmaları oldukça zorlaştığı görülmüştür. Sorunun şirketlerin TÜS'e bakışında ve uygulamaya nasıl yaklaştıklarında olduğu düşünülmüştür (Liker ve Lander, 2007).

Toyota Üretim Sistemi'nin bir diğer temel ilkesi de kâr marjlarının belirlenmesidir. Bu durum göz önüne alındığında Fiyat = Gerçek Maliyet + kâr olan formül, Toyota fiyatı üreticinin değil tüketicinin belirlediğinin farkına varmasıyla satış fiyatı - maliyet = kâr formülüne dönüşmüştür. Böylece, ürünün satış fiyatını artırmak yerine, ürün maliyeti düşürülmeye çalışılmıştır (Çankır, 2010).

Maliyetleri düşürülmesi için üretim belirli süreçlere bölündü. İlk olarak ihtiyaç duyulan ürün doğrultusunda, günlük ne kadar üretim yapılacağı ardından kişi başına düşecek üretim miktarı düşünülmelidir. Fazla üretmek, fazla stok yaratacaktır. Ohno, Japon üretiminin işletilmesi için üretim akışı oluşturmanın ve sürekli bir hammadde tedariki sağlamanın bir yolu olduğunu görmüştür. Makineler üretim tek bir akış sırasına uyacak şekilde düzenlendi ve ürünlerin işlemler sırasında hiç beklemeden üretime devam edilebilmesi sağlanmıştır (Çankır, 2010).

Toyota Üretim Sistemi, "beş neden" adı verilen bir süreci kullanarak gelişti. Neden sorusu sorulur ve ardından verilen yanıta tekrar neden sorusu sorulur. Bu durum 5 kez tekrarlanarak, sorunun gerçek nedeni keşfedilebilir. Sorunun asıl nedenleri daha belirgin belirtiler altında gizlenir ve yalnızca sorunun katmanlarını aşarak ana sorun bulunabilir. "Toyota tekstil fabrikasında bir kişi 40-45 tezgâhı çalıştırabiliyorken Toyota Motors'taki

bir kişi neden sadece bir makineyi çalıştırabiliyor?" Bu soruya, Toyota Motor'daki makinelerin ürün üretimi tamamlandığında durmaması cevabını verebiliriz. Böylece bir diğer sütun otonomasyon, yani kendi kendini idare eden sistem doğmuştur (Ohno, 1998).

1908 yılında Henry Ford ve mühendisleri Model T'nin üretimiyle günümüzde kullandığımız birçok üretim yöntemine öncülük etmiştir. Ford'un çalışanları, mümkün olan şekilde birbiriyle değiştirebilir parçaları kullanmayı, üretim sürecinin sırasına göre üretimde tek-parça akışı, standart işi ve tam olarak tekrarlayan çevrim zamanlarını, parça temini için ilkel bir çekme sistemini ve olağanüstü bir şekilde yatay olarak değer akışına odaklanarak toplam üretim akış süresini en aza indirmeyi başarmıştır (Womack, 2003).

Toyota otomobil üretimine, Toyota ailenin büyüğü olan Sakichi Toyoda'nın 1910 yılında Amerika ziyaretinde çağın otomobil çağı olmasına karar vermesiyle başlamıştır. Bu ziyaret sonucunda da Toyota, otomobil şirketine yatırım yapmıştır (Okur, 1997).

Toyota Motor Company 1940'larda kurulduğundan 7 yıl sonra farklı bir işletme olarak dikkatleri çekmiştir. Toyota fabrikasında üretilen otomobiller, Ford fabrikasında üretilen otomobil sayısının yarısından da azdı. Toyota'nın 1950 yılında ürettiği otomobil sayısı 11.706, General Motors'un 4 milyon üretim sayısı ve Ford'un 2 milyon üretim sayısının üzerine oldukça az olduğu görülüyor. 1950'lerde Toyoda mühendisi Eiji Toyoda ve beraber çalıştığı mühendis Taichi Ohno, Yalın Üretim ve Yönetim Sistemi üzerine ilk çalışmalarını Japon Toyota şirketinde yapmıştır. Eiji Toyoda ve Taichi Ohno 1950'de Amerika'ya Ford firmasını incelemek üzere ziyarette bulunmuşlardır. Bu ziyaret ile yaptıkları gözlem ve çalışmalarda Ford'un kullandığı ve öncülük ettiği kitle üretim sisteminin, Toyoda şirketi ve Japonya için uygun olmadığını anlamışlardır. Böylece yeni bir üretim ve yönetim sisteminin doğuşunu sağlamışlardı (Okur, 1997).

Bu üretim ve yönetim sisteminin temel amacı her türlü israfları azaltma ve ortadan kaldırma prensibi vardır. İsrafları azaltmak ve ortadan kaldırmak için de önce israfın nerede başladığını araştırarak kaynağını bulmak ve işe oradan başlamak gerekmektedir (Ohno, 1998).

Amerikan otomotiv endüstrisinde işçiler ve makineler tek bir işi yapmak için görevlendirilerek aşırı iş bölümünün oluşması bu endüstride israfın kaynağı olmuştur. Üretimde kullanılan makineler sadece tek bir işi yapacak şekilde tasarlanmıştır. Bu şekilde gerçekleşen üretim, hem üretim faktörünün gereksiz kitlesel boyutta kullanımına sebep olmuş ve tekdüze ve aşırı üretimle esnekliği ortadan kaldırmıştır (Okur, 1997).

1950'li yıllarda Japonya Toyota fabrikasında üretimde bir gerçekleşmiştir. Batı'lı ülkeler tarafından 1980'li yıllarda farkına varılan bu sistem, teknik ve tarzıyla üretimde büyük yenilikler sağlamıştır (Özdağoğlu 2003).

Her şeyin sadece müşterinin arzu ettiği zamanda ve miktarda üretmek, fazla üretim sonucu oluşan ürünlerin gereksiz stokları ortadan kaldırmak Toyota Üretim Sistemi'nin temel ilkelerindendir. Fazla üretilen ve ihtiyaç dışı olan ürün stokları bu sistemde israf olarak sınıflandırılmaktadır. Üretim, müşterinin talebine ve ihtiyacına göre şekillenerek fazla stoğun önüne geçilmiştir. Bu durum Kanban denilen kartlarla sağlanmıştır (Özdağoğlu 2003).

Graban (2011), yalın düşüncenin yalnızca bir üretim sistemi olmadığını; aynı zamanda tasarım, tedarikçi yönetimi, üretim ve satış da dâhil olmak üzere bir ürünü piyasaya çıkarmanın tüm yönlerini çevreleyen bir iş sistemi olduğunu ortaya koymuştur.

Şekil 3.1'de gösterilen "Toyota Üçgeni"nde TÜS, insan gelişimi, teknik yöntemler (yaptıklarımız), yönetim yaklaşımları (yönetim şekli) ve felsefeden (inandıklarımız) oluşan ve yalın kurum kültürü oluşturan toplu bir sistem olarak açıklamaktadır (Graban, 2011).



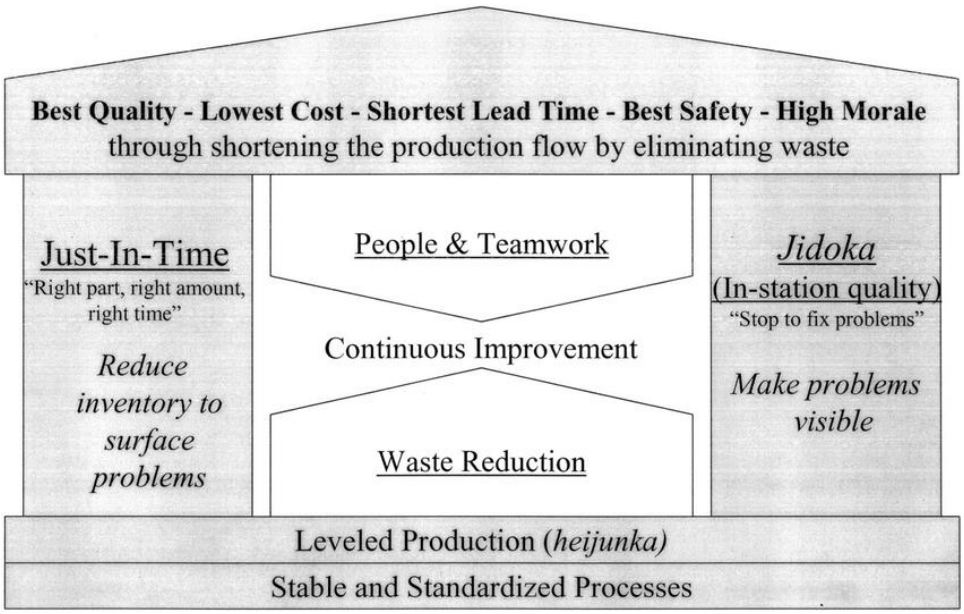
Şekil 3.1. Toyota üçgeni (Graban, 2011).

Toyota üçgeninin ortasında insanın yer almasının tesadüf olmadığı, Toyota liderlerinin "Otomobil inşa etmeden önce insan inşa etmek" tabirine atıfta bulunularak gösterilmektedir (Graban, 2011). Toyota'nın yalın kavramında da israfı tamamen ortadan kaldırma ve insanlara saygıyı birlikte ele alması, insana verilen değeri bir kez daha göstermektedir (Deniz, 2015).

Yalın düşüncenin ortaya çıkardığı en iyi kalite, en düşük maliyet, en kısa tedarik süresi, en iyi güvenlik, yüksek moral şeklinde sıralanmaktadır (Liker, 2004). Yalın düşüncenin farkının, yöntemin uzmanlara tam olarak ne yapılması gerektiğini söylemesini beklemektense insanlara sürecin ayrıntılarına nasıl bakacaklarını göstererek, sorunların işin asıl yapıldığı yerde, işi yapan insanlar tarafından düzeltilmesini sağlamasında yatması olduğu ifade edilmektedir. Yalınlık, yöneticilerin ve uzmanların, çalışanların değil sistemin sorunlu olduğunu görmesine ve anlamasına olanak sağlamaktadır (Graban, 2011). Womack ve Jones (2010) yalın düşünceyi israfa karşı "panzehir" şeklinde açıklamıştır.

3.2. YALIN ÜRETİM TEKNİKLERİ

Toyota Üretim Sistemi (TÜS), hareket halindeki yalın süreçlerin en bilinen örneğidir. TÜS, küresel rekabet ortamında bir model haline gelmiştir. Toyota yönteminin temel ilkesi, Toyota içinde onlarca yıldır gelişmektedir. İlke, ciddi öğrenmenin yalnızca işin yapıldığı gemba'daki eylemden gelmesidir (Liker ve Morgan, 2006).



Şekil 3.2. Toyota evi (Liker ve Morgan, 2006).

TÜS'ün arkasındaki teori bir ev olarak temsil edildi. TÜS evi, üretim dünyasında kültürel bir simge haline gelmiştir. En basit versiyonu Şekil 3.2'de gösterilmektedir. Bu şekilde gönderilmiştir çünkü bir ev bir sistemdir ve sadece sistemin en zayıf kısmı kadar güçlüdür. Zayıf bir temel veya zayıf bir sütun ile, diğer kısımlar çok güçlü olsa bile, ev sabit değildir. Parçalar bütünü oluşturmak için birlikte çalışır (Liker ve Morgan, 2006).

Burada bahsi geçen, bütünü oluşturan parçalar yalın üretim teknikleri olarak bu bölümde açıklanmıştır.

3.2.1. Just in Time

Bir ürünü üretmek için gerekli bütün üretim aşamalarını başarılı bir şekilde yürütülmesini kapsar. Sıfır envanterin birincil maddesi, gerektiğinde sadece gerekli envantere sahip olmaktır. Ürünün kalitesini iyileştirmek; kurulum sürelerini, sıra uzunluklarını ve lot boyutlarını azaltarak teslim sürelerini kısaltmak; operasyonları aşamalı olarak revize etmek; ve bunları minimum maliyetle başarmak anlamına gelmektedir (Tezel, 2017). Yalın üretimin iyi işlemesi için birçok temel ilkenin doğru uygulanması gerekir; sabit üretim, esnek kaynaklar, yüksek kalite, güvenilir ekipman, güvenilir tedarikçiler, hızlı kurulumlar ve diğer ilkeleri korumak için çok sayıda disiplin (Russell ve Taylor, 2010).

Toyota üretim sisteminin iki ana temel taşından biri olan Just in Time, ihtiyaç duyulan parçanın istenilen anda ve zamanda gereken üretim bandında olmasını sağlamaktadır. Bu üretim stratejisini hayata geçiren şirketler stoklamayı ve depoları işlevsiz bırakabilir. Otomobil gibi binlerce parçadan oluşan ürerim sistemlerinde Just in Time stratejisini uygulamak oldukça zordur; çok sayıda prosesi birbiriyle senkronize kılmak gerekmektedir. Herhangi bir öngörü hatası, her hangi bir yanlış kayıt, kusurlu bir ürün, personeldeki değişiklik gibi sayısız aksaklık ortaya çıkması üretim sürecinin montaj aşamasında hatalı ürün olarak ortaya çıkar (Ohno, 1998).

Üretim sistemi, “tepe”den “vadi”ye, ilk istasyondan son montaja kadar giden ve otomobili oluşturan bir akış olarak algılanır. Ohno bakış açısını tersine çevirerek sadece gerekli parçaları gerekli zamanda alabilmek amacıyla üretim sitemini “vadi”den “tepe”ye giden bir akış olarak düşünmüştür. Bu sistemi gerçekleştirebilmek için her istasyon kendinden önceki, “vadi”deki ihtiyaçlara ilişkin bilgileri, neyin ne kadar üretileceğini doğru şekilde iletilmesi gerekmektedir. Üretim süreçlerindeki bu iletişim “Kanban” ile sağlanır. Just in Time zincirinde her halka birbirine sıkı sıkıya bağlıdır ve sistem senkronizedir. Böylece, gerekli yönetici sayısı da düşmektedir. Burada bilgileri ileten ve üretimi gerekli şekilde yönlendiren Kanban’ın kendisidir (Ohno, 1998).

3.2.2. Jidoka

Toyota üretim sisteminde otomasyondan çok otonomasyon (oto aktivite) kullanılmaktadır. Bu durum insan zekâsının ve duyarlılığının makineye nakledilmesi

anlamına gelmektedir. Oto-aktivasyon durum insan zekâsının ve duyarlılığının makineye nakledilmesi anlamına gelmektedir. Oto-aktivasyon fikri Toyota Motor Company'nin kurucusu, Sakichi Toyoda'nın (1867-1930) mucidi olduğu, kendi kendine çalışan bir dokuma makinesinden doğmuştur. Dokuma tezgâhında ortaya çıkabilecek sorunlar, ilmik veya eğrilme hatasının farkına varan ve sistemi durduran bir cihaz takılması fikri Sakichi Toyoda tarafından geliştirilmiştir (Ohno, 1998).

Jidoka özünde, bazı insan yargılama becerilerinin makinelere aktarılması anlamına gelmektedir. Aynı zamanda bir şeyler ters gittiğinde bir sürecin durdurulması olarak da düşünülebilir. Üretim makineleri ortaya çıkan herhangi bir hatada otomatik olarak duracak şekilde ayarlanmıştır. Bu durum tek bir operatörün görsel inceleme açısından birçok cihazı kontrol etmesini sağlamış olur. Bir parça hatalı olduğunda, istenilen miktarda mal işlendiğinde ya da mekanizmada bir sıkışma gerçekleştiğinde, kasıtlı olarak entegre edilmiş bazı anahtarlar veya cihazlar işlemi sonlandırır. Yalın üretim felsefesinde her işçide bir üretim hattını durdurabilme yetkisine ve sorumluluğu mevcuttur. Bu noktada iyi işçilerin, makine tamiri ve bakımı, üretim teknikleri ve temel istatistiksel terimler hakkında eğitilmesi büyük önem taşımaktadır. Çalışanlar takım çalışmalarına ve bir ortak fikir edinmeye teşvik edilirler (Tezel, 2017).

3.2.3. Poka-Yoke

Üretim sistemlerinde eksik ya da kusurlu parçaların bir sonraki sürece geçişini engelleyen elektro-mekanik cihazların kullanılmaktadır Toyota'da bu cihazların adı "poka-yoke"dir Hatalı bir işlem yapıldığında, ses ve ışıklı uyarı sistemi harekete geçer ve hata tespit edilip yerinde ortadan kaldırılarak önlenmiş olur. Birkaç poka yoke örneğine bakacak olursak (Ohno, 1998);

1. Çalışma sırasında oluşacak herhangi bir kusurda hammadde iş aracına uyum sağlamaz.

2. Hammaddede anormallik olması durumunda makine çalışmaz.

3. Çalışmada sırasında gerçekleşen bir hatada mevcutsa makine normal çalışmaz.

4. Ortaya çıkan bir hatada düzeltme otomatik olarak sağlanır ve çalışma devam eder.

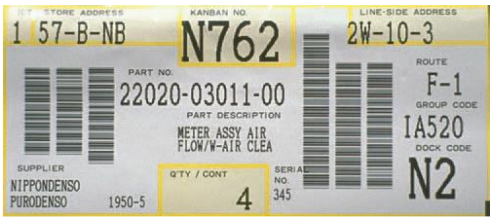
5. "Vadi"deki prosesler, "tepe"deki proseslerde meydana gelen düzensizlikleri denetler ve kusurlu ürünleri ıskartaya çıkarır.

6. Geçiş, doğru gerçekleşmediği sürece bir sonraki süreç başlamaz.

3.2.4. Kanban Sistemi

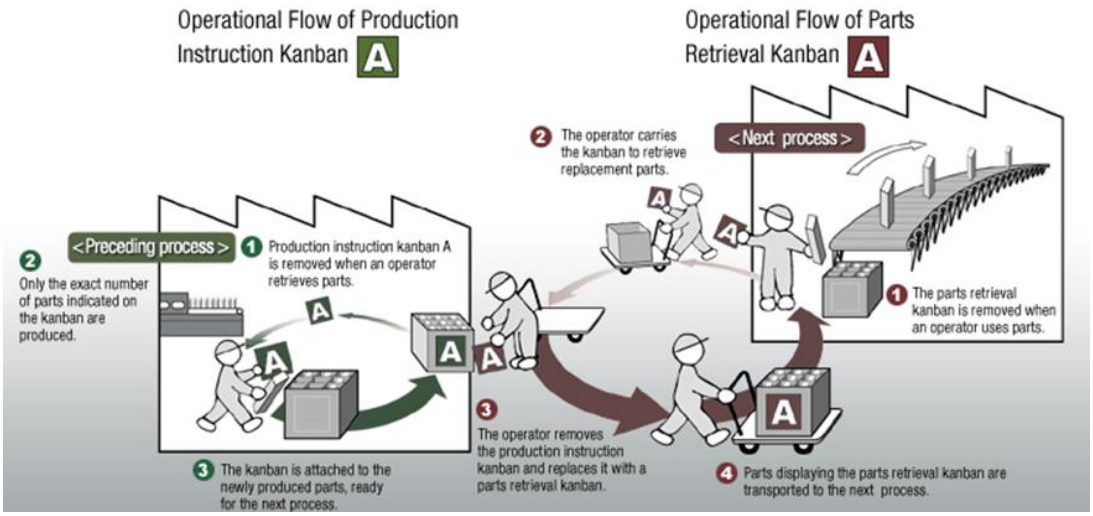
Şirketlerde en çok ve yaygın haliyle kullanılan biçimiyle, dikdörtgen zarf içindeki kart parçasıdır. Kanban sistemi ilk olarak süpermarket işletmeciliğinin incelenmesiyle ortaya çıkmıştır. Burada kullanılan Kanban karlarında ürünlerin miktarı, zamanı, yöntemi, nakliye edileceği miktar, gideceği yer, depolama noktaları gibi bilgiler bulunmaktadır (Ohno, 1998).

Purodenso İmalat ve bir Toyota montaj fabrikası arasında tedarikçi olan konteynerdeki Şekil 3.3'te görülen Kanban kartını inceleyecek olursak; konteyner başına parça numarası, açıklaması ve miktarı kartın ortasında, doğrudan Kanban numarasının altında görünür. Sol üst köşedeki mağaza adresi, dolu konteynerin nereye teslim edileceğini belirtir. Sağ üst köşedeki satır tarafı adresi, boş konteynerin nereden alınacağını belirtir. Sol alt köşe önceki süreci (montajlar Purodenso'dan gelir) ve sağ alt köşe sonraki süreci (N2) tanımlar. Kart üzerindeki bilgilerin barkodlanması işlemi hızlandırır, üretim ve mali kayıtların doğruluğunu artırır (Russell ve Taylor, 2010).



Şekil 3.3. Kanban kartı (Russell ve Taylor, 2010).

Kanban sistemi, şef ve yöneticilerin çalışmalarını ve donanımlarını iyileştirmelerini sağlayarak görevlerini netleştirir. Aynı zamanda Kanban, israfların da önlenmesi amacına hizmet etmektedir. Kanban'ın kullanılmasıyla, israf ve kayıpların nerede ve ne zaman oluşacağı hızlı bir şekilde belirlenir, belirlenen israflar incelenir, araştırılır ve ortadan kaldırma ya da düzeltme yoluna gidilir. Şekil 3.4, temel bir kanban sistemini gösterilmektedir (Russell ve Taylor, 2010);



Şekil 3.4. Temel kanban sistemi (Toyota Motor Company, 2007a).

Kanban Toyota Üretim Sistemi'nin doğru şekilde işlemesini sağlayan bir çalışma yöntemidir. Şirketlerde en çok ve yaygın haliyle kullanılan biçimiyle, dikdörtgen zarf içindeki kart parçasıdır. Bu kart parçasında üç tür bilgi bulunmaktadır: sevkiyat siparişi, nakliye siparişi, üretim siparişi. Kanban kartları Toyota dışında da kendi parçasını üreten diğer şirketlerde de dikey ve yatay yönde bilgi akışını sağlamaktadır. Toyota tarafından kullanılan Kanban sistemi Toyota'nın gereksinimlerinin ve beklentilerini karşılamıştır. Bu sonucun dur durak bilmeden devam edebilmesi için Kanban'ın kuralları sürekli olarak değerlendirilmiş v sağlaması yapılmıştır. Kanban sisteminin işlevlerine ve bu işlevlere karşılık gelen kullanım kurallarını Çizelge 3.1'de görebiliriz (Ohno,1998)

Çizelge 3.1. Kanban'ın işlevleri.

	Kanban'ın İşlevleri	**Kullanım Kuralları**
1	Sipariş veya nakliye fişini yerine geçer.	"Vadi"deki operatör "tepe"deki operatöre giderek, Kanban'da belirtilen parçaların miktarı sipariş eder.
2	Üretim siparişi yerine geçer.	Bir önceki süreç Kanban'da belirtilen sayıdaki parçayı üretir.
3	Fazla üretimin engellenmesini sağlar.	Parçalar Kanban olmadan üretilemez ve taşınamaz
4	Atölyelerdeki ürünlerin ihtiyacı karşılamasını garanti eder.	Ürünlere her zaman Kanban formu iliştirilir.
5	Hatalı üretimi engelleyerek ürünlerin kalitesini garanti eder	Kusurlu ürünler bir sonraki sürece gönderilmez.
6	Problemler belirlenir ve depo kontrol altında tutulur.	Hassasiyet arttığında, Kanban miktarı düşer.

3.2.5. Kaizen

Yalın sistemlerde kalite, Japonca “daha iyi için değişim” ve “sürekli iyileşme” anlamına gelen kaizen'e dayanmaktadır. İsrafı yok etmede ve işlemleri basitleştirmede deneme yanılma tecrübelerine dayanan pratik bir yönetim sistemi olarak yalın, kaizen aracılığıyla oluşturulmuş ve sürdürülmüştür. Sürekli iyileştirme, bir departmana ya da uzman kadrosunun üstlenebileceği bir şey değildir. Her departmandaki her çalışanın katılım sağlamasını gerektiren mükemmel bir girişimdir. Yalın başarının ve Kaizen uygulamalarının özü, çalışanların, kalite sorunlarını tespit etme, gerektiğinde operasyonları durdurma, iyileştirme için fikirler sunma ve üretme, prosesleri analiz etme, farklı işlevleri yerine getirme ve çalışma rutinlerini ayarlama istekliliğidir. Kaizen çalışmalarının, Kaizen iş sahalarındaki uygulanışına İnceleyecek olursak; sırasıyla planlama, kaizen iş sahası, takip etme adımlarından oluştuğunu söyleyebiliriz (Tapping, 2003).

Planlama; bu evrede ilk olarak yalın değerlendirmeler incelenir. İnceleme problemleri belirlemede, birim alan seçmede ve çekirdek uygulama takımını bir araya getirmede kullanılır. Çekirdek uygulama takımı ile bir takım beyannamesi tamamlanır. Takım beyannamesi geri bildirim için üst yönetime iletilir ve gerekli düzenlemeler yapılır. Tüm iletişimler sonucunda uygulamalarda görev alacak çalışanlara konu iletilir. Ne yapılacağı, ne zaman yapılacağı ve onlardan ne beklendiğini konusunda bilgi sahibi olmaları sağlanır (Sivaslı, 2006).

Kaizen İş Sahası; takım yalın kavramlar konusunda birkaç saat süren bir eğitimden geçer. Kaizen’e iş sahasında 5S uygulanarak başlanır. Faaliyet halindeki birim alan gözlemlenir, yöntemlerin kaydı yapılır ve bunlar analiz edilir. Standartlaştırılmış iş kombinasyon tablosu ve standartlaştırılmış kartı geliştirilir. Takım beyin fırtınası yapmak ve iş birimlerinde israfı yok etme yollarını tartışmak için gruplara ayrılır. İş birimlerindeki fikirler test edilir ve test sonuçları incelenir. Hızlı iyileştirmeler gerçekleşir ve 30 günlük takip iyileştirmeleri geliştirilir. Son olarak sonuçlar belirlenir ve yönetime bilgi verilir. Sonuçlar ile beraber 30 günlük takip iyileştirmeleri de rapor olarak yönetime sunulur (Sivaslı, 2006).

Takip Etme; Takip kısmında fikirleri uygulamaya ve sonuçları incelemeye devam edilir. İyileştirmeler denetlenir ve sonuçlar belirlenip ölçülür. Yapılan iyileştirmelerden standartlar oluşturulur. Daha sonra durum raporları sunulur. Proje durum raporları

yönetime iletilir. Proje tamamlandığında son bir final raporu takım liderleri tarafından yapılır (Sivaslı, 2006).

3.2.6. Pull-Push Sistemi

Bu sistemin üretime uygulanması, itme sistemi adı verilen normal sürecin veya bilgi akışının tersine çevrilmesi ile sağlanır. Bir itme sisteminde, birçok iş istasyonu için önceden bir program belirlenir ve her iş istasyonu, tamamladığı işi bir sonraki istasyona iter (Russell ve Taylor, 2010).

Çekme sistemi ile işçiler bir önceki istasyonlara geri dönerek yalnızca ihtiyaç duydukları parça ya da malzemeleri alıp anında kullanabilmektedir. Çıktıları alındığında, önceki istasyondaki işçiler daha fazla üretmeye başlama zamanının geldiğini bilir ve sonraki istasyonun aldığı miktardaki ürünün üretilmesini sağlar. Çekmeli üretim uygulamaları basit görünse de, normal programlama prosedürlerinden çok farklı olduğu için uygulanması zor olabilmektedir. Çekme sistemi üzerinde birkaç yıl deney yaptıktan sonra Ohno, üretim katındaki çekme işlemi üzerinde daha fazla kontrol sahibi olmak için Kanban'ları uygulamaya koymanın gerekli olduğunu görmüştür (Russell ve Taylor, 2010).

Otomobil üretiminde önemli bir sorun, alt montajların üretimi ve son montaj hattının ihtiyaçları ile malzemelerin ve parçaların üretimini ve teslimatını koordine etmektir. Üretim binlerce işçinin tek bir otomobil için ürettiği binlerce irili ufaklı parçadan dolayı karmaşık bir süreçtir. Ohno, süreçler arasındaki koordinasyonu iyileştirmek ve böylece büyük miktarlarda envantere olan ihtiyacı yok etmek için bir sistem geliştirmek için yıllarda mücadele etmiştir. Çalışmaları sonucunda çekme sistemi fikrini başka bir Amerikan klasiği olan süpermarketlerden almıştır. Ohno, Amerikalıların evde büyük miktarda yiyecek bulundurmadıklarını, Bunun yerine ihtiyaç duydukları ürünleri satın almak için yakındaki süpermarketleri sık sık ziyaret ettiklerini gözlemlemiştir. Süpermarketler ise raflarındaki ürünleri sadece satıldığında yenileyerek stoklarını dikkatlice kontrol etmişlerdir. Müşteriler aslında ihtiyaç duydukları ürünleri sistemden "çekmiş" ve süpermarketler de satılabileceğinden daha fazla ürün sipariş etmemişlerdir (Russell ve Taylor, 2010).

3.2.7. Denge ve Takt Zamanı

Denge, yalın üretimin sisteminin önemli parçalarından biridir. Bireysel üretim süreçleri farklı çalışma süreleri ihtiyaç duysa da, üretim bantları eşit miktarlarda iş paylaştırılmıştır. Farklı çalışma sürelerine olan çeşitli süreçler arasında denge sağlanması, sürece olan kaynak sayısı değiştirilerek gerçekleştirilir. Bu şekilde kapasite dengesi sağlanmış olacaktır. Fiziksel olarak birbiriyle alakalı hücresel üretim gruplarının yanı sıra, dengeleme işi takt adı verilen bir terimle sağlanmaktadır. Takt, temelde tek bir parçanın üretildiği frekansı gösteren bir zaman / hacim oranıdır. Takt vardiya başına çalışma dakikasının, günlük vardiya sayısıyla çarpılarak, sonucun günlük işlem hacmine bölünmesiyle hesaplanır (Hobbs, 2003).

Burada vardiya başına çalışma dakikası, bir üretim operatörünün her vardiyada iş yapması için mevcut olan süre miktarını ifade etmektedir. Günlük vardiya sayısı, işlem başına günlük vardiya sayısını temsil eder. Günlük iş hacmi, herhangi bir yeniden işleme ve ıskarta işleminin etkileri dâhil olmak üzere toplam talep hacmidir (Tezel, 2007).

Takt zamanı döngü süresiyle yakından alakalıdır. Aynı zamanda müşterinin talebini karşılamak için üretimin gerçekleşmesi gereken hızdır. Takt zamanı (günlük planlanan net üretim/günlük planlanan üretim adedi) talebin düştüğü zamanlarda uzatıp, arttığı zamanlarda kısaltarak iş zamanının ve gücünün en uygun kullanımı sağlanmaktadır. Takt-time değişimi iş akışını, alan düzeninin ve iş kombinasyonlarının tekrardan düzenlenmesini gerektirmektedir (Ohno, 1998).

3.2.8. Andon

Bir uyarı sistemini ifade eden ışıklı bir gösterge tabelası olan Andon, anormallik ya da arıza durumunda bandı durdurmak için kullanılan ve üretim boyunca üzerinde direkt olarak denetim sağlayan görsel kontrol aracı ve bir yalın üretim terimidir. Her şey yolundaysa, yeşil ampul yanar. Yanlış bir şey varsa ve işçi bir şeyi düzeltmek için yardım gerektiğinde, sarı ampul yanar. Hat durdurulursa, kırmızı ampul yanar. Çalışanlar gerekli gördükleri durumlarda üretim bandını durdurma konusunda tereddüt etmemeleri konusunda yüreklendirilmiştir. Böylece işlemlerin doğru ve olması gerektiği şekilde gerçekleşmesi sağlanmıştır (Ohno, 1998).

Kalite müfettişleri tarafından değil, çalışanlar tarafından incelenen numuneler kalite denetiminin temel sorumluluğunu ortaya koymaktadır. Yukarı akışlı iş bantları, aşağı akışa bıraktıkları ürünün ya da malzemenin hata ve kusurlarından sorumludur. Kalite

denetçileri, hatanın tekrar oluşmasını önlemek için hatanın kaynağını incelemeyi tercih eder. Tespit edilen kusurun kaynağı çözülene dek üretim durdurulur. Bu durum, hatalara karşı sıfır tolerans kültürünün oluşmasına yardımcı olur ve aynı zamanda, kusurlu malzeme ve ürünlerin aşağı yönde akmasını ve daha büyük sorunlara neden olmasının önüne geçer (Tezel, 2007).

3.2.9. Heijunka (Dengeleme)

Heijunka, dengelenmiş bir üretim programını ve iş yükünü anlatan Japonca bir kelimedir Bu terim, tür ve miktar bakımından dengeli bir ürün üretimi demektir. Bir üretim tesisinin üretim bandının, her ürün tipi arasında geçişler uygulanarak çeşitli boyutlarda çeşitli ürünler üretilebilir. Düzenli ve katı üretim programları, çok bilinmeyen ve tahmin edilemeyen müşteri talepleri nedeniyle genellikle israfa ve dengesiz bir üretim rejimine neden olabilir (EMS Consulting Group 2004).

Heijunka, yalın üretimin süreklilik önceliğinin bir başka gösterimidir. Görsel yönetim adına heijunka kutuları çizelgeleme için kullanılmaktadır. Heijunka kutusu, kutulardan meydana gelen bir ızgaraya bölünmüş duvar sistemidir. Her bir kutu önceden belirlenmiş bir zaman diliminde eşit miktarda zamanı temsil etmektedir. Üretilmesi planlanan ürünlerin türüne göre bazı renkli kanban kartları, o belirli ürün için ayrılan süreyi ve gelecek üretim yolunu temsil etmek için her kutuya iliştirilir (HC 2006).

Bir Toyota fabrikasında üretilen araçlar boya fabrikasından sonra, renk, tip ve opsiyonları arasındaki iş yükü farklılıkları düşünülerek belli bir ağırlıkla sıraya dizilir. Örneğin klimalı ve klimasız araçlar, 1.3 ve 1.6 litrelik, vagon ve sedanlar talep miktarlarına göre montaj sıralamaları yapılır. Burada amaç iş yükünün mümkün olduğu kadar dengelenmesi "muda" ve "muri"nin ortadan kaldırılmasıdır (Ohno, 1998).

3.2.10. Jishuken (Hat Verimliliği)

Toyota'da takım liderleri ve birim mühendislerce yapılan, işgücü verimliliğinin arttırılma çalışmalarıdır. Her çalışanın operasyon süresi, operasyon grubunda detaylı zaman analizi yapılarak hesaplanır. Takt zamanına ulaşamayan operasyon süreleri kayıp anlamına gelmektedir. Çalışmalar ve analizler sonu fazla zamanlar, iş kombinasyonlarının değiştirilmesi, işin ilerleyişini ve düzenini sağlanması ve iş başı eğitimleri ile ortadan kaldırılarak, tüm çalışanların tam Takt zamanı sürecinde çalışmaları sağlanır. Hat dışına çekilen fazla elemanlar destek, eğitim, bakım ve Kaizen çalışmalarına katılır. Üretim artıp

Takt zamanı kısaldığında da çalışanlar tekrardan hat içine geçmektedir (Ohno, 1998).

3.2.11. Beş S

Beş S, işyeri organizasyonu ve şirket içi bazı kurallardır. Her çalışanın çalışma alanını kullanabileceği maksimum verimlilik ve işyeri ile ilişkili atıkları azaltma yönünde organize etmesidir. Makine operatörleri, günlük bakım, periyodik muayeneler ve önleyici onarım faaliyetleriyle kendi makinelerinin bakımını yaparlar. Makinelerindeki bakım ve çalıştırma verilerini düzenler ve yorumlarlar, arızadan gerçekleşmeden önce bozulma belirtilerini tanımlarlar. Ayrıca, olağandışı olayları daha belirgin hale getirmek için ekipmanları, araçları ve çalışma alanlarını titizlikle temizlerler. Temiz bir zemin üzerindeki yağ lekeleri bir makinede problem olduğuna işaret edebilir, fakat kirli bir zemindeki yağ lekeleri fark edilmeyebilir. Bu gibi durumlar için beş S uygulanmaktadır. Beş S; seiri, seiton, seiso, seiketsu ve shisuke olarak bilinen Japonca kelimelerdir. Kabaca sırala, ayarla, parlat, standartlaştır ve sürdür olarak tercüme edilir. Beş S'nin açıklamaları aşağıdaki maddelerde gösterilmiştir (Tezel, 2007):

1. Seiri (Sırala)-Sık ihtiyaç duyulan şeyleri ve daha az ihtiyaç duyulan şeylerin ihtiyaç sırasına göre sıralanmasıdır. Bu şekilde sıkça ihtiyaç duyulan şeyler daha kolay ve yakında bulunabilir. Hiçbir zaman ihtiyaç duyulmayacak şeyler ortadan kaldırılmalıdır.

2. Seiton (Sıraya göre düzenleme) - İşçinin ihtiyaç duyulan bir şeyi bulma ya da edinme hareketiyle ilgili israfı azaltmak amacıyla temel şeyleri mümkün olduğunca ulaşılabilir şekilde sıralanması ve düzenlenmesidir.

3. Seiso (Temizleme)-Kirliliğin neden olduğu israfı azaltmak ve çalışanların memnuniyetini artırmak amacıyla çalışma alanlarını ve makineleri temiz tutulmasıdır.

4. Seiketsu (Standardize)-İlk 3S'yi açık prosedürler aracılığıyla çalışma yerinde standartlaştırılmasını ifade eder.

5. Shitsuke (Sürdürmek)-Eğitim, promosyonlar ve kontrol yoluyla 5S'yi kuruluşun kültürüne entegre edilmesinin sağlanmasıdır.

3.2.12. 5 Neden

Beş neden, bir problemin asıl kökünü bulmayı hedefleyen beş aşamalı bir sorgulama tarzıdır. Bir sorunun gerçek kökenini belirleyene kadar neden sorusunu sorulması ve verilen cevaba tekrar neden sorusunu sormakla alakalıdır. Bu uygulamada sorunu

belirlemek ve neden soruları doğru yanıtlamak son derece önemlidir (Tezel, 2007).

İşlevsizliklerin en derinindeki asıl nedeni bulduğumuzda, ancak o zaman etkili bir çözüm üretebiliriz. Örnek bir 5 neden uygulamasına bakacak olursak, çalışan bir makinenin durduğunu düşünelim (Ohno, 1998);

1) Makine neden durdu?

   Cevap: Aşırı yüklenme durumundan sigorta attı.

2) Neden aşırı yüklenme gerçekleşti?

   Cevap: Makine yataklarına yeterli yağlama yapılmadığından.

3) Yeterli yağlama neden yapılmadı?

   Cevap: Yağ pompasının iyi çalışmamasından dolayı.

4) Yağ pompası neden iyi çalışmamıştı?

   Cevap: Titreşimlerden dolayı pompanın mili hasar görmüştü.

5) Pompa milleri neden hasar gördü?

   Cevap: Filtrajda bir hata olmuş ve içeri bir metal parçası kaçmıştı.

Burada verilen örnekte sorunların temeline inmenin sorunun belirlenmesi ve çözümlenmesindeki etkisini görebiliriz. 5 neden yöntemi uygulanmasaydı, sadece sigorta değiştirilecek veya yağ pompası onarılacaktı. Bu sebepten asıl sorun yerinde duracak ve aynı arıza daha sonra tekrar kendini gösterecekti (Ohno, 1998).

4. YALIN İNŞAAT

Abdelhamid yalın inşaatı şu şekilde tanımlamıştır (Abdelhamid 2007): Sözleşme düzenlemelerinde, ürün tasarımında, sistematik, sinerjik ve sürekli iyileştirmeler yoluyla tüm taraflar için değeri en üst düzeye çıkarmayı hedefleyen kapsamlı bir amaç ile bütünsel bir tesis tasarımı ve teslimat felsefesi.

Yalın yapı, zaman, maliyet ve kalite üçgeninde değişikliklere meydan okuyan yeni bir üretim yönetimi tabanlı proje teslim sistemi üzerinden tanımlanabilir. Bu zamana kadar, dünya çapındaki şirketler tarafından kullanılan iki önemli yalın inşaat uygulama kanalı bulunmaktadır. Bu uygulamalardan biri, sermaye tesisleri tasarlamak ve inşa etmek için L. C. I tarafından geliştirilen yeni bir proje teslim sistemidir. Bu dağıtım sistemine Yalın Proje Dağıtım Sistemi (L. P. D. S.) adı verilir (Tezel, 2007).

Liderlik, proje yönetimi için önemli bir kavramdır. Pamfilie, Petcu ve Draghici (2012), Yalın yaklaşımın uygulanması için organizasyon yönetiminde liderliğin önemini vurgulamışlardır. Yalın Altı Sigma'yı bir iş modeli olarak düşünerek, anket metodolojisine dayalı Yalın stratejisi için yeterli bir çerçeve oluşturmak için temel faktörleri belirlediler: verimli iletişim sağlamak ve sürekli iyileştirme sürecine katılımı artırmak amacıyla işçilerin memnuniyetini ve motivasyonunu artırmak (Piet, 2016).

İnşaat sektöründe kullanılan yalın yönetim sistemleri yalnızca liderlikle alakalı değildir. Birçok araştırma, tüm dünyada yalın teknik uygulamalarının neticelerini sunmaktadır. Sacks (2007), apartman yapımı için İnşaat sektöründe Yalın Yönetim uygulamasına bir örnek önermiştir. Yalın İnşaat yaklaşımında yedi çeşit israfı belirleyerek mevcut durumu analiz etmeye başlamışlardır: (1) istenmeyen ürünler: örneğin standart tasarım daireler ticari taleple eşleşmiyor; (2) yeniden işleme: örneğin inşaat sürecinde yapılan hasarların onarımı; (3) envanterler: örneğin malzemeler daire başına değil tedarikçi başına teslim edilir; (4) çalışanların ya da materyallerin gereksiz yere taşınması: taşeronların daha sonra şantiyeye tekrar gelmelerini gerektirecek bir takım bilgi eksikliği nedeniyle işin durması; (5) gereksiz faaliyetler: örneğin eksik çalışmanın kapı kilidi ile korunması örneğin; (6) malzeme ya da bilgi beklemek; (7) müşterilerin ihtiyaçlarını karşılamayan ürünler: örneğin özelleştirmenin ticari fiyatı engelleyici olması. Araştırmacılar, parti boyutunu tek

bir daire olarak belirledikten sonra atıkları azaltmak için planlamayı ve müşterinin ihtiyaçlarından gelen istikrarlı bilgilere ışığında iş akışını düzenlemiştir. Sacks (2007), Çin'de röportajlar ve anketler aracılığıyla inşaat endüstrisini incelemiştir. İnşaat sektörünün, sosyo-teknik açıdan proses hedefli bir girişim olarak Yalın İnşaat yönetimini sistematik bir biçimde uygulaması gerektiği sonucuna vardılar. Araştırmacılar, farklı tarafların bağlılık eksikliğinin yalın yaklaşımın uygulanmasında önemli bir engel olduğunu görmüşlerdir (Gao ve Low, 2014).

Yalın inşaat sürdürülebilirlikle de ilgilenir: Nahmens ve Ikuma (2012), modüler ev üretimi ortamında örnek olay incelemeleri aracılığıyla yalınlığın sürdürülebilirlik üzerindeki etkisini araştırmışlardır. Yalınlığın sürdürülebilirliğin üç boyutunu etkilediğini görmüşlerdir: (1) maliyeti düşürerek ve kârı artırarak ekonomik yön; (2) çalışma ortamını ve çalışan sağlığını iyileştirerek sosyal yön ve; (3) israfları azaltarak ve kaynak kullanımını optimize ederek çevre yönü.

4.1. GELENEKSEL İNŞAAT VE YALIN İNŞAAT

Geleneksel inşaat proje yönetimi, faklı araştırmacılar tarafından eleştirilmiş ve bunun üzerine geleneksel inşaatın başarısızlığına dikkat çekilmiştir. Fayol (1916), liderliği çalışanların yapılması gereken görevleri yerine getirmeye motive etme yeteneği olarak gören komuta ve kontrol modelinin temelini tanımlamıştır. Flores (1982)'e göre Yönetim, taahhütler ağının genişlemesi ve aktivasyonu için endişe içeren açıklık, dinleme ve taahhütleri ortaya çıkarma sürecidir. Öncelikli olarak vaatler ve talepler yoluyla üretilir ve üretici birimlerin özerkliğine izin vermektedir. Taahhütler, vaat verme ve sözlerini tutmada, ortak kaygıları ve samimiyeti paylaşmada bir güvenilirlik modeline ihtiyaç duyan güven temelini gerektirmektedir (Howell vd., 2004). Flores (1982)'e göre motivasyon artık yüzeysel değildir, fakat yerine getirme isteği vaatlerden ve taahhütlerden kaynaklanmaktadır: çalışanlar çıkarlarını gözetmekten sorumludur ve "hayır" deme hakkına her zaman sahiptir. Kusurun ortadan kaldırılmasının gerektiğini düşünen bu, Toyota üretim sistemi ilkelerine uygundur.

Hjelmbrekke, Hansen ve Lohne (2015), araştırmalarını inşaat projelerinin performansına yönlenmişlerdir. Strateji-performans açığının dış tedarikçiler için daha mühim olduğunu görmüşlerdir. İnşaat projelerinde üç temel başarısızlık kaynağı belirlediler: (1) proje sahibinin stratejisi ile somut gereklilik arasındaki farklılık; (2) proje ekibi farklı

bağlılıklar arasında bölünmüştür; (3) müşteri ihtiyaçları nadiren dikkate alınır.

Pinto ve Mantel (1990), proje başarısızlığını önlemek için geliştirilen üç yaklaşım tanımladı: (1) karar kurallarının ya da karar destek sisteminin geliştirilmesi; (2) gösterge seti ve (3) proje başarısının birkaç kritik uygulama faktörüyle ilişkilendirilmesi. Son akışı kullanımıyla, proje başarısızlık önlem faktörü etkisini araştırmışlardır: inşaat projeleri ile ilgili olarak, teknik uzmanlık eksikliği ve yeterli problem çözme mekanizmasının olmaması baskın bir rol oynamıştır.

Zimina ve Pasquire (2012), aşağıdaki Çizelge 4.1.'de görüldüğü gibi, özetlenen yalın inşaat yaklaşımı ile geleneksel proje yönetimi arasındaki temel farklılıkları ortaya koyduklarını görebiliriz.

Çizelge 4.1. Geleneksel İnşaat ve Yalın İnşaat karşılaştırılması (Zimina & Pasquire, 2012).

Yalın İnşaat	**Geleneksel PM**
Üretim sistemine odaklanılır	İşlem ve sözleşmelere odaklanılır
Görevleri, akışı ve değeri dikkate alır	Görev hedefini dikkate alır
İlgili aşağı akış tarafları yukarı akış kararlarına dâhil olur	Kararlar uzmanlar tarafından sırayla alınır ve alt paydaşlara uygulanır.
Ürün ve süreç birlikte tasarlanır	Tasarlanan ürün tamamlanır, daha sonra süreç tasarımı başlar
Öğrenme; proje, firma, planlama ve tedarik zinciri yönetimine dâhil edilmiştir	Öğrenme düzensiz gerçekleşir
Tarafların çıkarları uyumludur	Tarafların çıkarları uyumlu değil
Tampon, sistem değişkenliğini emme işlevini yerine getirmek için boyutlandırılır ve yerleştirilir	Katılımcı, kendi çıkarlarını korumak için büyük envanterler oluşturur
Tüm ürün yaşam döngüsü aşamaları tasarımda dikkate alınır	Tasarımda tüm ürün yaşam döngüsü aşamaları dikkate alınmaz
Faaliyetler son güvenilir anda gerçekleştirilir	Faaliyetler mümkün olan en kısa sürede gerçekleştirilir
Tedarik zinciri tedarik süresini azaltmak için sistematik çaba gösterir	Farklı kuruluşlar, pazar aracılığıyla birbirine bağlanır ve pazarın sunduklarını alır

4.2. ŞANTİYELERDE İSRAF ÇEŞİTLERİ

İnşaat atıkları, Çizelge 4.2'de gösterildiği gibi, inşaat öncesi aşamadan başlayarak, projenin başlangıcından tamamlanmasına kadar proje boyunca etkinlik göstermektedir. Şantiyelerde görülen atığın %33'ünün tasarımcıların tasarım aşamalarında atık azaltma önlemlerini uygulamadaki başarısızlıklarının sebep olduğu tahmin edilmektedir (Innes, 2004). Literatüre bakıldığında da inşaat süresince yapılan tasarım değişikliklerin, inşaat atıklarını ortaya çıkarmasındaki ana sebebi olduğu konusunda genel bir fikir birliği vardır (Bossink ve Brouwers, 1996; Faniran ve Caban, 1998).

İnşaat süresince tasarım değişikliklerinin temel sebepleri şunlardır: son dakika müşteri gereksinimleri, tasarımcıların inşaat yöntemlerini ve inşaat işleminin sırasını değerlendirmede deneyim eksikliği, artan tasarım karmaşıklığı, tasarım bilgisi eksikliği, öngörülemeyen zemin koşulları ve uzun proje süreleri (Poon vd., 2004a; Ekanayake ve Ofori, 2000). Ek olarak, Chandrakanthi vd. (2002), tasarım faaliyetleri sırasında inşaat teknikleri konusundaki eksik bilgilerin de atıkların ortaya çıkmasına sebep olabileceğini belirmişlerdi.

Çizelge 4.2. İnşaat atıkları (Osmani vd., 2008).

Atık kökenleri	Atık nedenleri
Sözleşme	• Sözleşme belgelerindeki hatalar • İnşaat başlangıcında tamamlanmamış sözleşme belgeleri
Tasarım	• Tasarım değişiklikleri • Tasarım ve detaylandırma karmaşıklığı • Tasarım ve yapım detay hataları • Zayıf koordinasyon ve iletişim
Tedarik	• Sipariş hataları • Fazla ödenek • Tedarikçi hataları
Ulaşım/Nakliye	• Nakliye sırasında hasar • Şantiyeye erişim sağlamada zorluk yaşayan teslimat araçları • Boşaltma sırasında yetersiz koruma
Şantiye yönetimi	• Yerinde atık yönetimi planlarının olmaması • Gerekli miktarlar için yanlış planlama • Kullanılacak malzeme türleri ve boyutları hakkında bilgi gecikmeleri • Yerinde malzeme kontrolünün olmaması • Denetim eksikliği

Çizelge 4.2. (Devam) İnşaat atıkları (Osmani vd., 2008).

Malzeme deposu	• Hasara veya bozulmaya yol açan uygunsuz şantiye depolama alanı • Uygun olmayan depolama yöntemleri • Uygulama noktasından uzakta depolanan malzemeler
Malzeme taşıma	• Gevşek biçimde tedarik edilen malzemeler • Depolamadan uygulama noktasına kadar yerinde nakliye yöntemleri • Yetersiz malzeme kullanımı
Şantiye operasyonu	• İmalatlarda yapılan yanlışlıklar • İhmalden kaynaklanan kazalar • Kullanılmayan malzemeler ve ürünler • Ekipman arızası • Zayıf işçilik • Yanlış malzemelerin kullanılması • Kötü iş ahlakı

İnşaat sektörü, yapı çevresinin kalite iyileştirmelerinde öncü bir rol oynamaktadır, Fakat bu faaliyetler bir taraftan da daha geniş çevreyi atık üretimi de içerisinde olmak üzere çeşitli şekillerde etkilemiştir. Yalnızca İngiltere'de görülen, inşaat, yıkım ve hafriyat atığının 2003 yılında 91 milyon ton olduğu düşünülmektedir (ODPM 2004). İngiltere'de inşaatların artması beklendiğinden, tasarım, inşaat ve atık yönetiminin uzun vadeli etkilerini göz önüne alınarak inşaatın tüm safhalarında atıkların azaltılmasına ihtiyaç duyulmuştur. Bununla birlikte, inşaat endüstrisinin kültürü ve değişime karşı direnci, etkili atık minimizasyonu için önemli zorluklar göstermektedir (Teo ve Loosemore, 2001). Literatürde önemli miktarda inşaat atığına kötü ve yanlış tasarın sebep olduğu konusunda ortak fikre varılmıştır (Innes, 2004; Chandrakanthi vd., 2002; Ekanayake ve Ofori, 2000; Faniran ve Caban, 1998; Bossink ve Brouwers, 1996) . Bu noktada mimarlar, atıkların tasarlanmasına yönelerek her düzeyde inşaatta atığının azaltılmasına yardımcı olma konusunda belirleyici bir role sahiptir (Greenwood, 2003; Coventryvd, 2001). Tasarımcıların, atıkları ortadan kaldırma ile ilgili problemleri, kısıtlamaları ve fırsatları ve iyileştirmelerin elde edilebileceği pratik araçları kavramaları gerekir. Atıkları en aza indirilmesi veya ortadan kaldırılmasının bir adımı tasarım uygulamalarını geliştirmektir.

4.3. YALIN İNŞAAT TEKNİKLERİ

İnşaat sektöründe son dönemde son derece gelişmiş teknik araçlar kullanılmaktadır. Bunlardan biri olan "BIM-Yapı Bilgi Modeli" ve "Last Planner" planlama ve koordinasyon araçları süreci önemli derecede kolaylaştırmakta ve koordinasyonu inanılmaz bir seviyeye çıkaracak şekilde sektöre hizmet vermektedir (Yalın Düşünce 2020).

Yalın İnşaat Yönetim ve İşletim Modeli olarak 2000'li yılların başında Kaliforniya Eyaletinde ve özellikle Berkeley Üniversitesi'nin lisansüstü programında incelenmiştir. Öncülerden Glenn Ballard'ın girişimi ile Kaliforniya Yalın İnşaat Enstitüsü kurulmuş ve ilk öncüler bu eyaletten çıkmıştır. Büyük inşaat şirketleri, yüklenicilerine Yalın Düşünce, Yönetim, Tasarım ve Üretim ilkeleri hakkında bilgi sahibi olmaları konusunda taahhüt etmelerini istemiştir (Yalın Düşünce 2020).

Günümüzde Amerika Birleşik Devletleri'nin neredeyse bütün eyaletlerinde Yalın İnşaat Örgütleri kurulmuş ve elle tutulur birçok büyük inşaat firmaları Yalın Yönetimi, Tasarım ve Üretimin bütün araç ve tekniklerini kullanmışlardır. Düzenli olarak her sene birçok katılımcı ile Yalın İnşaat Konferansları düzenlenmeye başlanmıştır. Özellikle Berkeley Üniversitesi'nin her yıl organize ettiği Yalın Tasarım Forumunda Yalın İnşaat konusunda inşaat sektöründe faaliyet gösteren profesyoneller ile akademisyenler çeşitli sunumlar düzenleyerek Yalın inşaat uygulamaları ve örnekler konusunda görüşlerini dile getirerek tecrübelerini aktarmışlardır. Bu tür organizasyonlar sayesinde Yalın inşaat konusu, ABD genelinde farkındalık oluşturmuş ve diğer üniversitelerde de çeşitli yalın inşaat konularını işleyen konferanslar, sempozyumlar ve seminerler organize etmeye başlanılmıştır (Yalın düşünce 2020).

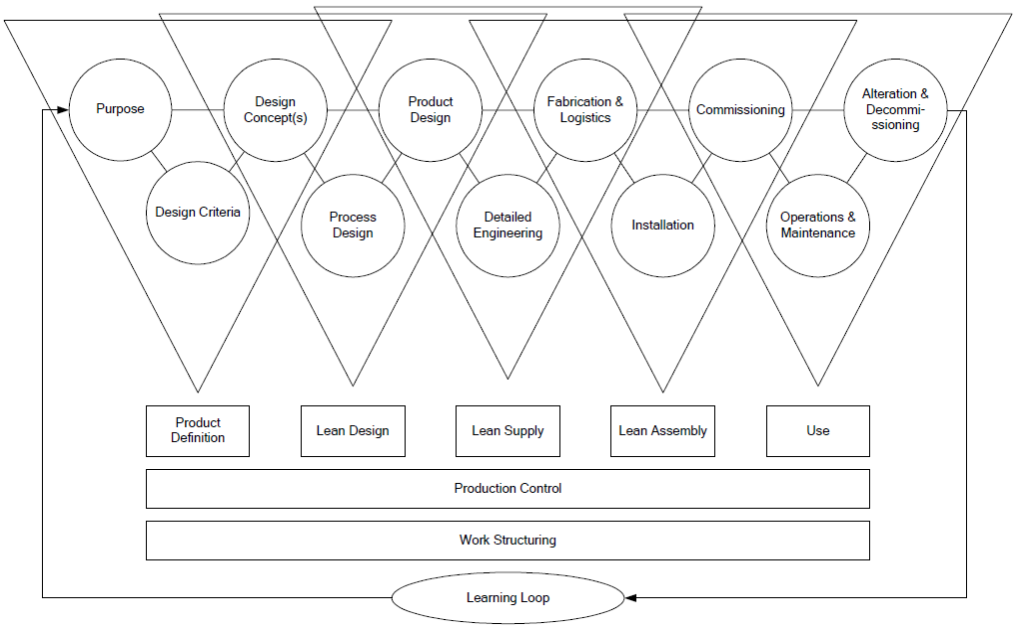
Yalın inşaatın Amerika'daki bu hızlı ilerleyişi Avrupa kıtasına ve İngiltere'ye sıçramış ve bütün Avrupa Birliği ülkelerinde Yalın İnşaat uygulamaları standart uygulama haline gelmiştir. Hatta bir takım Devlet kuruluşları, İngiliz Karayolları İdaresi Yalın Yönetimi ve BIM'i kullanmayan şirketlerin teklif vermesini bile yasaklamıştır (Yalın düşünce 2020).

4.3.1. Yalın Proje Teslim Sistemi

Projeler, ön tasarım, tasarım, tedarik ve kurulum gibi kademeler şeklinde bilinmektedir. Geleneksel ve yalın proje teslimi arasındaki temel farklılıklardan biri, kademeler ve her

kademedeki katılımcılar arasındaki ilişkidir. Şekil 4.1'deki model, müşteri ve paydaş değerlerini, tasarım görüşünü ve tasarım ölçütlerini üretme ve düzenleme görevi olan Proje Tanımı ve üst üste görünen üçgenlerdeki bu kademeleri özümlemektedir. Bu üç öğe tekrarlamalı şekilde belirlenir. Başka bir deyişle, her biri diğerini etkileyebilir, bu sebeple farklı paydaşlar arasında bir iletişim gereklidir. Tipik olarak, kurulan iyi bir iletişim ve sohbet gibi, herkes kendisiyle birlikte getirdikleri fikir ve düşüncelerden farklı ve daha iyi bir anlayışla ayrılır. Geleneksel olarak proje tanımı, müşteriyle tek başına çalışan mimar veya mühendislerce yapılır. Yalın Proje tanımında, yapıyı tasarlayacak ve inşa edecek üretim ekibinin üyeleri de dâhil olmak üzere tesisin yaşam döngüsünün her aşamasının temsilcileri belirlenir (Ballard vd., 2002).

Yalın Proje Teslim Sistemi, Ballard (2000) tarafından birbirine bağlı görevler, karar verme kuralları, görevlerin yerine getirilmesi için işlemler ve uygulamaya rehberlik etmek için geliştirilen kavramsal bir çerçeve şeklinde açıklanmaktadır. LPDS, her bir kademesinin üç modülden oluştuğu beş temel aşamalı bir sistem olarak betimlenmektedir; Şekil 4.1 aşamalar arasındaki karşılıklı bağımlılık, birbirini takip eden iki kademe arasında bir modül paylaşılarak temsil edilmiştir. Üretim kontrolü ve yalın iş yapılandırmasının beş ana aşama boyunca genişlediği gösterilmiştir (Ballard, 2000).



Şekil 4.1. LPDS modeli (Ballard, 2000).

LPDS modeli, proje tanımından tasarıma, tedarik ve montaja kadar uzanan 5 birbiriyle bağlantılı üçlü halinde organize edilmiş 15 modülden, 2 üretim kontrol modülünden ve iş yapılandırma modülünden oluşur; her iki modül de tüm proje süreçlerine ve kullanım

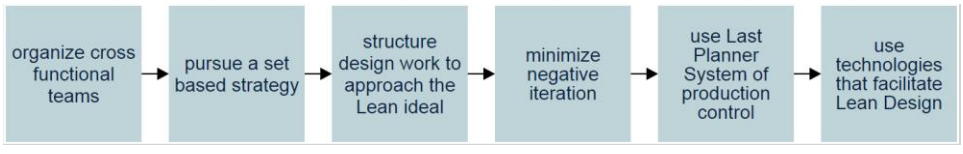
sonrası değerlendirmeye yayılacak biçimde organize edilmiştir. Bir proje aşamasının sonunu bir sonrakinin başlangıcına bağlayan modül (Aziz ve Hafez, 2013):

1. Proje Tanımı: a) İhtiyaç ve Değerlerin Belirlenmesi; b) Tasarım Kriterleri ve c) Kavramsal Tasarım;
2. Yalın Tasarım: a) Kavramsal Tasarım, b) Süreç Tasarımı ve c) Ürün Tasarımı;
3. Yalın Tedarik: a) Ürün Tasarımı, b) Ayrıntılı Mühendislik ve c) Üretim / Lojistik;
4. Yalın Montaj: a) İmalat / Lojistik, b) Site Kurulumu ve c) Test / Devir;
5. Üretim Kontrolü: a) İş Akışı Kontrolü ve b) Üretim Birimi Kontrolü.

LPDS'nin temel özellikleri şunlardır (Ballard, 2000):

- Bir projenin yapısı ve yönetimi değer yaratmayı hedeflemektedir;
- Ön planlama ve tasarıma dâhil olan çapraz işlevli ekipler, üretim sürecinin tüm alanlarından üyeler bulundurur;
- Proje kontrolü, proje boyunca yürütülen bir araç olacaktır;
- Optimizasyon, iş akışını güvenilir hale getirmeye yönelir ve üretkenliği artırır,
- Malzeme ve bilgi akışını yönetmek için çekme teknikleri kullanılır;
- Kapasite ve envanter tamponları, üretim sürecindeki değişkenliği önlemek için kullanılır;
- Her seviyede dâhil edilen geri bildirim döngüleri, hızlı bir sistem ayarlaması ve öğrenmeyi amaçlamaktadır;
- Tüm sürecin iş yapılandırması proje teslim seviyesinde değeri artırır ve israfı azaltır. Planlama düzeyinde performansı iyileştirme çabaları, proje düzeyinde performansı artırır.

Yalın Tasarım: Ürün tasarlamanın yanında süreci tasarlamak anlamına da gelmektedir. Ürün tasarımı ne yapılacağını anlatırken, süreç tasarımı nasıl yapılacağını anlatmaktadır. Ballard ve Zabelle (2000) Şekil 4.2'de Yalın Tasarımın altı aşaması görülmektedir:



Şekil 4.2. Yalın tasarımın altı aşaması.

Aşağıda, Yalın tasarımın teknikleri kısaca bahsedilmiştir (Ballard ve Zabelle, 2000):

1. Çapraz fonksiyonlu ekipler oluşturun: tasarım ekibinde tüm paydaşlar karar verme süreci içerisinde bulunmalıdır. Her zaman tüm paydaşlarla verilen her karar hakkında grup toplantıları düzenlemek mümkün olmadığından, işbölümüne ihtiyaç duyulmaktadır.
2. Küme tabanlı bir stratejinin peşinden gidin: Birçok alternatif seçenek oluşturulur ve üzerinde çalışılır, fakat hangi alternatifin seçileceği kararı mümkün olduğunca geciktirilir. Bu, alternatifler yaratmak ve üzerinde çalışmak için fazladan zaman harcanmasına neden olur, ancak ihtiyaç duyulan negatif tekrarlamaların azaltılmasıyla dengelenir. Küme tabanlı bir strateji sürdürmek için ekip üyelerinin eksik bilgileri paylaşmaya hevesli olması da gereklidir. Bu, tüm paydaşların projenin ilerlemesinden haberdar olması ve böylece nasıl devam edileceği konusunda daha iyi kararlar alabilmesi için gereklidir.
3. Yalın idealine yaklaşmak için yapı tasarımı çalışması: Bu durum, ürünü ve süreci aynı anda tasarlayarak, yapılması gerekenleri ve aynı zamanda nasıl yapılacağını tasarlayarak başarılabilir. Tasarım yapılırken yalnızca müşterinin istek ve talepleri değil, tasarım aşamasının sonrasındaki bakım ve tedarik de dikkate alınmalıdır. Ara sonuçlar, kararlar ve eksik bilgiler ekip üyeleri arasında daha sık bir şekilde paylaşılmalıdır.
4. Negatif yinelemeyi en aza indirin: Negatif yinelemelerin azaltılması çekme planlaması kullanılarak sağlanabilir. Negatif yinelemeler, Yalın bakış açısıyla israf olarak görülebilir.
5. Üretim kontrolünün Son Planlayıcı Sistemini kullanın: Bu konuda Son Planlayıcı Sistem başlığı altında ayrıntılı şekilde değinilmiştir.
6. Yalın Tasarımı kolaylaştıran teknolojileri kullanın: Yalın Tasarım sürecini kolaylaştıracak, ürün ve süreç modelini bütünleyen çeşitli araçlar bulunmaktadır. Böylelikle ürünün 3 boyutlu görüntüsü oluşturulabilir. Tek bir entegre modelde çalışarak grafikler de azalacak, bilgi paylaşılacak ve ilerleme tüm tasarım ekibi tarafından görülebilecek.

Yalın Tedarik: Şantiyeye malzeme ve hizmet tedarikini ifade eder. Yalın ilkelerin tedarik sürecine uygulanmasıyla Yalın tedarik ortaya çıkmıştır. Yalın tedariki sağlamak için mevcut tasarım aşamasında olan tedarik sistemi dikkate alınmalıdır. Bu durum

fonksiyonlar arası ekipler oluşturarak gerçekleştirilebilir. Yalnızca daha "geleneksel'" üyeleri, mimarları ve mühendisleri değil, aynı zamanda tüm inşaat sürecindeki aşağı akış aşamalarından sorumlu paydaşları, dolayısıyla imalatçıları ve tedarikçileri vb. dâhil etmek oldukça önemlidir. Tedarikçiler ile uzun vadeli ilişkiler Yalın tedarikin sağlanması yardımcı olabilir. Uzun vadeli ilişkiler sebebiyle, ilgili taraflar birbirlerine tandık hale gelirler ve bu da süreçlerini daha iyi yürütülmesini sağlar. Tedarikte uygulanacak çekme yöntemi sistemi, Yalın Tedarik sağlanmasına yardımcı olacaktır. Böylece, malzemelerin ve hizmetlerin yalnızca ihtiyaç duyulduğunda teslim edildiği sağlanmış olur. Ulaşım, Yalın Tedarik'in bir başka ayağı olduğunu söyleyebiliriz. Örneğin inşaat alanının yakınında bulunan tedarikçileri tercih ederek nakliye sürelerini azaltıp Yalın Tedarik sağlanabilir (Ballard vd., 2002).

Yalın Montaj: LPDS'nin son basamağıdır. Yalın montajı gerçekleştirmek için işletim etütleri kullanılabilir. Bu ilk işletim çalışmaları, işi yürütmenin en iyi yolunu tahmin etmek için ürünün çalışmasını gerçekçi bir şekilde göstermektedir. İşletim çalışmaları, işi gerçekleştirmenin en iyi yolunu tanımladığından, işi gerçekleştirmenin gerçek performansının test edilebileceği bir standart olarak görülebilirler. Yalın montajın oluşturulmasını kolaylaştırmak için sürekli akış kullanılabilir. Parti boyutlarını küçülterek ve ilk infirst-out stratejisi uygulayarak sürekli bir akış gerçekleştirilebilir. Bunu yaparak süreçteki çalışma azalacak ve bu da daha az atık miktarı oluşturacaktır. Montajdan sorumlu ekipler yetenekli çalışanlardan seçilmelidir. Böylece, her ekip üyesi farklı sistemleri bir araya getirebilir, bu da sürecin parçalanmasını azaltır. Yalın Montaj gerçekleştirmek için kullanılabilecek diğer araçlar ve yöntemler şunlardır: ön montaj, standartlaştırılmış ve değiştirilebilir parçalar, Tam zamanında teslimatlar, tek dokunuşla işleme ve dağıtılmış planlama. Tam zamanında teslimat, tüm materyallerin ve hizmetlerin istenen zamanda teslim edilmesi gerektiği anlamına gelir. Tek dokunuşla işleme, yeniden işleme ihtiyacını ortadan kaldırır ve dağıtılmış planlama, ayrıntılı bir planlamanın bir anda ortaya çıkarılmasına gerek olmadığı anlamına gelir. Planlama, ortaya çıkan ayrıntı düzeyinin mevcut koşullara bağlı olduğu adımlarla ortaya çıkarılabilir (Ballard vd., 2002).

4.3.2. Son Planlayıcı Sistemi

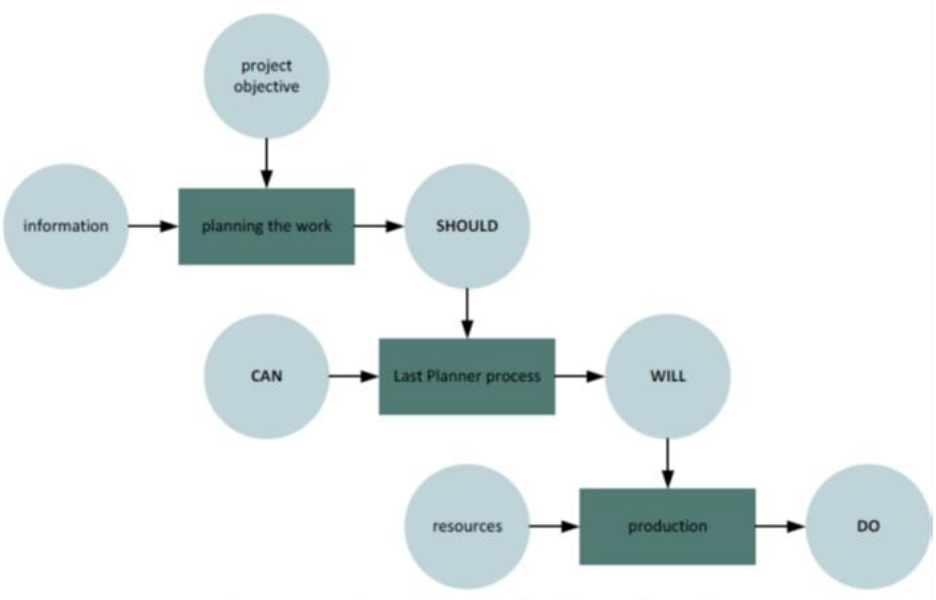
Planlama ve kontrol süreçlerinin geliştirilmesi inşaat sektörünün verimliliğini artırmanın en etkili yöntemlerden biridir. Yalın İnşaatta, proje süresince devam eden etkin süreçlerle birlikte planlamalar ve kontroller tamamlayıcı olarak kabul edilir. Planlama, ölçütleri açıklar ve proje hedeflerine ulaşmak için ihtiyaç duyulan stratejileri oluşturur, kontrol ise her faaliyetin planlanan şekliyle hareket etmesini sağlar. Daha önceden belirlenmiş dizilerin artık uygulanabilir ya da uygun olmadığında tekrardan planlama yapılmalıdır. Geri bildirim, faaliyetler planlandığı gibi sonuçlanmadığında öğrenmeyi kolaylaştırır (Howell ve Ballard, 1998). Hâkim olunan Yalın yöntemlerden biri, öngörü geliştirmeye, iş akışı varyasyonlarını azaltmaya yardımcı olmak için inşaat sürecinin yönetimi ve planlama verimliliğinin aralıksız gözlemlenmesi için faydalı bir yöntem olduğu bilinen Son Planlayıcı Sistemidir (Aziz ve Hafez, 2013).

Son planlayıcı sistemi Mossman (2005) tarafından, konu tehlikeli duruma gelmeden önce ustabaşı ve saha yönetimi arasındaki iletişimin uygun ayrıntı seviyelerinde olarak program koordinasyonu, üretim planlaması ve proje teslimi için gerekli olan ilişki ağını ve iletişimleri ortaklaşa yöneten bir sistem olarak açıklamıştır. Son Planlayıcı Sistemi, kontrolü çalışanlardan, onları birbirine bağlayan iş akışına yöneltmeyi hedeflemektedir. LPS'nin iki temel amacı, çalışanları sürekli öğrenme ve düzeltici hareket yoluyla yönlendirmek için daha iyi görev dağılımı yapmak ve işin olabileceği en iyi sıra ve oranda üretim birimleri arasında akmasını sağlamaktır (Auada vd., 1998). LPS'yi benimseyen ve kullanan firmalar, projeyi olması gerektiği sürede ve bütçede devam ettirmenin yanı sıra stressiz bir üretim planlama ve kontrol süreci ile çalışmalarını tamamlamışlardır (Alarcon, 2001). Fernandez vd. (2013), LPS uygulamasının sağladığı faydaları şunlardır: sorunsuz iş akışı, öngörülebilir iş planları, azaltılmış maliyet, daha az proje teslim süresi, geliştirilmiş verimlilik ve saha personeli ve taşeronlarla daha fazla işbirliği. Tüm bunların yanı sıra proje katılımcılarının LPS'yi uygularken karşılaştıkları bir takım zorluklar da olmuştur: liderlik eksikliği, örgütsel atalet, değişime direnç, eğitim eksikliği, sözleşme sorunları ve diğerleri arasında deneyim ve bilgi eksikliği (Fernandez vd., 2013).

Yalın Düşünce inşaat sektöründe de uygulanabilecek ve inşaat sektörünü geliştirecek yöntemlere sahiptir. Yalın İnşaat, Dönüşüm, Akış ve Değer olmak üzere üç farklı üretim teorisinin birleşimine dayanmaktadır. Koskela (2000) bu üç teoriyi birleştirerek ve TFV teorisini ortaya çıkarmıştır. Bu teoride, geleneksel proje yönetimine dayanan dönüştürme modeli, Dönüşüm kavramı ile temsil edilir. Koskela (2000), TFV teorisinin üretim için

yeni bir yaklaşım olarak kullanılmasını ve aynı zamanda akış ve değerin ortaya çıkarılmasını tavsiye etmektedir. İnşaata uygulanan iki temel akış bulunmaktadır: (1) tasarım akışı ve (2) inşaat akışı. Her iki akış için de değer müşteri tarafından belirlenmektedir. Bu iki akışın da farklı müşterileri mevcuttur. Tasarım aşaması (1) genellikle iki tür müşteriye sahiptir: müşteri ve inşaat süreci. Müşteri için değer, tasarımın müşterinin ihtiyaçlarını ne derece giderdiği ve proje tesliminden sonra ortaya çıkan ve tespit edilen tasarım kusurlarına bağlıdır. İnşaatın değeri, tasarım yapılırken inşaat sürecine ne derece dikkat edildiğine ve inşaat sırasında tespit edilen tasarım hatalarının etkisine bağlıdır. İnşaat aşaması (2) ise genellikle sadece bir müşteriye sahiptir: müşteri. Müşteri için değer, proje tesliminden sonra tespit edilen kusurların serbestlik derecesine dayanır (Koskela, 1992). Yalın Yapının dayandığı şey bu TFV teorisidir. TFV teorisinin dayandığı hedeflere uygun tüm proje teslim sistemlerinin Yalın sistemler olarak kabul edilebileceği söylenebilir. En güncel geliştirilen Yalın sistem Yalın Proje Uygulama Sistemidir. LPDS'nin temel özelliklerinden biri, birkaç safhanın üst üste gelmesi ve safhalar içinde üç unsurun sürekli olarak birbiriyle iletişim halinde olmasıdır (Ballard vd., 2002).

Yalın Üretim Yönetimi: LPDS'nin her kademesinde, tüm LPDS'nin yönetiminin gerçekleşmesiyle sağlanmaktadır. Yalın Üretim Yönetiminde İş Yapılandırması ve Üretim Kontrolü olmak üzere iki temel öğesi bulunmaktadır. Yalın İş Yapılandırması, daha geleneksel İş Kırılım Yapısı ile karşılaştırılabilir, fakat bir yandan da birçok yönden farklılığa sahiptir. Yalın İş Yapılandırması uygulandığında ürün tasarımı, proses tasarımı ile bütünleştirilir ve bu sayede yalnızca üretim sistemi kendi kendine parçalanmaz, işletim seviyesine bölünür. Yalın Üretim Kontrolü, Son Planlayıcı Sistemi (Ballard vd., 2002) uygulanarak sağlanmaktadır. Geleneksel planlama sisteminin tersine, Son Planlayıcı Sistemi, kontrol aracı olarak YAPILMASI GEREKEN işi kullanmaz. Geleneksel olarak, bir projenin performansı ne yapılması GEREKTİĞİ ile yapılan ya da YAPILAN ile karşılaştırılarak kontrol edilir. Son Planlayıcı Sistemi, yapılması GEREKEN işin ilk olarak YAPILABİLECEK işin kısıtlamaları ile YAPILACAK işe dönüştürülmesi gerektiği düşüncesine varmaktadır (Ballard ve Howell, 1994).



Şekil 4.3. LPS modeli (Ballard ve Howell, 1994).

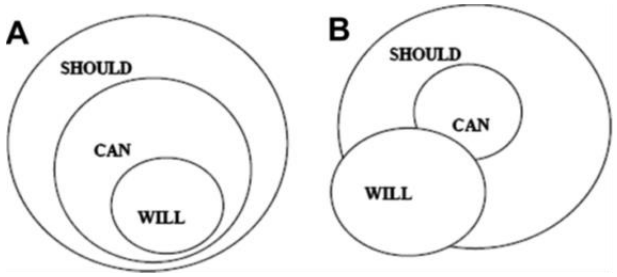
Son Planlayıcı Sistemi (LPS), Yalın İnşaat Planlama yöntemlerini uygulayarak sırasıyla başlangıç aşaması planlama, ileriye dönük planlama ve taahhüt planlaması aracılığıyla temel program, ileriye dönük planlama ve haftalık çalışma planı oluşturma sürecini ifade etmektedir. "Başlangıç aşaması planlama" ve "ileriye dönük planlama", diğer planlamalarda da görülen kavramlardır. Fakat "taahhüt planlama" çok daha farklı bir kavramdır. Haftalık iş planlaması "taahhüt planlaması" olarak adlandırılır, bunun nedeni ise bu aşamada işin fiilen yapılabilmesi için belirli kaynak atamalarının yapılması gerekir (Ballard ve Howell, 1994).

Ballard ve Howell (1994), geleneksel inşaat yaklaşımının, inşaat süreci başlamasından önce yapılması gerekenler açısından faaliyetleri tanımlamak ve yapılacak (SHOULD) işleri programlamak olduğunu savunmaktadır. Bu yaklaşımda, kaynakların ihtiyaç halinde mevcut olduğu varsayılır, bu sayede büyük olasılıkla yapılabilir (SHOULD) olmalıdır ve DID ile neticelenmesi kesindir. Mevcut kaynakları toplamak ve programa uymak üretim ekiplerine kalmıştır. Genel olarak bu üretim ekiplerinin kaynak kullanılabilirliğine bakılmaksızın işi YAPABİLMESİ (CAN) beklenir.

Son Planlayıcı Sistemi, geleneksel bir planlama yöntemiyle uygulanır ve sahada çalışan ustalar tarafından gerçekleştirilir; (GEREKLİ-YAPILABİLİR-YAPILACAK) şartları uygulanır. İstenilen sürede yapılan bir görev, hem üst düzey programlardan ne YAPILMALIDIR hem de mevcut durum göz önüne alınarak ne YAPILABİLECEĞİNİ planladıktan sonra nasıl hareket edileceği kararlaştırılır. Görevlendirmeler, iyi

anlaşıldığında, kaynak sıkıntısı olmadığında, doğru sıralamalar ve ekibin kapasitesi dâhilinde yapıldıklarında gerçekleştirilir. Son planlayıcının görevi, atamada bu ölçütleri karşılayan belirli görevleri yapmak ve uymayan atamaları kabul etmemektir. Etkili olabilmek için, üretim ve yönetim sistemleri neyin yapılması gerektiğini, ne yapılabileceğini ve ne yapılacağını söylemelidir; daha sonra planlamayı iyileştirmek için yapılanları karşılaştırırlar (Howell ve Ballard, 1998). ZORUNLU terimi şu şekilde kabul edilir: CAN şu anlama gelir: Muhtemelen; ve WILL şu anlama gelir: Kesinlikle. Şekil 4.4. SHOULD, CAN ve WILL arasındaki olası ilişkileri göstermektedir (Aziz ve Hafez, 2013).

Şekil 4.4'deki diyagram A, en fazla görev tamamlanma ihtimalinin olduğu bir senaryoyu göstermektedir ve diyagram B, başarısızlığın kesin olduğunu göstermektedir. Şekil 4.4'e başvurulursa, güvenilir bir atama, eldeki duruma göre YAPILMASI GEREKEN (SHOULD) ve YAPILABİLECEĞİNİ (CAN) değerlendirilmesinin ardından ne yapılacağı (WILL) belirlenir. Diyagram A'daki görevler iyi anlaşılmış, doğru düzenlenmiş ve ekipler tarafından uygulanabilir. Bu sebeple, görevin gerekli zamanda yapılabilmektedir. Aksine, B diyagramındaki durum plan dışıdır ve kontrol edilecek birçok değişken bulundurur. Bu durumda da görevi tamamlama ihtimali oldukça azalmaktadır (Aziz ve Hafez, 2013):



a) b)

Şekil 4.4. SHOULD-CAN-WILL a) A diyagramı b) B diyagramı (Howell ve Ballard, 1998).

4.3.3. Görsel Yönetim

Görsel yönetim, yalın inşaatta şeffaflığa yönelim sağlayan bir yöntemdir (Salem vd., 2006). Görselleştirme ile alakalı bazı örnek uygulamalara bakacak olursak; bunlardan birincisi taahhüt çizelgeleri. Taahhüt çizelgeleri görselleştirme uygulamasında, bir inşaat şirketinin herhangi bir üst düzey kıdemli çalışan, personele şirket için sağlık ve güvenliğinin önemi hakkında iletişimde bulunmasıdır. Neticede, bütün çalışanlar

taahhüdünü imzalar ve bu taahhüt fragmanlara asılır. Diğer bir uygulama ise, inşaat personeli tarafından daha çok dikkat çekmek amacıyla alışılmadık bir ifadeyle tasarlanan güvenlik ve uyarı işaretlerini kullanmaktır. Görselleştirmeyi iyileştirmenin bir başka seçeneği, çalışanların bir projenin kilometre taşlarını ya da mevcut durumunu görsel cihazlar aracılığıyla bilmelerini sağlamaktır (Tezel, 2007).

Sahip olunan bilgide herhangi bir belirsizlikten uzaklaşma amacıyla, inşaat sürecinde görselleştirme oldukça önem kazanmaktadır (Salem vd., 2006). Görselleştirme ile şantiyedeki iş akışını oluşturmak oldukça kolay hale gelecektir. Bu durumun oluşması için yalın yaklaşım, inşaat sürecine uygun şekilde uyarlanarak bu teknikle desteklenebilmektedir. Bu yöntem, önceki hareketlerin uygulama başarı durumuna, öğelerin mevcudiyetine, plandaki her değişikliğe ve diğer malzemelerin konumlarına işaret etmeyi içermektedir (Sacks, Treckmann ve Rozenfeld, 2009).

4.3.4. İlk İşletim Çalışmaları

İlk işletim çalışmaları, önemli görevleri tekrardan tasarlayan ve ilişkili farklı durumları tekrardan planlayarak ve düzenleyerek doğurganlık durumlarını ve analiz işlemi süreçlerini barındıran bir tekniktir (Salem vd., 2005). Bir görevin ilk çalışması, görevi tamamlamak için alternatif teknikleri araştırmak için fikir ortaya koyulabilecek şekilde ayrıntılı olarak incelenmelidir (Forbes ve Ahmed, 2011).

İlk işletim çalışmaları aslında P. D. C. A (Planla, Uygula, Önlem Al, Kontrol Et) döngüsüne yönelmektedir. (Salem vd., 2005). Bu döngü inşaat projelerinde genellikle yüksek değişkenlik ve yüksek maliyetle kritik faaliyetlere odaklanan sürekli iyileştirme tekniği olmaktadır. Bu kritik faaliyetler fotoğraflar, videolar, çizelgeler vb. Aracılığıyla çoğunlukla proje yöneticisi, denetçi ve ustabaşı aracılığıyla incelenir (Tezel, 2007). P. D. C. A kısaca şu şekilde açıklanmıştır (Forbes ve Ahmed, 2011):

Planla: Bu adım, bir araya kullanılacak çalışma mekanizmasının belirlenmesidir. Burada takım üyeleri, süreç adımını araştırmalı, adımların nasıl azaltılacağına dair yenilikçi fikirler ortaya koymalı, kalite ve verimlilik için kontroller yapmalıdır.

Uygula: Bu adım ortaya atılan fikirlerin ilk çalıştırmada incelenmesini ifade eder. Bir önceki adımdaki çalışma ve planlamalar bu adımda uygulamaya konacaktır.

Kontrol et: Prosedürlerin, ortaya çıkacak hatalardan ve sorunlardan korunması amacıyla kontrol edileceği adımdır.

Önlem al: Takım çalışanlarının bir araya getirilerek uygulamalarda yapılacak iyileştirilmeler ortaya atılır. Bir sorun çıkmadığı takdirde tüm adımların standartlaştırılması sağlanır.

4.3.5. Materyal Kanban Kartları

Malzeme kanban kartları, yalın üretimde uygulanan kanban sistemiyle aynı işlevselliktedir. Bir şantiyenin ilerleyişini bozan malzeme eksikliğinin önüne geçmek amacıyla gerekli malzemeleri şantiyeye tam zamanında bulundurmak için kullanılır. Her ikisi de stoğu azaltmayı ve çekmeye dayalı üretime yönlendirmeyi hedefler (Tezel, 2007). Arbulu, Ballard ve Harper (2003) sarf malzemeleri, kişisel koruyucu ekipman, el aletleri, elektrikli aletler ve elektrikli el aletleri için sarf malzemelerini tedarikçilerden temin etmek ve inşaat sahasına dağıtmak için kanban sisteminin uygulanmasını önermiştir.

Pazar alanları ana dağıtım yeri olan ana depolardır. Malzemeler, pazar yerlerinden sitedeki çeşitli uydu mağazalarına dağıtılır. Bu uydu depoları, işçiler için toplu malzeme noktaları olarak işlev görür. Malzemeler tedarikçilerden kanban kartları ile çekilir. Öte yandan, uydu mağazalar ile pazar alanları arasındaki iletişim yazılı veya sözlü sipariş formları ile gerçekleşmektedir. Bu durum, üretimde kanban sisteminin doğrudan bir uygulamasını göstermektedir (Arbulu, Ballard ve Harper, 2003).

4.3.6. Beş S

Bu yöntem ilk olarak tesislerdeki ev işlerini tanımak için fabrikalarda kuruldu. Bu, iyi bir etki sunmayan herhangi bir referansın sistemden çıkarılacak atık olarak kabul edileceği demektir. Bu teknik beş aşamadan oluşur: Sıralama, düzenleme, standartlaştırma, temizlik ve sürdürme. Bir inşaat projesinin sahalarında bu teknik, temiz bir ortam ve daha iyi bir iş akışı sağlamaya yardımcı olur (Salem vd., 2006).



a) b)

Şekil 4.5. 5S yaklaşımı a) 5S'ten önce b) 5S'ten sonra (O'Connor ve Swain, 2013).

4.3.7. Eş Zamanlı Mühendislik

Eş zamanlı mühendislik, disiplin gerektiren bir tekniktir. Bu teknik ileriye dönük grafikler, tablolar ve algoritmalarla sağlanır. Fikirleri tanımak için bilgi paylaşımının ve iletişimin gerekli olduğu disiplinler arası bir ekip girişimidir (Kamara, 2003). Rolstadas (1995), eşzamanlı mühendisliği, işlevsellik, kalite ve üretkenlik üzerinde en iyi sonuçlara ulaşmak amacıyla bütünleştirici ekiplerde farklı geliştirme görevlerinin aynı başarıyı elde etmesi olarak tanımlamıştır. Evbuomwan ve Anumba (1998), inşaatta eşzamanlı mühendisliği şu şekilde tanımladı:

Tasarım, imalat, inşaat ve montaj hareketlerinin entegrasyonu ve çalışma uygulamalarında eşzamanlılığı ve işbirliğini en üst düzeye çıkararak daha kısa teslim süreleri ve iyileştirilmiş kalite ve maliyete ulaşmak için projenin tasarımını ve yapım sürecini optimize etme girişimi.

Bir ürün ya da üretim sistemi tasarımında bulunan tarafları güçlü bir müşteri yönlendirme ile bir araya getiren birleşik bir çalışmadır. Ekipler kendi görevlerini yerine getirirken, bir yandan müşterilerle ve birbirleriyle kapsamlı bilgi paylaşımını ve zaman baskısı altında bazı önemli risk analizlerini gerçekleştirmelidir (Kamara, 2003).

Gil vd. (2000), yapılacak tasarıma erken katılımın, yalın ürün tekniğini başarmak için anahtar etmen olduğuna inanmaktadır. Bu sebeple, müşteri projenin maliyetini azaltan eşzamanlı mühendislik hedeflerini basitleştirebileceğinden, müşteri ile bağlantı hiçbir zaman ihmal edilmemelidir. Alt yükleniciler ve tedarikçilerle ortaklık kurup birlikte hareket etmek, eşzamanlı mühendislik girişimlerinin sonucunu da etkileyebilir (Gil, vd., 2000).

4.3.8. Değer Akış Haritalama

Womack ve Jones (1996), değer akışının, herhangi bir endüstrinin üç ana kontrol görevi dâhilinde belirli bir malı üretmesi beklenen belirli faaliyetlerin bütünü olduğunu düşünmektedir. Birincisi, konseptten belirli bir tasarıma kadar işleyen bir problem çözme görevidir. İkincisi, üretim başlangıcına kadar mühendisliktir. Üçüncüsü, ham öğelerden ve öğelerden müşteride tamamlanmış bir sonuca gitmek olan bilgi yönetimi görevidir.

Paez vd. (2005), Yalın İnşaat'ta kullanılan etkili yöntemleri üç seviyede açıklamıştır. Burada çeşitli aşamalar açıklanmış, organizasyon da Çizelge 4.3'te incelenmiştir.

1. Seviye Bir: Yalın üretim tekniklerinin direkt uygulanması.

2. Seviye İki: Yalın üretimden alınan yöntemlerin değiştirilmesi.
3. Seviye Üç: Yalın yapıya özgü tüm teknikler.

Çizelge 4.3. Yalın İnşaat'ın üç seviyesi (Paez vd., 2005).

Seviye	**Yalın İnşaat Tekniği**	**İlişkili Yalın Üretim Tekniği**
1. Seviye	Materyal Kanban Kartları	Kanban Sistemi
2. Seviye	Görsel Muayene Kalite Yönetim Araçları Eş Zamanlı Müh.	Görsel İnceleme (Poka Yoke Cihazları) Çok Fonksiyonlu Düzen T.Q.M Standart İşlemler Tek Dakikalık Kalıp Değişimi (S.M.E.D.)
3. Seviye	Son Planlayıcı Çalışma Ortamı Plan Koşulları (P.C.W.E.) Günlük Grup Sohbeti Toplantıları	Kanban Sistemi Üretim Seviyelendirme Toyota Montaj Hattı Doğrulaması (T.V.A.L.)

4.3.9. Günlük Grup Toplantıları

Çalışanlar, projenin mevcut aşamasına kadar yaptıklarını çalışmaları, projeye yönelik düşüncelerini bu toplantılarda paylaşırlar. Çalışanlar kendilerine ait görevleri planlarlar ve projelerine dâhil olan diğer çalışanlarla etkileşim kurarak genel durumu görürler. Bu toplantılar için iki kısma ayırabiliriz: genel görüşme toplantıları ve gün başı toplantıları (Salem vd., 2006).

4.4. TÜRKİYE'DE YALIN İNŞAAT

Türkiye'de enflasyonun oldukça yüksek olduğu bir dönemde inşaat sektörü; üretilen binaları stok yapıp, müşteriye zamanla ortaya çıkan finansman maliyetlerini de ekleyerek satışa sunan bir iş modelini uygulamış ve benimsemiştir. Fakat bu günlerde bu iş modeli, stok yapılmış binayı satıp finansman kapatma yöntemi artık etkinliğini kaybetmiştir (İpbüken 2020).

Enflasyonun etkinliğinin önemli derecede hissedildiği dönemlerde mal ve bina sahibi olmak, mal sahiplerine hep kazanç sağlamaktaydı. Türkiye'de inşaat sektöründe bir süre büyük başarı ile gerçekleştirilen, bina stoklama ve müşteriye karlı olarak stoktan teslimat yapmayı hedefleyen bu iş modeli, talebin arzdan az olduğu durumlarda ciddi sıkıntılar oluşturmaktadır (İpbüken 2020).

Türkiye'de bu günlere kadar inşaat sektöründe, bina yapım iş modelinde ilk olarak akla gelen gerçek yetkinlik, yatırım yapılacak arsa geliştirme yeteneğine, yerel yönetimler ve yapı-ruhsat birimleri ile ilişkileri yönetmeye ve yatırım yapılacak arsa stoğunu

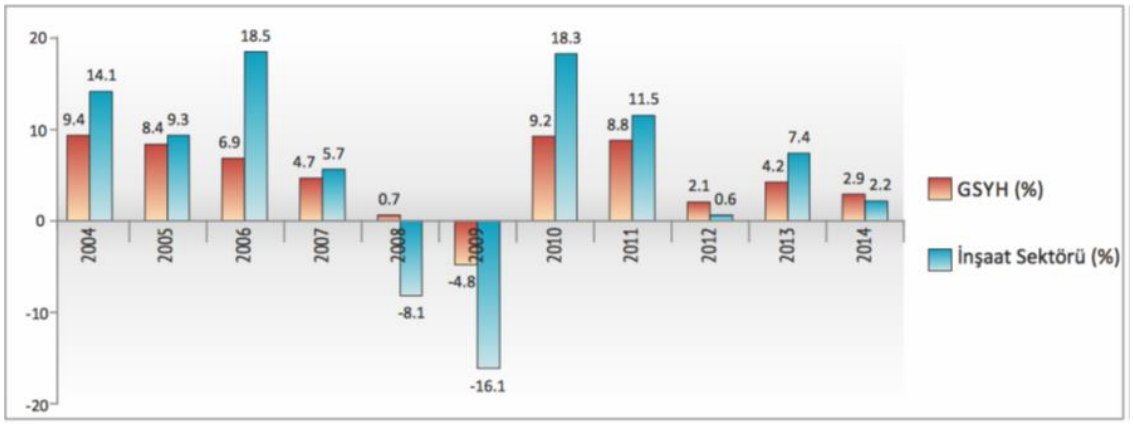
oluşturmaya dayanmaktaydı. Üretim sonucunda ortaya çıkan binaların kalite, teslim süresi, maliyetlerine dayanan performans ölçütlerine kimse önem vermiyordu (İpbüken 2020).

Bir inşaat süreci boyunca belirlenen bir zaman planına sadık kalıp müşterinin tam kalite beklentisini karşılayarak endüstri standartlarının üstüne çıkan yapılar ortaya koymak en doğru iş modeli olmasına rağmen bu günlere kadar herkes kendisinden sorumludur mantığı geçerliydi. Hâlbuki içinde bulunduğumuz zaman biriminde tüm geçmişteki örneklerin yıkılması ve tüm yüklenicilerin tek bir hâkim plana uymayı garanti etmeleri tek geçerli yönetim modeli olmalıdır. Zaman, kalite ve maliyet üçgeninin önemini kaybetmediği bu günlerde, iş planlarının ve sürecin tam bir uyum içinde sürdürülmesi gerekmektedir (İpbüken 2020).

Kalite ve maliyetin en önemli kısmı olan iş geliştirme, fikir ve konsept aşamalarında gerçekleşmektedir. Şantiye performans belirtileri, mimari ve uygulama projelerinin uygulandığı dönemde gerçekleşir. Fakat inşaat sürecinde uygulama ekibinde bulunan projeler birçok değişikliğe uğramaktadır. Planlar değişmekte, duvarlar yıkılmakta, tesisatlarda ciddi uyumsuzluklar görülmekte ve birçok rasgele değişiklikler yapılmaktadır. Bir bölümde oluşan hata çözülmediği takdirde sorunu bir diğer aşamaya aktarmaktadır. Burada gerçekleşen koordinasyonsuzluk daha sonra kötü sonuçlara sebebiyet verecektir (İpbüken 2020).

Türk inşaat sektöründe içerisinde faaliyet gösteren şirketler, yapım şantiyelerinde geleneksel proje yönetim sistemi uygulamalarını kullanmakta yapmakta; tasarım, mühendislik ve yapım alanındaki faaliyetler arasında yürütülmüş bir koordinasyon faaliyeti çoğunlukla bulunmamaktadır. Başka bir deyişle Türkiye'de Yalın İnşaat uygulamaları kullanılmamakta, diğer dünya ülkelerinde mevcut ve olması gerektiği gibi olan Mimarlık ve Mühendislik dallarında koordinasyonlu ilerleme az sayıda uygulamalar haricinde uygulanmamaktadır. Bütün proseslerdeki ilerlemeler ilgili konuların uzmanları ve yükleniciler arasında farklı yer ve zamanlarda ele alınmakta; geleneksel proje teslim sistemi ile işler tamamlanırken birbirinden bağımsız ardışık bir proses izlenmektedir. Bu durumda süreçlerin birbirini takip ederken gerekli ve yeterli bütünlüğün gerçekleşmemesi nedeniyle zamandan kayıp yaşanmakta ve malzeme israfı kaçınılmaz olmaktadır. Ayrıca bu süreçlerin birbiri ile paralel ve uyumlu gidebileceği her nokta ardışık olarak ilerlediği için yapı üretim süreci zaman almakta ve uzamaktadır (İpbüken 2020)

Türkiye'de 2014 yılındaki GSYH'de inşaat sektörünün payı sadece %5.9 olduğu görülmüştür. Türkiye'de İnşaat faaliyetlerinin yoğun şekilde gerçekleştiren aynı zamanda yurtdışında inşaatlar yapan birçok şirketin bulunduğu Türkiye ekonomisinde inşaat sektörünün bu derece düşük payının mevcut olması Çizelge 3.2'deki gelişim hızlarıyla açıklanabilir:



Şekil 4.6. Türkiye GSYH inşaat sektörü büyüme hızları (TÜİK).

Buradaki Şekil 4.6'da son yıllarda inşaat sektörü büyümesinin azaldığı, 2014 yılında GSYH artışının altında yer alarak lokomotif sektör özelliğini kaybettiği anlaşılmaktadır. Bu durumun nedeni olarak birçok parametre ortaya konabilir fakat eski ve sağlam olmayan yapıların bulunduğu ülkemizde inşaat sektörünün faaliyet göstermesi gerektiği çok iş olduğunu düşünürsek, sektörü iyileştirme çabalarında endüstriyel verimlilik metotlarının kullanılması şarttır (Polat ve Ballard, 2003).

Bu gerekliliği gerçekleştirmek için uygulanabilecek metotlardan biri olan Yalın İnşaat, Türkiye'de bilinen bir uygulama değildir. Türkiye endüstrisinde Yalın Üretim uygulamaları konusunda 1990'lı yıllardan bu yana bilgi sahibi olunmamıştır. (Yalın Enstitü Derneği, 2008). Bazı sektörlerde bu sistemi kendisinde uygulayabiliyor olsa da, Türk inşaat sektöründe herhangi bir uygulama bir örneği mevcut değildir. Türkiye'de Yalın İnşaat uygulamalarına ilişkin pratik çalışma olmadığı gibi, literatürde kaynak sayısı da oldukça azdır (Polat ve Ballard, 2003).

Yalın üretimin ana fikri, müşteri ihtiyaçlarını daha iyi karşılanması için her türlü israfın ortadan kaldırılmasıdır (Womack ve Jones, 1996). Koskela (1992), israfı "bir binanın üretiminde gerekli görülenden daha büyük miktarlarda ekipman, malzeme, işçilik veya sermaye kullanımına neden olan herhangi bir verimsizlik" şeklinde açıklamıştır.

Taiichi Ohno (1988), üretimdeki yedi temel atık türünü belirlemiş ve Womack ve Jones (1996) bunlara bir atık türü daha ilave etmişlerdir. Sekiz temel israf türü aşağıdaki sınıflandırılır:

1. Düzeltilmesi gereken kusurlar,
2. Aşırı üretim (gerekenden daha fazlasını üretmek veya daha fazlasını yapmak),
3. Envanter,
4. Gereksiz işleme adımları,
5. Malzemelerin gereksiz taşınması,
6. İşçilerin gereksiz hareketleri,
7. İşçilerin süreç ekipmanının işini bitirmesini ya da bir yukarı akış faaliyetinin tamamlanmasını beklemesi,
8. Müşteri ihtiyaçlarını karşılamayan mal ve hizmetler

Formoso vd. (1999) israfın ortaya çıkış noktasına göre de sınıflandırılabileceğini belirtmiş; israfın ana sebeplerinin ortaya çıktığı aşama. Atık, inşaat başlamadan geçekleşen malzeme üretimi, tasarım, malzeme tedariki ve planlama gibi süreçlerin yanı sıra inşaatın başlamasının ardındaki aşamalardan da kaynaklanabilir (Formoso vd., 1999). Bossink ve Brouwers (1996), inşaatlarda görülen başlıca israf nedenlerini 6 başlıkta sınıflandırmıştır;

1. Tasarım
2. Tedarik
3. Malzeme Taşıma
4. Operasyon
5. Artık
6. Diğer.

İnşaat sektörü, diğer sektörlerle gerçekleştirdiği satın alım ve satışlar sayesinde bu sektörler üzerinde önemli ve büyük bir etkiye sahiptir. İnşaatlarda gerçekleşen atıkları yalnızca inşaat sektörünün bir sorunu olmamakla birlikte ülke ekonomisinin de genel durumuna etki etmektedir. Malzeme ve zamanda gerçekleşen israfın ortadan kaldırılması proje performansını iyileştirecek, müşteriler için değeri artıracak ve bununla beraber ulusal ekonomi üzerinde olumlu bir etkiye sahip olunmasına sağlayacaktır. Malzeme ve zaman israfının Türk inşaat sektöründe de önemli sorunlara sebep olmaktadır. Polat ve Ballard (2004) yaptıkları çalışmada Türk şantiyeleri için iki yönden fayda sağlayabilecek sonuçlar gözlemlemişlerdir. Birincisi, Türk inşaat endüstrisindeki temel atık nedenlerinin

tanımlanmasını sağlar. İkincisi, inşaat sürecine özgü atık nedenlerinin önüne geçilmesi ve ortadan kaldırılmasını amaçlayan metotların geliştirilmesi ile ilişkili bir model için bir başlangıç çerçevesi oluşturulmasıdır (Polat ve Ballard, 2003).

4.5. ÇEVİK İNŞAAT

Son yıllarda göz önüne gelen Çevik Proje Yönetimi, 1990'larda bilgisayar teknoloji projelerinin başarısızlığı neticesinde ortaya çıkmıştır. Bu başarısızlıkların ana sebebi, projenin sonuçlarını önceden görememek, hedefleri proje bitmeden önceki duruma göre test edememek ve değiştirememek ve bazı darboğazlara çözüm bulamamaktır. Bu problemlerin çözümlenebilmesi için geleneksel proje yönetimi yaklaşımlarından farklı bir tekniğin uygulanmasına ihtiyaç duyulmaktadır (Çardak, 2019). Cervone (2011), yazılım geliştirme endüstrisindeki uzmanların, yinelemeli proje sürecinin öneminin, geleneksel yöntemlere kıyasla son ürünün kalitesini artırmaya yol açan işbirliğini kolaylaştırabileceğini fark ettiklerini belirtmiştir. Ünlü bir yazılım mühendisi ve yazılım geliştirme ve Agile PM alanında birçok kitabın yazarı olan Jim Highsmith, çevikliği bir fırsat olarak görürken değişime tepkisel veya proaktif olarak yanıt verme yeteneği olarak tanımlamıştır (Highsmith, 2009).

Agile PM fikri ilk olarak 1986 yılında Takeuchi ve Nonaka tarafından Harvard Business Review'da yayınlanan bir makalede tanıtıldı. Ancak Cervone (2011)'a göre Agile PM kavramı, yazılımda çevik yöntemler kullanılıncaya kadar fazla dikkat çekmedi. Agile PM yöntemleri için ortak bir değer ve ilke oluşturmak amacıyla 2001 yılında 17 yazılım geliştiricisi bir araya gelerek Agile Manifesto, Agile Software Development Alliance hareketi adı altında toplanmışlardır. Agile Software Development Alliance (2001), dört değere sahip bir bildiri açıkladı:

- Süreçler ve araçlar üzerindeki bireyler ve etkileşimler
- Kapsamlı belgeler üzerinde çalışan yazılım
- Sözleşme görüşmesi üzerinden müşteri işbirliği
- Bir planı takip ederek değişime cevap vermek

Agile PM yönteminin temel ilkelerinden biri, projeyi müşteri ve diğer paydaşlar için daha değerli olan daha küçük parçalara ayırmaktır (Highsmith ve Cockburn, 2001) ve müşteri ihtiyaçlarını artımlı olarak yineleme yoluyla sağlamaktır. Agile PM, dinamik proje

ortamını azaltmanın veya önlemenin imkânsız olduğunu düşünmektedir (Moe vd., 2010). Agile PM'nin en önemli özelliği, projenin teknik seviyesinden sorumlu olan özerk, kendi kendini organize eden ekiplerdir ve bu sorumluluk, kendini tanımlama ve artan kendine güven yoluyla ekibin motivasyonunu ve memnuniyetini artırabilmesidir (Çardak, 2019).

5. ÖRNEK BİR ŞANTİYEDE YAPILAN İSRAFLAR NEDENİYLE OLUŞABİLECEK ZARARLAR

5.1. ŞANTİYEDE İSRAFA NEDEN OLAN DURUMLAR

Üretimler sonucu gerçekleşen israflar belirli tekniklerle ve yaklaşımlarda azaltılabilir veya ortadan tamamen kaldırılabilir. Yalın düşünceyi benimseyip, yalın düşünce tekniklerini kullanmak israfları ortadan kaldırmada kullanılabilecek en iyi yöntemdir. Yalın düşünce sistemi her üretim sisteminde uygulanabileceği gibi inşaat sektöründe de uygulanabilirliği mevcuttur. İnşaatlarda israfı ortadan kaldırmanın bu yönde maddi kazanç sağlamanın yolu Bölüm 4.3'te bahsi geçen tekniklerin uygulanmasıdır.

Çalışmada konu olan otel şantiyesinde bir buçuk yıl görev yapmış bir mühendis olarak çalışma konum hakkında incelemelerimi ve çalışmalarımı gerçekleştirmiş bulunmaktayım. Bu çalışmada bahsi geçen şantiyeyi incelediğimizde aslında normal gerçekleşmesi gereken inşaat yönetiminin bile çok etkili olduğunu söyleyemeyiz. Bir şantiyenin, küçük çaplı ya da büyük çaplı, her zaman bir programı olmalıdır. Ve bu programı şantiyenin başından sonuna kadar olan bütün süreci kapsamalı, gerekiyorsa bazı bölümler için ufak iş programları yapılabilmektedir. Fakat buradaki şantiyenin bütün sürecini planlayan bir program olmamakla birlikte iş planı programları kullanılmadan hazırlanan amatör bir iş planına göre iş akışı sağlanmaktaydı. İsrafın başlangıç noktasının da tam olarak burası olduğunu söyleyebiliriz.

Çalışmada 70 bin m^2'lik bir otel şantiyesinde meydana gelen israflar incelenmiştir. Taşeron gözetmeksizin şantiyedeki toplam israf dikkate alınmıştır. İsrafların nedenleri ve israf başlıkları belirlenerek bunlar üzerine bir maliyet çıkarılıp, israfın ortaya çıkardığı maliyeti görebilmekteyiz. Bahsi geçen şantiyeye baktığımızda Çizelge 5.1; Çizelge 5.2 ve Çizelge 5.3'te görüleceği gibi şantiyede "revize", "yanlış imalat" ve "tadilat" seçeneklerindeki israflar üzerine gidilmiştir. Otel inşaatında görev alan birçok taşeron bulunmaktadır. Bunların içerisinde, kaba işleri, ince işler, ahşap işleri, elektrik, mekanik, yalıtım işleri, hamam ve ıslak alan, peyzaj işleri, çelik işleri, cephe kaplama işleri, mobilya işleri taşeronları bulunmaktadır. İncelenen israflara kaba ve bazı ince yapı imalatlarında görev alan taşeron yönünden bakılmıştır. İncelenen israflar şantiyede

tarafım tarafından incelenmiş ve gözlenmiştir.

Şantiyede, gereksiz taşıma, tasarım değişikliği, yanlış imalatlar, bir başka imalata zarar verme başlıklarının etkili olarak israfa neden olduğunu söyleyebiliriz.

Çalışma sahasında malzemelerin bulunacağı bir depo bulunmaması, malzemelerin şantiye içerisinde depolanmasına sebep olmuştur. Malzemeler her ne kadar belli bir süre şantiye içerisindeki bir bölgede bulunsa bile, bulunduğu bölgede yapılacak bir imalatı engellemesi üzerine tekrar bir taşıma durumu söz konusu olacaktır. Üstelik belli bir yer verilmeyip gelişigüzel şantiye içerisine koyulan birçok malzeme olduğunu da söyleyebiliriz.

Revize projeler, şantiyeye revize edilen bölüm bittikten veya başladıktan sonra geldiği sıklıkla görülmüştür. Bunun aksine hiç başlamamış imalatların da revize olduğu görülmüştür. Bu noktada imalatı bitmiş fakat revize kararı alınan bölgelerde biten imalatın maliyeti çok fazla dikkate alınmamıştır. Gerçekleşen revizelerin, imalat başlamadan da gerçekleşebileceği durumlar da olmuştur. Fakat mimarlık ofisine, yatırımdan gelecek yanıt beklenirken, şantiyede revize edilecek bölümün imalatı çoktan bitmiş bulunmakta olduğu durumlarla karşılaşılmıştır. Revize proje geldiğinde ise bitmiş imalat imha edilip, revize projeye uygun tekrar imalat yapılmıştır. Burada maliyeti oldukça yüksek spiral bir merdivenden ya da rengi beğenilmediği için birçok odanın tekrar farklı bir renge boyanmasını örnek verebiliriz.

Revize projelerin, iyi iletişim kurularak zamanında şantiyeye ulaştığında eski projeye göre yapılan imalat hiç başlamayabilirdi. Ciddi maliyete sahip bir spiral merdiven binanın giriş yerinin değiştirilmesi üzerine, girişte kötü duracağı düşünülecek kaldırılmayabilirdi. İmalatlar başlamadan öncesinde kesin kararlar almak ve imalatları buna göre gerçekleştirmek israfı önemli derecede önleyecektir. Rengi beğenilmeyen bir boya belli bir yere boyanarak, duvardaki duruşuna bakılarak seçilebilirdi. Bu seçimin birçok oda boyandıktan sonra yapılması boya ve insan çalışması israfına sebep olmuştur.

Yanlış imalatların, teknik bilgi eksikliğinden, işe gerekli önemin verilmemesinden ve şantiyedeki iletişim eksikliğinden gerçekleştiğini söyleyebiliriz. Bunun dışında sahada görevli mühendis ve mimarların eksik bilgileri, şantiye şefi tarafından yetersiz kontrol, işi çabuk bitirmek için yapılan acele hatta ve hatta bazı durumlarda doğru imalatın zaman alacağını bilerek acele bir imalat yapıldığı da görülmüştür. Bahsi geçen bu imalat belli yükseklikteki alçıpan duvarlara güçlendirme yapılmadan alçıpanlarının monte

edilmesidir. Bu durumun fark edilmemesi üzerine olay yanlış imalat olarak kalabilirdi, fakat yatırım firmasının bu durumu fark etmesi yüklenici firmaya mali zarar olarak geri dönmüştür.

Yanlış açılan müdahale kapakları, yanlış açılan kablo bölümleri, belki de bunlardan en önemlisi imalatlar arasındaki sıranın karıştırılması üzerine yapılan yanlış imalatlardır. Banyolarda havluluklar, peçetelik ve havluluk için yapılacak imalatlar beklenmeden alçıpan duvarların kapatılması vb.

Şantiyede yapılan yanlış imalatlar, çalışan teknik ekibin eksik bilgisi ya da aceleye getirilen işlerden kaynaklı gerçekleştiğini önceki başlıkta söylemiştik. Şantiyenin iş programı olması halinde imalatlar sırasına göre yapılması mümkün olacaktır.

Bir şantiyede tadilat yapılması her zaman karşımıza çıkan bir durumdur. Fakat bu durumun gereğinden fazla olması ve göze batmasının bir mali karşılığının olmayacağını söyleyemeyiz. Şantiyelerde her taşeron bir diğer taşeronun yaptığı imalata zarar verirse bu şantiyede işin yürüyeceğini söylemek oldukça zordur. Bu noktada başta mekanik ve elektrik taşeronları olmak üzere bu durumun ortaya çıkmasına sebebiyet vermektedir. Bağlamak için aradıkları kablo, tavanda ya da duvarda açacakları bir delik mevcut imalata zarar vermemelidir. Zarar vermesi halinde bu durumun yine mali bir karşılığı olacaktır.

Taşeronların kendi imalatlarını gerçekleştirirken bir diğer imalata zarar vermesi de israfa neden olmaktadır. Her şeyden önce her taşeron şantiye içerisindeki her imalata saygı göstermeli, kendi işini gerçekleştirirken özenli ve düzgün çalışarak diğer imalatlara verdiği zarardan kaçınmalıdır. Bu durumda tadilatın sebep olduğu zarar, yatırımcı firma tarafından başka bir taşerona yaptırılıp zarar veren taşerondan kesilmesi şeklinde giderilecektir.

Gerçekleşen tüm bu israf nedenleri sadece malzeme israfı olarak düşünülmemeli, bu nedenler içerisinde insan çalışması israfı da göz önüne alınmalıdır. İsraf denildiğinde sadece somut şeyler düşünülse de zaman gibi soyut şeylerin de israf edildiğini söyleyebiliriz. Soyut israf olan insan çalışmasının da mali karşılığı oldukça dikkat çekmektedir.

Otel girişinin değişmesi sonucunda kaldırılan güvenlik kulübesini Şekil 5.1'de, revize sonucu kaldırılan spiral merdiveni Şekil 5.2'de Oda katlarında ve bodrum katlarda diğer imalatlara verilen zararların fotoğraflarını Şekil 5.3'te, Şekil 5.4'te, Şekil 5.5'te, Şekil 5.6'da, Şekil 5.7'de, bir takım yanlış imalatların fotoğraflarını Şekil 5.11'de Şekil 5.12'de

ve son olarak şantiyede imalatlar sırası artan ve israf olan malzemeler Şekil 5.13'te ve Şekil 5.14'te gösterilmiştir.



Şekil 5.1. Güvenlik kulübesi.



Şekil 5.2. Spiral merdiven.



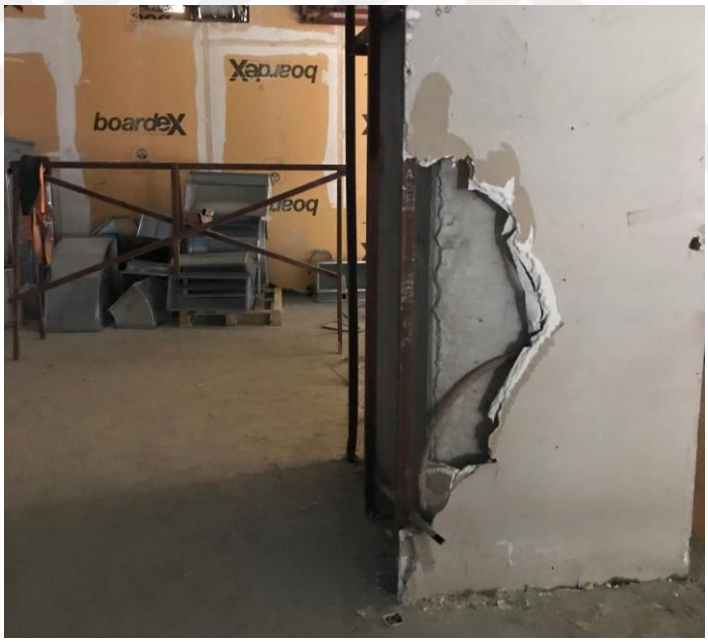
Şekil 5.3. Diğer imalatlara verilen zarar.



Şekil 5.4. Diğer imalatlara verilen zarar (1).



Şekil 5.5. Diğer imalatlara verilen zarar (2).



Şekil 5.6. Diğer imalatlara verilen zarar (3).



Şekil 5.7. Diğer imalatlara verilen zarar (4).



Şekil 5.8. Diğer imalatlara verilen zarar (5).



Şekil 5.9. Diğer imalatlara verilen zarar (6).



Şekil 5.10. Diğer imalatlara verilen zarar (7).



Şekil 5.11.Yalıtımı yapılmayan kanallar.



Şekil 5.12. Yanlış imalat sırasından kaynaklı yanlış imalat.



Şekil 5.13. İmalattan artan ve israf olan malzeme (1).



Şekil 5.14. İmalattan artan ve israf olan malzeme (2).

5.2. ŞANTİYEDE YAPILAN İSRAFLARIN PARA KARŞILIKLARI

Şantiyede gerçekleşen israflar, revizeler, tadilat ve yanlış imalatlar olmak üzere sırasıyla Çizelge 5.1; Çizelge 5.2 ve Çizelge 5.3'te gösterilmiştir. Burada işçilere ödenen ve bahsi geçen çalışma yevmiyesi 150 ₺ alınmıştır. Ardından hesaplanan Çizelge 5.4'te bulunan malzemelerden kaynaklı israflarında ise 2020 fiyatları kullanılmıştır. Şantiyede revizeler sonucu ortaya çıkan israflar açıklamalarıyla birlikte ayrıntılı şekilde Çizelge 5.1'de görülmektedir.

Çizelge 5.1. Şantiyede revizeler sonucu gerçekleşen israflar ve para karşılıkları.

No	Açıklama	Başlık	Birim	Miktar	Tutar	İsraf Miktarı
3	Aydınlatma kablo iptali yapılan yerlerin kapatılması	Revize	yevmiye	4	150,0 ₺	600,0 ₺
7	Sökülen duvar kâğıtları için alçı tadilatı	Revize	yevmiye	2	150,0 ₺	300,0 ₺
8	Duvar revize edilmesi	Revize	yevmiye	3	150,0 ₺	450,0 ₺
	Yangın kapısı için duvar ve lento kırımı	Revize	yevmiye	2	150,0 ₺	300,0 ₺
10	İptal olan menfez kapağı alçıpan tamiratı	Revize	yevmiye	4	150,0 ₺	600,0 ₺

Çizelge 5.1. (Devam) Şantiyede revizeler sonucu gerçekleşen israflar ve para karşılıkları.

No	Açıklama	Başlık	Birim	Miktar	Tutar	İsraf Miktarı
11	İptal olan menfez kapağı alçıpan tamiratı	Revize	yevmiye	2	150,0 ₺	300,0 ₺
	İptal edilen aydınlatma yuvalarının tamiratı	Revize	yevmiye	5	150,0 ₺	750,0 ₺
14	Asansör önü kırılan duvar için alçı tamiratı	Revize	yevmiye	2	150,0 ₺	300,0 ₺
25	Şap istenmeyen yerlerdeki zemin düzeltimi	Revize	yevmiye	5	150,0 ₺	750,0 ₺
38	Proje değişmesi ile yüksek kalan şapın makine ile silinmesi	Revize	yevmiye	9	150,0 ₺	1.350,0 ₺
39	İptal edilen şaft boşluklarının kapatılması (kalıp, beton, demir)	Revize	yevmiye	7	150,0 ₺	1.050,0 ₺
40	Çamaşır şutunun yer değişimi, duvar yıkımı ve tekrar imalat	Revize	yevmiye	5	150,0 ₺	750,0 ₺
41	Sprink değişikliğinden dolayı açılan yerlerin kapanması	Revize	yevmiye	4	150,0 ₺	600,0 ₺
48	Oda katlarının renk tonunun değiştirilmesi	Revize	yevmiye	839	150,0 ₺	125.850,0 ₺
55	Yangın kapısı ölçülerinin değiştirilmesi	Revize	yevmiye	4	150,0 ₺	600,0 ₺
56	Kapı ölçüsü revizyonu	Revize	yevmiye	2	150,0 ₺	300,0 ₺
61	Müdahale kapaklarının yerinin revize edilmesi	Revize	yevmiye	3	150,0 ₺	450,0 ₺
62	Kuaför salonu ayna yuvasının revize edilmesi	Revize	yevmiye	3	150,0 ₺	450,0 ₺
65	Kuaför iç duvar revizesi	Revize	yevmiye	4	150,0 ₺	600,0 ₺
68	Yangın merdiveni kapı ölçüsü revizesi	Revize	yevmiye	3	150,0 ₺	450,0 ₺
80	Havuz koridoru revize olan yerlerin alçı sıva yapılması	Revize	yevmiye	2	150,0 ₺	300,0 ₺
80	Kadın havuz dolap kısmının revize edilmesi	Revize	yevmiye	2	150,0 ₺	300,0 ₺
83	Havuz bölgesi duvar revizeleri	Revize	yevmiye	6	150,0 ₺	900,0 ₺
84	Asma kat kapı revizeleri yapılması	Revize	yevmiye	7	150,0 ₺	1.050,0 ₺
84	Sports bar alçıpan duvar revizesi	Revize	yevmiye	3	150,0 ₺	450,0 ₺
90	Sprink değişikliğinden dolayı açılan yerlerin kapanması	Revize	yevmiye	2	150,0 ₺	300,0 ₺
90	Sprink değişikliğinden dolayı alçıpan tamirlerinin sıvanması	Revize	yevmiye	3	150,0 ₺	450,0 ₺
91	Kapı yerinin kaydırılmasından dolayı alçıpan tamiratı	Revize	yevmiye	3	150,0 ₺	450,0 ₺
92	Toplantı odaları duvar revizyonu duvar sökümü	Revize	yevmiye	4	150,0 ₺	600,0 ₺
93	Elektrik işleri için kırılan tavan alçıpanı	Revize	yevmiye	3	150,0 ₺	450,0 ₺
94	Mobilya imalatlarına uymayan ışık bantları revizyonu	Revize	yevmiye	3	150,0 ₺	450,0 ₺
97	Bölme duvar rayları için tavanın kesilmesi	Revize	yevmiye	3	150,0 ₺	450,0 ₺
100	Cephede duvar kırımı işi	Revize	yevmiye	3	150,0 ₺	450,0 ₺
104	Balo fuaye kapı revizyonu yapılması	Revize	yevmiye	6	150,0 ₺	900,0 ₺
105	Oda katları menfez yerlerinin revizesi sonucu sıva boya tamiratları	Revize	yevmiye	168	150,0 ₺	25.200,0 ₺
106	Suit 5 ıslak hacim duvar kaydırılması	Revize	yevmiye	3	150,0 ₺	450,0 ₺
107	Engelli odası ıslak hacim duvar kaydırılması	Revize	yevmiye	2	150,0 ₺	300,0 ₺
108	Suit 1 ıslak hacim duvarının 5 cm kaydırılması	Revize	yevmiye	3	150,0 ₺	450,0 ₺
110	Sprink kaydırılmasından dolayı oluşan boşlukların kapatılması	Revize	yevmiye	12	150,0 ₺	1.800,0 ₺

Çizelge 5.1. (Devam) Şantiyede revizeler sonucu gerçekleşen israflar ve para karşılıkları.

No	Açıklama	Başlık	Birim	Miktar (yevmiye/gün)	Tutar	İsraf Miktarı
114	Macera duşları duvar revizyonu için duvar sökümü	Revize	yevmiye	6	150,0 ₺	900,0 ₺
117	Bodrum kat duvar revizelerinden kaynaklı kırımlar	Revize	yevmiye	13	150,0 ₺	1.950,0 ₺
118	Lobide bulunan Spiral merdivenin kaldırılması	Revize	yevmiye	18	150,0 ₺	2.700,0 ₺
118	Kaldırılan spiral merdivenin işçiliği	Revize	TL	1	85.000,0 ₺	85.000,0 ₺
119	Bahçe girişin yerinin değiştirilmesi. sonucu kaldırılan güvenlik kulübesi	Revize	yevmiye	15	150,0 ₺	2.250,0 ₺
120	Masaj ve spa revize duvarların yapım sökümü	Revize	yevmiye	32	150,0 ₺	4.800,0 ₺
120	Çamaşır şutu ve soğuk oda kapı revizyonları	Revize	yevmiye	4	150,0 ₺	600,0 ₺
120	Asma kat döşemede yapılan kesimden dolayı sökülen duvar	Revize	yevmiye	7	150,0 ₺	1.050,0 ₺
128	Zemin ve 1. katta duvar kırımları yapılması	Revize	yevmiye	42	150,0 ₺	6.300,0 ₺
129	Bodrum kat duvar kırımı yapılması	Revize	yevmiye	8	150,0 ₺	1.200,0 ₺
					Toplam	**279.250,0 ₺**

Şantiyede tamirat sonucu ortaya çıkan israflar açıklamalarıyla birlikte ayrıntılı şekilde Çizelge 5.2'de görülmektedir.

Çizelge 5.2. Şantiyede tadilatlar sonucu gerçekleşen israflar ve para karşılıkları.

No	Açıklama	Başlık	Birim	Miktar (yevmiye/gün)	Tutar	İsraf Miktarı
1	Kapı kenarı ve tavan alçıpan tamiratı	Tamirat	yevmiye	3	150,0 ₺	450,0 ₺
	Tavan ve duvar alçıpan tamiratı	Tamirat	yevmiye	3	150,0 ₺	450,0 ₺
	Tavan alçı ve zımpara tamiratı	Tamirat	yevmiye	3	150,0 ₺	450,0 ₺
	Perdelik içi kablo delikleri tamiratı+boya tamiratı	Tamirat	yevmiye	1	150,0 ₺	150,0 ₺
	Tavan alçı tamiratı	Tamirat	yevmiye	3	150,0 ₺	450,0 ₺
	Tavan boru çevresi ve duvar alçı tamiratı	Tamirat	yevmiye	3	150,0 ₺	450,0 ₺
2	Alçı ve boya tadilatı	Tamirat	yevmiye	4	150,0 ₺	600,0 ₺
	Tavan alçı tamiratı	Tamirat	yevmiye	4	150,0 ₺	600,0 ₺
	Tavan alçı tamiratı	Tamirat	yevmiye	2	150,0 ₺	300,0 ₺
	Tavan alçı ve menfez kapağı tamiratı	Tamirat	yevmiye	3	150,0 ₺	450,0 ₺
3	Kapatılan kablo yerleri alçı tamiratı	Tamirat	yevmiye	8	150,0 ₺	1.200,0 ₺
	Alçı ve boya rötüşü yapılması	Tamirat	yevmiye	2	150,0 ₺	300,0 ₺
	Tavan ve duvar alçı tamiratı	Tamirat	yevmiye	3	150,0 ₺	450,0 ₺
4	Doğrama çevresi alçı tamiratı	Tamirat	yevmiye	5	150,0 ₺	750,0 ₺
	Işık bantlarının tamiratı	Tamirat	yevmiye	3	150,0 ₺	450,0 ₺
	Hoparlör, spot ve otomasyon için açılan yerlerin tamiratı	Tamirat	yevmiye	2	150,0 ₺	300,0 ₺
	Menfez kapağı tamiratı	Tamirat	yevmiye	4	150,0 ₺	600,0 ₺
	Boru çevresi alçıpan tamiratı	Tamirat	yevmiye	2	150,0 ₺	300,0 ₺
5	Tadilat yapılan yerlerin tekrar alçı yapılması	Tamirat	yevmiye	3	150,0 ₺	450,0 ₺
	Menfez kapağı tamiratları	Tamirat	yevmiye	2	150,0 ₺	300,0 ₺

Çizelge 5.2. (Devam) Şantiyede tadilatlar sonucu gerçekleşen israflar ve para karşılıkları.

No	Açıklama	Başlık	Birim	Miktar (yevmiye/gün)	Tutar	İsraf Miktarı
5	Boru çevresi tamirat	Tamirat	yevmiye	6	150,0 ₺	900,0 ₺
6	Yanlış açılan menfez kapağı yerlerinin alçı tamiratı	Tamirat	yevmiye	2	150,0 ₺	300,0 ₺
	Asansör önleri alçı tamiratı	Tamirat	yevmiye	2	150,0 ₺	300,0 ₺
	Kablo ve spot çevresi alçı tamiratı	Tamirat	yevmiye	2	150,0 ₺	300,0 ₺
	Menfez kapağı tamiratı	Tamirat	yevmiye	2	150,0 ₺	300,0 ₺
	Tavan alçı tamiratı	Tamirat	yevmiye	3	150,0 ₺	450,0 ₺
7	Spot kenarları alçı tamiratı	Tamirat	yevmiye	2	150,0 ₺	300,0 ₺
	Kapı kenarları alçıpan tamiratı	Tamirat	yevmiye	2	150,0 ₺	300,0 ₺
8	Tesisat için kırılan yerlerin alçıpan tamiratı	Tamirat	yevmiye	3	150,0 ₺	450,0 ₺
9	Spot yerleri alçı boya tamiratı	Tamirat	yevmiye	2	150,0 ₺	300,0 ₺
	Spot çevresi alçıpan tamirat	Tamirat	yevmiye	4	150,0 ₺	600,0 ₺
	Duvar alçıpan tamirat	Tamirat	yevmiye	2	150,0 ₺	300,0 ₺
10	Yangın kapısı üsleri alçıpan tamiratı	Tamirat	yevmiye	4	150,0 ₺	600,0 ₺
	Elektrik tavası ve boru çevresi tamirat	Tamirat	yevmiye	2	150,0 ₺	300,0 ₺
12	Menfez kapağı tamiratı ve menfez kapaklarının değiştirilmesi	Tamirat	yevmiye	2	150,0 ₺	300,0 ₺
	Spot, Menfez kapağı ve ışık bantları alçı tamiratı	Tamirat	yevmiye	3	150,0 ₺	450,0 ₺
13	Işık bantları içi alçı tamiratı	Tamirat	yevmiye	3	150,0 ₺	450,0 ₺
14	Süpürgelik montajı sonrası alçı tamiratı	Tamirat	yevmiye	3	150,0 ₺	450,0 ₺
15	Temizlik sonrası duvar dipleri alçı tamiratı	Tamirat	yevmiye	6	150,0 ₺	900,0 ₺
16	Tavan ve duvar alçı tamiratları	Tamirat	yevmiye	2	150,0 ₺	300,0 ₺
	Kırılan menfez kapağı tamiratı	Tamirat	yevmiye	2	150,0 ₺	300,0 ₺
17	Kapı kenarları seramik tamiri	Tamirat	yevmiye	3,5	150,0 ₺	525,0 ₺
	Alçı sıva tamiri yapılması	Tamirat	yevmiye	1,5	150,0 ₺	225,0 ₺
	Süzgeç kenarları seramik tamirleri	Tamirat	yevmiye	1	150,0 ₺	150,0 ₺
19	Alçı tamiratı	Tamirat	yevmiye	6	150,0 ₺	900,0 ₺
19	Sıva+Boya tamiratı	Tamirat	yevmiye	4	150,0 ₺	600,0 ₺
	Boardex tamiratları	Tamirat	yevmiye	1	150,0 ₺	150,0 ₺
20	Alçı sıva ve boya tamiratları	Tamirat	yevmiye	4	150,0 ₺	600,0 ₺
21	Kırılan alçıpanların tamiratları	Tamirat	yevmiye	3,5	150,0 ₺	525,0 ₺
24	Kırılan seramiklerin tamiratı	Tamirat	yevmiye	12	150,0 ₺	1.800,0 ₺
25	Kapı montajı sonrası kapı kenarı seramik tamiratı	Tamirat	yevmiye	6	150,0 ₺	900,0 ₺
26	Çalışmanın yoğun olduğu epoksi derz yapılacak alanın temizlenmesi	Tamirat	yevmiye	6	150,0 ₺	900,0 ₺
29	Genel tavan sıva be boya tamiratları	Tamirat	yevmiye	9	150,0 ₺	1.350,0 ₺
30	Tesisat etrafındaki sıva tamiratları	Tamirat	yevmiye	2,5	150,0 ₺	375,0 ₺
31	Boru ve kanal etraflarında yapılan tamirat	Tamirat	yevmiye	27	150,0 ₺	4.050,0 ₺
32	Genel mekânlar için yapılan alçı ve boya tamiratları	Tamirat	yevmiye	190	150,0 ₺	28.500,0 ₺
33	Merdivenlerde yapılan alçı tamiratları	Tamirat	yevmiye	32	150,0 ₺	4.800,0 ₺
34	Zemin katta kapı kenarlarında kırılan seramiklerin tamiratı	Tamirat	yevmiye	43	150,0 ₺	6.450,0 ₺
35	Kırılan 120x120 zemin seramiklerinin değiştirilmesi	Tamirat	yevmiye	50	150,0 ₺	7.500,0 ₺
36	Zarar gören sıvanın tekrar zımparalanıp rötüşlernin yapılması	Tamirat	yevmiye	12	150,0 ₺	1.800,0 ₺

Çizelge 5.2. (Devam) Şantiyede tadilatlar sonucu gerçekleşen israflar ve para karşılıkları.

No	Açıklama	Başlık	Birim	Miktar (yevmiye/gün)	Tutar	İsraf Miktarı
37	Oda katlarında zarar gören perdeliklerin onarılması	Tamirat	yevmiye	8	150,0 ₺	1.200,0 ₺
45	Oda katları kırıla seramiklerin tamiri	Tamirat	yevmiye	85	150,0 ₺	12.750,0 ₺
46	Kırılan seramiklerin tamiratı	Tamirat	yevmiye	30	150,0 ₺	4.500,0 ₺
47	Oda katları zarar gören boyaların tamiratı	Tamirat	yevmiye	38	150,0 ₺	5.700,0 ₺
49	Diğer imalatlardan dolayı zarar gören koridor tavan tamiratı	Tamirat	yevmiye	84	150,0 ₺	12.600,0 ₺
50	Diğer imalatlardan dolayı zarar gören duvar tamiratı	Tamirat	yevmiye	60	150,0 ₺	9.000,0 ₺
51	Diğer imalatlardan dolayı zarar gören alçıpan duvar tamiratı	Tamirat	yevmiye	11	150,0 ₺	1.650,0 ₺
52	Zarar gören ve kirlenen seramik derzleri tamiri	Tamirat	yevmiye	8	150,0 ₺	1.200,0 ₺
53	Karot alınırken ile kırılan seramiklerin tamiri	Tamirat	yevmiye	2	150,0 ₺	300,0 ₺
54	Menfez kenarlarının tamiratı	Tamirat	yevmiye	2	150,0 ₺	300,0 ₺
	Tavan alçıpan tamiratı yapılması	Tamirat	yevmiye	3	150,0 ₺	450,0 ₺
56	Tavandaki kablo deliklerinin kapatılması	Tamirat	yevmiye	2	150,0 ₺	300,0 ₺
	Müdahale kapakları tamiratı	Tamirat	yevmiye	4	150,0 ₺	600,0 ₺
57	Tavan tamiratı yapılması	Tamirat	yevmiye	2	150,0 ₺	300,0 ₺
58	Restoranda boya rötüşleri yapılması	Tamirat	yevmiye	2	150,0 ₺	300,0 ₺
	Spot çevresi ve kablo delikleri tamiratı	Tamirat	yevmiye	2	150,0 ₺	300,0 ₺
	Müdahale kapakları tamiratı	Tamirat	yevmiye	2	150,0 ₺	300,0 ₺
59	Işık bantları rötüşleri yapılması	Tamirat	yevmiye	3	150,0 ₺	450,0 ₺
	Spa zımpara ve boya tamiratları	Tamirat	yevmiye	2	150,0 ₺	300,0 ₺
60	Duvarlarda kırılan yerlerin alçıpan tamiratları	Tamirat	yevmiye	3	150,0 ₺	450,0 ₺
	Menfez kenarlarının tamiratı ve kırılan ışık bantları tamiratı	Tamirat	yevmiye	3	150,0 ₺	450,0 ₺
61	Ahşap montaj ve tesisatlar için kırılan duvarların tamiri	Tamirat	yevmiye	2	150,0 ₺	300,0 ₺
62	Işık bantları içi tamiratlar	Tamirat	yevmiye	2	150,0 ₺	300,0 ₺
63	Ahşap montaj ve tesisatlar için kırılan tavan alçıpanlarının tamiri	Tamirat	yevmiye	2	150,0 ₺	300,0 ₺
	Hamamlarda duvar alçıpan tamiratları	Tamirat	yevmiye	4	150,0 ₺	600,0 ₺
64	WC koridorunda su alan alçıpanların değiştirilmesi	Tamirat	yevmiye	4	150,0 ₺	600,0 ₺
66	Duş tavanı alçı tadilatları	Tamirat	yevmiye	3	150,0 ₺	450,0 ₺
	Mutfak davlumbaz kenarı kırılan alçıpanların onarımı	Tamirat	yevmiye	3	150,0 ₺	450,0 ₺
67	Spot montajında zarar gören yerlerin tamiratı	Tamirat	yevmiye	3	150,0 ₺	450,0 ₺
68	Show mutfak zımpara yapılması ve boya tadilatları	Tamirat	yevmiye	4	150,0 ₺	600,0 ₺
70	Kırılan seramiklerin tamiratı	Tamirat	yevmiye	4	150,0 ₺	600,0 ₺
71	Kırılan seramiklerin tamiratı	Tamirat	yevmiye	8	150,0 ₺	1.200,0 ₺
72	Süzgeç ve kanal etraflarında kırılan seramiklerin tamiri	Tamirat	yevmiye	16	150,0 ₺	2.400,0 ₺
73	Makine dairesinde kanal geçişlerinde kırılan seramik tamirleri	Tamirat	yevmiye	14	150,0 ₺	2.100,0 ₺
75	Kapı kenarlarında ve diğer bölgelerde kırılan seramik tamirleri	Tamirat	yevmiye	30	150,0 ₺	4.500,0 ₺
76	Malzeme taşımak için kırılan ve tekrar yapılan duvar işçiliği	Tamirat	yevmiye	3	150,0 ₺	450,0 ₺
77	Kırılan seramiklerin tamiratı	Tamirat	yevmiye	4	150,0 ₺	600,0 ₺
78	Lobide kırılan seramikleri tamiri	Tamirat	yevmiye	103	150,0 ₺	15.450,0 ₺

Çizelge 5.2. (Devam) Şantiyede tadilatlar sonucu gerçekleşen israflar ve para karşılıkları.

No	Açıklama	Başlık	Birim	Miktar (yevmiye/gün)	Tutar	İsraf Miktarı
79	Havuzların etrafında kırılan seramiklerin tamiratları	Tamirat	yevmiye	59	150,0 ₺	8.850,0 ₺
80	Mutfakta yapılan alçı sıva tamiratları	Tamirat	yevmiye	2	150,0 ₺	300,0 ₺
	Menfez kenarları alçıpan tamiratları	Tamirat	yevmiye	3	150,0 ₺	450,0 ₺
81	Menfez kenarları tamiratı	Tamirat	yevmiye	2	150,0 ₺	300,0 ₺
	Işık bantlarının tamiratı	Tamirat	yevmiye	2	150,0 ₺	300,0 ₺
	Fuaye ışık bantlarının tamiratı	Tamirat	yevmiye	2	150,0 ₺	300,0 ₺
82	VIP restoran mobilya için kesilen duvar tamiratları	Tamirat	yevmiye	2	150,0 ₺	300,0 ₺
	Fuaye tavan alçı tamiratları	Tamirat	yevmiye	4	150,0 ₺	600,0 ₺
	Menfez kenarları alçı tamiratları	Tamirat	yevmiye	6	150,0 ₺	900,0 ₺
83	Spa ve balo salonu alçı sıva tamiratları	Tamirat	yevmiye	10	150,0 ₺	1.500,0 ₺
	Balo salonu ışık bantları alçıpan tamiratı	Tamirat	yevmiye	8	150,0 ₺	1.200,0 ₺
85	Menfez yerleri ve kablo delikleri alçı tamiratları	Tamirat	yevmiye	6	150,0 ₺	900,0 ₺
	Mobilya kenarları, tavan ve kırılan yerlerin tamiratları	Tamirat	yevmiye	4	150,0 ₺	600,0 ₺
86	Dış cephe seramiklerinin mekanik çalışmalarından dolayı kırılması	Tamirat	yevmiye	40	150,0 ₺	6.000,0 ₺
87	Dış cephe seramiklerin taşeron çalışmalarından dolayı kırılması	Tamirat	yevmiye	34	150,0 ₺	5.100,0 ₺
88	Spa alçı tamirat işleri	Tamirat	yevmiye	14	150,0 ₺	2.100,0 ₺
89	Alçıpan asma tavan bant tamiratları	Tamirat	yevmiye	10	150,0 ₺	1.500,0 ₺
98	Havuz bölgesinde tavan alçı tamiratları	Tamirat	yevmiye	8	150,0 ₺	1.200,0 ₺
99	Spa ve mutfak alçıpan tamiratları	Tamirat	yevmiye	4	150,0 ₺	600,0 ₺
101	Spa ve mutfak alçıpan tamiratları	Tamirat	yevmiye	12	150,0 ₺	1.800,0 ₺
	Spa ve mutfak alçı tamiratları	Tamirat	yevmiye	10	150,0 ₺	1.500,0 ₺
102	Teknik atölye sıva tamiratları	Tamirat	yevmiye	4	150,0 ₺	600,0 ₺
105	Sökülen çatı su tahliye hattının boru geçiş yerleri sıva tamiratları	Tamirat	yevmiye	30	150,0 ₺	4.500,0 ₺
	Oda katları sıva boya tamiratları	Tamirat	yevmiye	120	150,0 ₺	18.000,0 ₺
109	Yanlış kırılan şaft duvarlarının tekrar örülmesi	Tamirat	yevmiye	12	150,0 ₺	1.800,0 ₺
115	Zemin kat sahte kolon karkas tamiratları	Tamirat	yevmiye	5	150,0 ₺	750,0 ₺
123	5. 4. ve 2. kat spot etrafı kırılan alçıpanların tamiri	Tamirat	yevmiye	32	150,0 ₺	4.800,0 ₺
126	Çocuksuz karma havuz sıva tamirleri	Tamirat	yevmiye	14	150,0 ₺	2.100,0 ₺
	Balo salonu bims sıva tamirleri	Tamirat	yevmiye	6	150,0 ₺	900,0 ₺
127	Spa da yapılan tavan alçıpan tamiratları	Tamirat	yevmiye	45	150,0 ₺	6.750,0 ₺
130	Spa tavanda yapılan alçı tamiratları	Tamirat	yevmiye	14	150,0 ₺	2.100,0 ₺
					Toplam	**243.750,0 ₺**

Şantiyede yanlış imalatlar sonucu ortaya çıkan israflar açıklamalarıyla birlikte ayrıntılı şekilde Çizelge 5.3'te görülmektedir.

Çizelge 5.3. Şantiyede yanlış imalatlar sonucu gerçekleşen israflar ve para karşılıkları.

No	Açıklama	Başlık	Birim	Miktar (yevmiye/gün)	Tutar	İsraf Miktarı
3	Proje dışı menfez kapağı ve spot yerlerinin kapatılması	Yanlış imalat	yevmiye	2	150,00 ₺	300,00 ₺
	Lentoların kesilmesi ve kapı üstü boş kalan kısımların doldurulması	Yanlış imalat	yevmiye	2	150,00 ₺	300,00 ₺
	Spot yerlerini kapatma	Yanlış imalat	yevmiye	3	150,00 ₺	450,00 ₺
	Kapı üstü ve tezgâh yanı alçıpan kapatma	Yanlış imalat	yevmiye	4	150,00 ₺	600,00 ₺
4	Su alan yerlerin alçıpan tamiratı	Yanlış imalat	yevmiye	2	150,00 ₺	300,00 ₺
10	Duvar kâğıdının sökülüp, alçının çıkarılıp, tekrar alçı yapılması	Yanlış imalat	yevmiye	3	150,00 ₺	450,00 ₺
12	Proje dışı menfez kapağı yerlerinin kapatılması	Yanlış imalat	yevmiye	3	150,00 ₺	450,00 ₺
13	Su alan yerlerin alçıpan tamiratı	Yanlış imalat	yevmiye	2	150,00 ₺	300,00 ₺
20	Su alan kısımların boya + saten alçı tamiratları	Yanlış imalat	yevmiye	5	150,00 ₺	750,00 ₺
	Yanlış açılan tavan boşluklarının tamiratı	Yanlış imalat	yevmiye	5	150,00 ₺	750,00 ₺
22	Küflenmiş alçıpanların değiştirilmesi	Yanlış imalat	yevmiye	2	150,00 ₺	300,00 ₺
23	Mevcut kapı boşluğunun kaydırılması	Yanlış imalat	yevmiye	3	150,00 ₺	450,00 ₺
26	Dilatasyon çıtası koyulacak yerlere yapılan seramiklerin sökülmesi	Yanlış imalat	yevmiye	18	150,00 ₺	2.700,00 ₺
27	Dilatasyondan akan suyun alçıyı şişirmesi soncu alçı tamiratı	Yanlış imalat	yevmiye	8	150,00 ₺	1.200,00 ₺
28	Su alan ve şişen alçı sıvanın sıyrılıp tamiratının yapılması	Yanlış imalat	yevmiye	2	150,00 ₺	300,00 ₺
42	Mekanik işlerden dolayı tavan şaftlarının tekrar açılıp kapanması	Yanlış imalat	yevmiye	12	150,00 ₺	1.800,00 ₺
43	Mekanik işlerinden dolayı duvarların tekrar açılıp kapatılması	Yanlış imalat	yevmiye	5	150,00 ₺	750,00 ₺
44	Duvarının ve güçlendirme yapılması	Yanlış imalat	yevmiye	4	150,00 ₺	600,00 ₺
54	Duvar kâğıdı için alçı tamiratı	Yanlış imalat	yevmiye	3	150,00 ₺	450,00 ₺
	Kapı üstü lento kotlarının düşürülmesi	Yanlış imalat	yevmiye	2	150,00 ₺	300,00 ₺
57	Duvar kâğıdı için alçı tamiratı	Yanlış imalat	yevmiye	2	150,00 ₺	300,00 ₺
67	Tavanda dalgalanma için saten dolgu yapılması	Yanlış imalat	yevmiye	2	150,00 ₺	300,00 ₺
69	Yanlış açılan spot yerlerinin kapatılması	Yanlış imalat	yevmiye	2	150,00 ₺	300,00 ₺
74	Kanal ile döşeme arasını filiz ekimi ve betonlar kapatılması	Yanlış imalat	yevmiye	7	150,00 ₺	1.050,00 ₺
81	Duvar kâğıdı yapılacak alçı sıva yüzeyinin tekrar zımparalanması	Yanlış imalat	yevmiye	2	150,00 ₺	300,00 ₺
84	Fuaye duvar kâğıdı için alçı tamiratları	Yanlış imalat	yevmiye	4	150,00 ₺	600,00 ₺
95	Kapatılan tavanların sprink düzeltme için tekrar açılması	Yanlış imalat	yevmiye	4	150,00 ₺	600,00 ₺
96	Ahşap detay için tavanın sökülmesi ve tekrar yapılması	Yanlış imalat	yevmiye	1	150,00 ₺	150,00 ₺
103	Pizza fırın için duvar kesilmesi	Yanlış imalat	yevmiye	7	150,00 ₺	1.050,00 ₺
111	Güçlendirilecek alçıpan duvarlarının yeniden imalatı	Yanlış imalat	yevmiye	42	150,00 ₺	6.300,00 ₺
112	1. kat yanlış örülen duvarın tekrar imalatı	Yanlış imalat	m^2	200	10,00 ₺	2.000,00 ₺
113	2. kat mini bar duvarlarının gönyeye getirilmesi	Yanlış imalat	yevmiye	31	150,00 ₺	4.650,00 ₺
	5.ve 4. kat mini bar duvarlarının gönyeye getirilmesi	Yanlış imalat	yevmiye	37	150,00 ₺	5.550,00 ₺
116	Zemin kat mekanik kaynaklı duvar sökümleri	Yanlış imalat	yevmiye	6	150,00 ₺	900,00 ₺
121	3. kat mini bar gönyelemelerinin yapılması	Yanlış imalat	yevmiye	17	150,00 ₺	2.550,00 ₺
	4. kat mini bar gönyelemelerinin yapılması	Yanlış imalat	yevmiye	21	150,00 ₺	3.150,00 ₺
122	Mini bar tavan yüksekliklerinin değiştirilmesi	Yanlış imalat	yevmiye	6	150,00 ₺	900,00 ₺

Çizelge 5.3. (Devam) Şantiyede yanlış imalatlar sonucu gerçekleşen israflar ve para karşılıkları.

No	Açıklama	Başlık	Birim	Miktar (yevmiye/gün)	Tutar	İsraf Miktarı
124	İmalat hatası olan mini barların düzeltilmesi	Yanlış imalat	yevmiye	5	150,00 ₺	750,00 ₺
125	Mini barların düzeltilmesi sonucu ortaya çıkan boşluğun doldurulması	Yanlış imalat	yevmiye	6	150,00 ₺	900,00 ₺
					Toplam	**45.800,00 ₺**

Burada gösterilen Çizelge 5.1; Çizelge 5.2; Çizelge 5.3'te görülen verileri Çizelge 5.4'te özetlenmiştir.

Çizelge 5.4. İsrafların toplam maliyeti.

İsraf Nedeni	Maliyet
Revize	279.250,0 ₺
Tamirat	243.750,0 ₺
Yanlış İmalat	45.800,0 ₺
Toplam	**568.800,0 ₺**

İsrafların sebep olduğu malzeme israfını Çizelge 5.5.'te görebiliriz.

Çizelge 5.5. İsraflrın sebep olduğu malzeme israfı ve para karşılığı.

Tutanak No	Açıklama	Birim	Miktar	Tutar	İsraf Miktarı
17	Hazır sıva	torba	1	46,00 ₺	46,00 ₺
	Seramik (20x20)	m^2	2	28,00 ₺	56,00 ₺
18	Alçıpan (mavi)	m^2	9	15,00 ₺	135,00 ₺
19	Boardex	m^2	6	85,00 ₺	510,00 ₺
20	Boya	kova	1	135,00 ₺	135,00 ₺
	Saten alçı	torba	5	12,08 ₺	60,40 ₺
21	Boardex	adet	3	85,00 ₺	255,00 ₺
22	Alçıpan (mavi)	m^2	3	15,00 ₺	45,00 ₺
23	Tuğla 13,5'luk	adet	40	0,85 ₺	34,00 ₺
24	Seramik (20x20)	m^2	5	28,00 ₺	140,00 ₺
29	Akfin	torba	1	25,00 ₺	25,00 ₺
	Boya	kova	1	135,00 ₺	135,00 ₺
30	Hazır sıva	torba	3	46,00 ₺	138,00 ₺
31	Hazır sıva	torba	30	46,00 ₺	1.380,00 ₺
	Akfin	torba	3	25,00 ₺	75,00 ₺
	Boya	kova	1	135,00 ₺	135,00 ₺
33	Boya	kova	45	135,00 ₺	6.075,00 ₺
	Saten alçı	torba	590	12,08 ₺	7.127,20 ₺

Çizelge 5.5. (Devam) İsraflrın sebep olduğu malzeme israfı ve para karşılığı.

Tutanak No	Açıklama	Birim	Miktar	Tutar	İsraf Miktarı
34	Seramik (60x120)	m^2	18	40,00 ₺	720,00 ₺
35	Seramik (120x120)	m^2	26	65,00 ₺	1.690,00 ₺
45	Seramik (60x120)	m^2	21	40,00 ₺	840,00 ₺
47	Boya	kova	1	135,00 ₺	135,00 ₺
48	Boya	kova	1	135,00 ₺	135,00 ₺
50	Tuğla 13,5'luk	adet	336	0,85 ₺	285,60 ₺
	Hazır sıva	torba	80	46,00 ₺	3.680,00 ₺
	Kum	m^3	4	11,50 ₺	46,00 ₺
	Çimento	torba	30	22,00 ₺	660,00 ₺
51	Alçıpan (beyaz)	m^2	12	6,20 ₺	74,40 ₺
53	Seramik (20x20)	m^2	4	28,00 ₺	112,00 ₺
70	Seramik (20x20)	m^2	3	28,00 ₺	84,00 ₺
71	Seramik (20x20)	m^2	14	28,00 ₺	392,00 ₺
72	Seramik (20x20)	m^2	2	28,00 ₺	56,00 ₺
73	Seramik (20x20)	m^2	50	28,00 ₺	1.400,00 ₺
75	Seramik (20x20)	m^2	80	28,00 ₺	2.240,00 ₺
76	Çimento	torba	2	22,00 ₺	44,00 ₺
	Kum	m^3	1	11,50 ₺	11,50 ₺
	İzotuğla	adet	250	1,45 ₺	362,50 ₺
77	Seramik (20x20)	m^2	2	28,00 ₺	56,00 ₺
78	Seramik (120x120)	m^2	201,6	65,00 ₺	13.104,00 ₺
79	Seramik (60x120)	m^2	39,6	40,00 ₺	1.584,00 ₺
86	Seramik (60x120)d	m^2	132	35,00 ₺	4.620,00 ₺
87	Seramik (60x120)d	m^2	40	35,00 ₺	1.400,00 ₺
89	Alçıpan (beyaz)	m^2	24	6,20 ₺	148,80 ₺
	Alçıpan (yeşil)	m^2	30	9,35 ₺	280,50 ₺
	U profil	m	45	2,00 ₺	90,00 ₺
	C profil	m	30	3,85 ₺	115,50 ₺
92	4x4cm kutu profil	m^2	27,5	17,12 ₺	470,80 ₺
	Alçıpan (kırmızı)	m^2	55	11,90 ₺	654,50 ₺
93	Alçıpan (beyaz)	m^2	45	6,20 ₺	279,00 ₺
95	Alçıpan (beyaz)	m^2	18	6,20 ₺	111,60 ₺
96	Alçıpan (beyaz)	m^2	16,5	6,20 ₺	102,30 ₺
97	Alçıpan (kırmızı)	m^2	29	11,90 ₺	345,10 ₺
102	Saten alçı	torba	3	12,08 ₺	36,24 ₺
	Akfin	torba	1	25,00 ₺	25,00 ₺
103	Boardex	m^2	8	85,00 ₺	680,00 ₺
	4x4cm kutu profil	m	12	17,12 ₺	205,44 ₺

Çizelge 5.5. (Devam) İsraflrın sebep olduğu malzeme israfı ve para karşılığı.

Tutanak No	Açıklama	Birim	Miktar	Tutar	İsraf Miktarı
112	İzotuğla	adet	3750	1,45 ₺	5.437,50 ₺
118	Spiral merdiven kutu profil	tl	1	150.000,00 ₺	150.000,00 ₺
119	Alçıpan (mavi)	m^2	80	15,00 ₺	1.200,00 ₺
	4x4cm kutu profil	m	98	17,12 ₺	1.677,76 ₺
	Seramik (60x120)d		35	35,00 ₺	1.225,00 ₺
120	Alçıpan (yeşil)	m^2	200	9,35 ₺	1.870,00 ₺
	4x4cm kutu profil	m	126	17,12 ₺	2.157,12 ₺
	Alçıpan (kırmızı)	m^2	340	11,90 ₺	4.046,00 ₺
127	Alçıpan (beyaz)	m^2	90	6,20 ₺	558,00 ₺
	Alçıpan (yeşil)	m^2	195	9,35 ₺	1.823,25 ₺
128	Tuğla 13,5'luk	adet	875	0,85 ₺	743,75 ₺
	Bims	m^2	97	11,50 ₺	1.115,50 ₺
129	Tuğla 13,5'luk	adet	4375	0,85 ₺	3.718,75 ₺
				Toplam	**229.356,01 ₺**

6. SONUÇLAR VE ÖNERİLER

İnşaat sektörü Türkiye ekonomisinde etkisinin büyük olduğu sektörlerden biridir. Son zamanlarda Türkiye'de inşaat sektörünün kar paylarının yeterli derecede yönetilmemesi sonucu, tahmini maliyet hedeflerine ulaşılamaması durumlarıyla karşılaşılmaktadır. Her sektör gelişen ve büyüyen dünya ve ülke ekonomilerine ve gelişen teknolojilere, yeni fikirlere ayak uydurarak sürdürülebilirler. Her sektör kendini geliştirmeli ve yeni fikirlere açık olmalıdır. Bu duruma ayak uyduramayan sektörler gelişemez, ilerleyemez ve durağanlığa mahkûm olurlar.

Dünya ülkelerine baktığımızda inşaat sektörünün gelişim anahtarının Yalın Düşünce tarzı ve Yalın Düşünce Teknikleri olduğunu rahatlıkla görebiliyoruz. Zaman, maliyet ve kalite her sektörün üzerinde durduğu üç temel taştır. İnşaat sektöründe de bu temel taşların etkinliğini oldukça görmekteyiz. Yalın Düşünce tam da bu noktada bu üç kavramı destekleyen bir düşünce tarzı olmaktadır. Her türlü israfın ortadan kaldırılması ya da azaltılmasını savunan Yalın Düşünce, zaman, maliyet ve kalitenin en iyi şekilde idare edilmesine önemli derecede yardımcı olmaktadır.

Yalın inşaatın mükemmel inşaat yönetiminin başlangıç noktalarından biri olduğunu söyleyebiliriz. Bu çalışmada yalın inşaatın uygulanmadığı bir şantiye örneğini görmekteyiz. Şantiyede insan çalışması israfının şirkete 568.800,0 ₺'lik bir maliyete sebep olduğunu görmekteyiz. Aynı zamanda yapılan malzeme israflarını da 229.356,0 ₺ olarak hesaplanmıştır. Şantiyedeki genel israfa bakacak olursak bu rakamın 798.156,0 ₺ olduğunu görmekteyiz. Kaba ve bir takım ince işlerin toplamda 72.485.280.0,0 ₺ maliyete sahip olduğu bilinmektedir. İncelenen israflar ince işlerde yapılan israfları kapsamaktadır. Şantiyedeki ince imalatların maliyeti ise 37.385.200.0 ₺'dir. Bu noktada yapılan israf miktarının, ince imalat maliyetine oranının 0,02 olduğunu görmekteyiz. Buradan ince imalat maliyetinin %2'sinin israf edildiğini söyleyebiliriz. Toplam israf miktarı, şantiyede bulunduğum süre içerisinde incelenen, şantiyede yapılan israfın sadece belli bir kısmıdır. İsraf maliyeti olan 798.156,0 ₺ doğru yönetim ve idareyle, yalın düşünce teknikleri ile hiç oluşmayabilirdi.

İnşaatlarda bir takım tasarımları ve uygulamaları önceden görmek ve bunlar üzerinde

değişiklik yapmak her zaman bir seçenek olmuştur. Bu seçenek yine yalın inşaatın destekleyicisi olan BIM (Yapı Bilgi Modellemesi) ile sağlanabilmektedir. Şantiyenin her noktasını bu sayede görsel olarak inceleyerek, gerekli revizelerin programda incelenerek yapılması daha sağlıklı olacaktır ve böylece birçok israf maliyetinin de önüne geçilmiş olunacaktır.

Türkiye'deki inşaat sektöründe yalın düşünce tarzı ve yalın inşaat tekniklerinin kullanılması ve yaygınlaşması gerektiğini bu çalışmada görmekteyiz. Bu tarz uygulamalar inşaat sektörünü canlandıracak, şirket ekonomilerine kar sağlayabilecek teknikler olduğunu söyleyebiliriz.

7. KAYNAKÇA

Abdelhamid, T 2007, *Lean Construction Principles and Methods*, media release, Michigan State University, viewed 12 Mayıs 2020, http://www.msu.edu/user/tariq/Learn_Lean.html.

Alarcon, L. (2001). Lean construction in Chile: a national strategy and local results, Içinde *3. Annual Lean Construction Congress, IGLC 2001.*

Alliance, A 2001, *Lean construction*, media release, viewed 15 Mayıs 2020, http://www.agilemanifesto.org/.

Arbulu, R., Ballard, G., ve Harper, N. (2003). Kanban in Construction. Içinde *Proceedings of the 11. Annual Conference of the International Group for Lean Construction, IGLC 2003* (ss. 16-17).

Auada, J., Scola, A., ve Conte, A. (1998). Last planner as a site operations tool. Içinde *The 6th Annual Conference of the International Group for Lean Construction, IGLC 1998.*

Aytaç, Z. (2009). 'Hastanelerde Yalın Yönetim Sistemleri', Yüksek Lisans Tezi, Endüstri Mühendisliği Anabilim Dalı, Fen Bilimleri Enstitüsü, İstanbul Teknik Üniversitesi, İstanbul, Türkiye.

Aziz, R. F., ve Hafez, S. M. (2013). Applying lean thinking in construction and performance improvement. *Alexandria Engineering Journal, 52*(4), 679-695.

Ballard, G 2000, *Lean Project Delivery System*, White Paper rapor no. 9, Lean Construction Institute, Berkeley.

Ballard, G., ve Howell, G. (1994). Implementing Lean Construction: Stabilizing Work Flow. Içinde *Proceedings of the International Group for Lean Construction conference, IGLC 1994.*

Ballard, G., ve Howell, G. (1998). Implementing lean construction: understanding and action. Içinde *Proceedings Sixth Annual Conference of the International Group for Lean Construction, IGLC 1998.*

Ballard, G., Koskela, L. J., ve Tommelein, I. (2002). The foundations of lean construction. *Design and Construction: Building in Value*, *14*(1), 211-226

Ballard, G., Tommelein, I. D., Koskela, L., ve Howell, G. (2002). Lean construction tools and techniques. *Rick Best & Gerald de Valence*, *15*(1), 227-254.

Bossink, B. A. G., ve Brouwers, H. J. H. (1996). Construction waste: quantification and source evaluation. *Journal of Construction Engineering and Management, 122*(1), 55-60.

Cervone, H. F. (2011). Understanding agile project management methods using Scrum. *OCLC Systems & Services: International digital library perspectives*, *27*(1), 8-22.

Chandrakanthi, M., Hettiaratchi, P., Prado, B., ve Ruwanpura, J. (2002). Optimization of the waste management for construction projects using simulation. Içince *Proceedings of the 2002 Winter Simulation Conference*, ss. 1771-1777.

Çankır B. (2010). 'Yalın düşünce sistemini uygulayan kurumlarla uygulamayan kurumlarda çalışanlarda örgütsel vatandaşlık davranışı', Yüksek Lisans Tezi, İşletme Anabilim Dalı, Sosyal Bilimler Enstitüsü, Marmara Üniversitesi, İstanbul, Türkiye.

Çardak, F. (2019). 'Agıle Project Management In The Turkısh Constructıon Industry', Yüksek Lisans Tezi, Lisansüstü Eğitim Enstitüsü, Boğaziçi Üniversitesi, İstanbul, Türkiye.

Deniz, N. (2015). 'Sağlık Sektöründe Süreç İyileştirmesine Yönelik Yalın Düşünceye Dayanan Bir Yaklaşım Önerisi', Yüksek Lisans Tezi, Endüstri Mühendisliği Anabilim Dalı, Fen Bilimleri Enstitüsü, Osmangazi Üniversitesi, Eskişehir, Türkiye.

Derin, N. (2008). 'Çalışanların algılamalarına göre, yalın yönetimin İç İmaja Etkisi: Türkiye'deki özel hastanelerde bir araştırma', Doktora Tezi, İşletme Anabilim Dalı, Sosyal Bilimler Enstitüsü, İnönü Üniversitesi, Malatya, Türkiye.

Diaz, H. V. A. (2013). 'Integration of Knowledge Management and Change Management to Implement Lean Manufacturing', Yüksek Lisans Tezi, Uluslararası Ürün ve Hizmet Yönetimi, Ansbach Uygulamalı Bilimler Üniversitesi, Anbach, Germany.

Doğan, N, Ö. (2011). 'Sağlık Sektöründe Etkinliğin İyileştirilmesi: Bir Yalın Üretim Uygulaması', Doktora Tezi, İşletme Anabilim Dalı, Sosyal Bilimler Enstitüsü Erciyes Üniversitesi, Kayseri, Türkiye.

Ekanayake, L. L., ve Ofori, G. (2000). Construction material waste source evaluation. Içinde *Proceedings of the Second Southern African Conference on Sustainable Development in the Built Environment: Strategies for a Sustainable Built Environment*, ss. 23-25.

EMS Consulting Group, 2004, *Heijunka: Level Load Production,* media release, viewed 12 Mayıs 2020, http://www.emsstrategies.com/dm090804article.html.

Evbuomwan, N. F. O., ve Anumba, C. J. (1998). An Integrated Framework for Concurrent Life-cycle Design and Construction. *Advances in Engineering Software*, *29*(7), 587-597.

Faniran, O. O., ve Caban, G. (1998). Minimizing waste on construction project sites. *Engineering Construction and Architectural Management*, *5*(2), 182-188.

Fayol, H. (1916). *Administration industrielle et générale*, Paris: Dunod

Fernandez J., ve ark., (2013). Survey of motivations, benefits and implementation challenges of last planner system users. *Journal of Construction Engineering and Management*, *139*(4), 354-360.

Flores, F. (1982). 'Management and Communication in the Office of the Future', Doktora Tezi, Felsefe Anabilim Dalı, California Üniversitesi, Berkeley, ABD.

Forbes, L. H., ve Ahmed, S. M. (2011). *Modern Construction: Lean Project Delivery and Integrated Practices*. London: CRC Press.

Formoso, C. T., Isatto, E. L., ve Hirota, E. H. (1999). Method For Waste Control In The Building Industry. Içinde *7th Annual Conference of the International Group for Lean Construction, IGLC 1999* (ss. 325-334).

Gao, S., ve Low, S. P. (2014). *Lean Construction Management*. Singapore: Springer Science and Business Media.

Gil, N., Tommelein, I. D., Kirkendall, R. L., ve Ballard, G. (2000). Contribution of Specialty Contractor Knowledge to Early Design. Içinde *8th Annual Conference International Group for Lean Construction, IGLC 2000.*

Graban, M. (2011). *Yalın Hastane*. İstanbul: Optimist Yayınevi.

Greenwood, R 2003, *Construction Waste Minimisation: Good Practice Guide*. Centre for Research in the Build Environment rapor no. 2, Cardiff.

HC Online, 2006. *Lean Manufacturing: Heijunka*, , media release, viewed 15 Mayıs 2020, http://chohmann.free.fr/lean/heijunkabox_us.htm.

Highsmith, J. R. (2009). *Agile project management: creating innovative products*. ABD: Addison-Wesley Professional.

Highsmith, J. R., ve Cockburn, A. (2001). Agile software development. *The business of innovation*, *34(*9), 120-127.

Hjelmbrekke, H., Hansen, G. K., ve Lohne, J. (2015). A Motherless Child-Why do Construction Projects Fail. *Procedia Economics and Finance*, *21*(1), 72-79.

Hobbs, J. (2003). *Lean Manufacturing Implementation: A Complete Execution Manual for Any Size Manufacturer*. Florida: J. Ross Publishing APICS.

Howell, G., Macomber, H., Koskela, L., ve Draper, J. (2004). Leadership and Project management: time for a shift from Fayol to Flores. Içinde *Paper presented at the Proceedings of the 12th Annual Conference of the International Group for Lean Construction, IGLC 2004* (ss. 1-8).

Innes, S. (2004). Developing tools for designing out waste pre-site and onsite. Içinde *Proceedings of Minimising Construction Waste Conference: Developing Resource Efficiency and Waste Minimisation in Design and Construction.*

İpbüken, A 2020, Yalın Düşünceyi inşaat sektörüne uyarlamak için zaman geldi de geçiyor, media release, viewed 15 Mayıs 2020, https://lean.org.tr/yalin-dusunceyi-insaat-sektorune- uyarlamak-icin-zaman- geldi-de-geciyor/.

Japan Management Association, ve Lu, D. J. (1989). *Kanban Just-in-Time at Toyota: Management Begins at the Workplace, Revised*, Cambridge: Productivity Press.

Kamara, J. M. (2003). Enablers for Concurrent Engineering in Construction. Içinde *11th Annual Conference of the International Group for Lean Construction, IGLC 2003* (ss. 22-24)

Kavrakoğlu, İ. (1998). *Toplam Kalite Yönetimi*. İstanbul: Kalder Yayınları.

Koskela, L. (2000). 'An Exploration Towards a Production Theory and its Application to Construction', Doktora Tezi, İşletme Anabilim Dalı, Endüstri Mühendisliği, Helsinki Teknoloji Üniversitesi, Espoo, Finland.

Koskela, L. (1992). 'Application of the New Production Philosophy to Construction', Entegre Tesis Mühendisliği, İnşaat Mühendisliği, Stanford Üniversitesi, Palo Alto, California.

Lander E., ve Liker J. K. (2007). The Toyota Production System and art: making highly customized and creative products the Toyota way. *International Journal of Production Reserch, 45*(16), 3681-3698.

Liker, J. (2004). *The Toyota Way:14 management principles from the world greatest manufacturer*. New york: Mc-Graw Hill.

Liker, K.J. (2005). *Toyota Tarzı 14 Yönetim İlkesi*. İstanbul: Orhan Holding Yayınları.

Liker, J. K., ve Morgan M. J. (2006). The Toyota Way in Services: The Case of Lean Product Development. *Academy of Management Perspectives, 20*(2), 5-20.

Moe, N. B., Dingsøyr, T., ve Dybå, T. (2010). A teamwork model for understanding an agile team: A case study of a Scrum project. *Information and Software Technology, 52*(5), 480-491.

Mossman, A., (2005). *Last Planner Collaborative Production Planning*. İngiltere: Lean Construction Institute.

Nahmens, I., ve Ikuma, L. H. (2012). Effects of Lean Construction on Sustainability of Modular Homebuilding. *Journal of Architectural Engineering, 18*(2), 155-163.

O'Connor, R., ve Swain, B. (2013). *Lean tools and techniques-an introduction*, London: CIRIA.

ODPM (Office of the Deputy Prime Minister), (2004). *Survey of Arisings and Use of Construction, Demolition and Excavation Waste as Aggregate in England in 2003*. London: HSMO.

Ohno, T. (1988). *Workplace Management*. Oregon: Productivity Press.

Ohno, T. (1998). *Toyota Ruhu: Toyota Üretim Sistemi'nin Doğusu ve Evrimi*. İstanbul: Scala Yayıncılık.

Okur, A. S. (1997). *Yalın Üretim-2000'li Yıllara Doğru Türkiye Sanayi İçin Yapılanma Modeli*. İstanbul: Söz Yayıncılık.

Osmani M., Glass, J., ve Price A. D. F. (2008). Architects' perspectives on construction waste reduction by design. *Waste Management, 28*(7), 1147-1158.

Özdağoğlu, A 2003, Yalın Zirve, media release, viewed 6 Mayıs 2020, http://www.yalinenstitu.org.tr/index.php.

Paez, O., Salem, S., Solomon, J., ve Genaidy, A. (2005). Moving from Lean manufacturing to Lean Construction: Toward a common Sociotechnological Framework. *Human Factors and Ergonomics in Manufacturing, 15*(2), 233-245.

Pamfilie, R., Petcu, A. J., ve Draghici, M. (2012). The Importance of Leadership in Driving a Strategic Lean Six Sigma Management. *Procedia-Social and Behavioral Sciences, 58*(1), 187-196.

Panneman, T. (2017). *Lean Transformations-when and how to climb the four steps of Lean maturity*. Dublin: Muda Master.

Panneman, T. (2019). *Sustainable 5S-How to Use the lean Starting Tool Tool to Improve Flow-Productivity and Employee Satisfaction*. Dublin: Muda Master.

Piet, M. (2016). 'The influence of lean planning on trust and time performance in construction projects', Yüksek Lisans Tezi, İnşaat Mühendisliği, İnşaat Yönetimi ve Mühendisliği Aanbilim Dalı, Delft Teknoloji Üniversitesi, Paris, Fransa.

Pinto, J. K., Slevin, D. P., ve English, B. (2009). Trust in projects: An empirical assessment of owner/contractor relationships. *International Journal of Project Management*, *27*(6), 638-648.

Russell, S. R., ve Taylor B.W. (2010). *Operations Management*. New York: John Wiley and Sons.

Polat, G., ve Ballard, G. (2003). Construction supply chains: Turkish supply chain configurations for cut and bent rebar. Içinde *11th Annual Conference on Lean Construction, IGLC 2003* (ss. 319-331).

Rolstadas, A. (1995). Planning and control of concurrent engineering Project. *International Journal of Production Economics*, *38*(1), 3-13.

Poon, C. S., Yu, A. T. W., ve Jaillon, L. (2004). Reducing building waste at construction sites in Hong Kong. *Construction Management and Economics, 25*(5), 461-470.

Rother, M., ve Shook, J. (1999). *Learning to See: Value Stream Mapping to Create Value and Eliminate Muda*. Brookline: Lean Enterprise Institute.

Salem, O., Solomon, J., Genaidy, A., ve Minkarah, L. (2006). Lean Construction: From Theory to Implementation. *Journal of Construction Engineering and Management*, *22*(4), 168-175.

Sacks, R. G., ve Goldin, M. (2007). Lean Management Model for Construction of High-Rise Apartment Buildings. *Journal of Construction Engineering and Management*. *133*(5), 374-384.

Sacks, R. G., Treckmann, M., ve Rozenfeld, O. (2009). Visualization of Work Flow to Support Lean Construction. *Journal of Construction Engineering and Management*, *135*(12), 1307-1315.

Salem, O., Solomon, J., Genaidy, A., ve Minkarah, L. (2005). Site Implementation and Assessment of Lean Construction Techniques. *Lean Construction Journal, 2*(2), 1-21

Sivaslı, E. (2006). 'İşletme süreçlerinde yalın tekniklerin kullanılması üzerine bir araştırma', Yüksek Lisans Tezi, Toplam Kalite Anabilim Dalı, Sosyal Bilimler Enstitüsü, Dokuz Eylül Üniversitesi, İzmir, Türkiye.

Sugimori, Y., Kusunoki, K., Cho, F., ve Uchikawa, S. (1977). Toyota production system and Kanban system: materialisation of just-in-time and respect-for-human system. *International Journal Production Research*, *15*(6), 553-564.

Tapping, D. (2003). *The Lean Pocket Guide Tools For The Elimination Of Waste*. USA: MSC Media.

Teo, M. M., ve Loosemore, M. (2001). A theory of waste behaviour in the construction industry. *Construction Management and Economics*, *19*(7), 741-751.

Tezel, B. (2007). 'A statıstıcal approach to lean constructıon ımplementatıons of constructıon companıes ın Turkey', Yüksek Lisana Tezi, İnşaat Mühendisliği, Uygulamalı Bilimler Enstitüsü, Orta Doğu Teknik Üniversitesi, Ankara, Türkiye.

Tokat, A. (2015). 'Türk yapım şantiyelerindeki israfların ve nedenlerinin tespit edilmesi ve yalın inşaat uygulamalarıyla çözüm önerisi geliştirilmesi', Yüksek Lisans Tezi, İnşaat Mühendisliği, İstanbul Teknik Üniversitesi, İstanbul, Türkiye.

Womack, J. P., ve Jones. D. T. (1996). *Lean Thinking: Banish Waste and Create Wealth in your Corporation*. New York: Simon & Schuster.

Womack, J. P., ve Jones, D. T. (2003). *Yalın Düşünce*. İstanbul: Optimist Yayınları.

Womack, J. P., ve Jones, D. T. (2006). *Yalın Çözümler*. İstanbul: Optimist Yayınları.

Womack, J. P., Jones, D. T., ve Roos, D. (1991). *The Machine That Changed the World: How Japan's Secret Weapon in the Global Auto Wars Will Revolutionise Western Industry*, New York, Publisher: Simon and Schuster.

Yalın düşünce 2020, viwed 25 Kasım 2020, https://lean.org.tr/neden-yalin- dusunce/.

Yalın düşünce serüveni 2020, viewed 26 Kasım 2020, https://www.agile42.com.

Yüksel, H. (2012). *Yalın Sağlık*. Ankara: Nobel Yayınevi.

Zimina, D., ve Pasquire, C 2012, *Last Planner System Insights*, Design and the Built Environment rapor no. 1, Nottingham Trent Üniversitesi, Nottingham.

3M modeli 2020, viewed 26 Kasım 2020, https://www.mudamasters.com/en/lean-production-theory/toyota-3m-model-muda-mura-muri.

7 israf 2020, viewed 25 Kasım 2020, https://leanmanufacturingtools.org/7- wastes/.

ÖZGEÇMİŞ

KİŞİSEL BİLGİLER

Adı Soyadı :Yasemin ÇELEBİ

Yabancı Dili :İngilizce

ÖĞRENİM DURUMU

Derece	Alan	Okul/Üniversite	Mezuniyet Yılı
Y. Lisans	İnşaat Mühendisliği.	Düzce Üniversitesi	2021
Lisans	İnşaat Mühendisliği.	Düzce Üniversitesi	2018
Lise		Atikehanım Anadolu Lisesi	2013

YAYINLAR

Kartal, H., Genç, E., Çelebi, Y., ve Erdem, F. (2020). İnşaat Projelerinde Tespit Edilen Proje Risklerinin Proje Süresine ve Maliyetine Etkisinin İncelenmesi. *2. Hezarfen Uluslararası Fen Matematik ve Mühendislik Bilimleri Kongresi*. ss. 93-105.

Çelebi Y. (2021). Türkiye'de Yalın Düşünce ve Yalın İnşaat Uygulamalarının Örnek Bir Şantiye Üzerinde İncelenmesi. *Uluslararası Bilimsel Araştırmalar Ve Yenilikçi Çalışmalar Sempozyumu*. ss. 425-441.