



**T.C.
DÜZCE ÜNİVERSİTESİ
LİSANSÜSTÜ EĞİTİM ENSTİTÜSÜ**

**DÜZCE ŞANTİYELERİNDE İSRAFIN NEDENLERİNİN
BELİRLENMESİ VE YALIN İNŞAAT UYGULAMALARIYLA
ÇÖZÜM YÖNTEMLERİ**

YELDA NUR SÖNMEZOĞLU

**YÜKSEK LİSANS TEZİ
İNŞAAT MÜHENDİSLİĞİ ANABİLİM DALI
İNŞAAT MÜHENDİSLİĞİ**

**DANIŞMAN
PROF. DR. RIFAT AKBIYIKLI**

DÜZCE, 2021

T.C.
DÜZCE ÜNİVERSİTESİ
LİSANSÜSTÜ EĞİTİM ENSTİTÜSÜ

DÜZCE ŞANTİYELERİNDE İSRAFIN NEDENLERİNİN
BELİRLENMESİ VE YALIN İNŞAAT UYGULAMALARIYLA
ÇÖZÜM YÖNTEMLERİ

Yelda Nur Sönmezoğlu 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

Dr. Öğr. Üyesi Mustafa DAYI
Düzce Üniversitesi

Dr. Öğr. Üyesi Hakan KUŞAN
Eskişehir Osmangazi Üniversitesi

Tez Savunma Tarihi: 25/08/2021

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.

25 Ağustos 2021

Yelda Nur SÖNMEZOĞLU

TEŞEKKÜR

Yüksek lisans öğrenimimde ve bu tezin hazırlanmasında gösterdiği her türlü destek ve yardımdan dolayı çok değerli hocam Prof. Dr. Rıfat AKBIYIKLI'ya en içten dileklerle teşekkür ederim.

Bu çalışma boyunca yardımlarını ve desteklerini esirgemeyen sevgili aileme ve çalışma arkadaşlarıma sonsuz teşekkürlerimi sunarım.

25 Ağustos 2021

Yelda Nur SÖNMEZOĞLU

İÇİNDEKİLER

	<u>Sayfa No</u>
ŞEKİL LİSTESİ.....	vii
ÇİZELGE LİSTESİ	viii
KISALTMALAR.....	ix
ÖZET	x
ABSTRACT	xi
1. GİRİŞ.....	1
2. YALIN KAVRAMI VE GELİŞİMİ	2
2.1 YALIN ÜRETİM	5
2.1.1 Değer	7
2.1.2 Değer Akışı.....	8
2.1.3 Sürekli Akış.....	10
2.1.4 Çekme	12
2.1.5 Mükemmellik	13
2.2 TFV ÜRETİM TEORİSİ	13
2.3. YALIN VE SÜRDÜRÜLEBİLİRLİK İLİŞKİSİ	16
3. YALIN İNŞAAT	19
3.1 İNŞAATTA YALIN PROJE TESLİMİ - (LEAN PROJECT DELIVERY SYSTEM) (LPDS).....	21
3.2 GELENEKSEL VE YALIN İNŞAATIN KARŞILAŞTIRILMASI	23
4. TOYOTA FELSEFESİ	27
4.1 TOYOTA WAY	27
4.2 KAİZEN	30
4.3 TOYOTA ÜRETİM SİSTEMİ	34
4.4 ÜRETİM VERİMLİLİĞİ.....	35
5. İSRAF KAVRAMI	37
6. YALIN ÜRETİM SİSTEMLERİ	42
6.1 KANBAN SİSTEMİ.....	42
6.2 5S KURALI	46
6.3 JUST İN TIME (TAM ZAMANINDA ÜRETİM)	48
6.4 POKA YOKE.....	49
6.5 JİDOKA	49
6.6 HEJUNKA.....	50

6.7 SMED	51
7. TÜRK İNŞAAT SEKTÖRÜ	53
8. LİTERATÜR TARAMASI.....	55
9. DÜZCE ŞANTİYLERİNDE İSRAFLARIN VE NEDENLERİNİN BELİRLENMESİ – ANKET ÇALIŞMASI	59
9.1 ANKETİN AMACI VE HEDEFİ	60
9.2 ANKET FORMATI	60
9.3 ANKET İÇERİĞİ	61
9.4 ANKET VE VERİ TOPLAMA SÜRECİ.....	63
9.5 SPSS VERİ ANALİZİ.....	63
9.6 ANKET SONUÇLARI.....	65
9.7 İSRAF TÜRLERİ VE ETKİ DERECELERİ	69
9.8 SONUÇLARIN ANALİZİ VE OLASI NEDENLERİ.....	71
10. SONUÇLAR VE ÖNERİLER	73
11. KAYNAKLAR.....	76
12. EKLER	82
12.1 YÜKSEK LİSANS ANKET FORMU.....	82
ÖZGEÇMİŞ.....	85

ŞEKİL LİSTESİ

Sayfa No

Şekil 2.1. Yalın Düşünce Beş Temel İlke	4
Şekil 2.2. Değer Akış Süreçleri	9
Şekil 2.3. Değer Akış Harita Örneği.....	10
Şekil 2.4. İtme Ve Çekme Sistemlerinin Karşılaştırılması.....	12
Şekil 2.5. İtme Sisteminde Parça Ve Bilgi Akışı.....	13
Şekil 2.6. Yeni TFV Teorisi	16
Şekil 2.7. Yalın Ve Sürdürülebilirlik Arasındaki İlişki	17
Şekil 2.8. İsrafi Ortadan Kaldırma Ve Maliyet Düşürmeyi Başarma Süreci	17
Şekil 3.1. Yalın İnşaat Kavramsal Çerçeve	20
Şekil 3.2. Yalın Proje Teslim Sistemi (LPDS)	22
Şekil 4.1. Sorunun Tipik Miktarları	28
Şekil 4.2. Bazı Şirketlerin Yakaladığı Fırsatlar	28
Şekil 4.3. Toyota Fırsatlardan Yararlanması.....	29
Şekil 4.4. Toyota Üretim Sistemi Evi	34
Şekil 4.5. Toyota 4P Model	35
Şekil 5.1. İsrafın Sebepleri	37
Şekil 5.2. Mura, Muri, Muda	40
Şekil 5.3. İsrafın Süreçleri.....	41
Şekil 6.1. Kanban Kartı.....	43
Şekil 6.2. İki Kanban Akışı	44
Şekil 6.3. 5S'nin Anlamları	47
Şekil 6.4. 5S Süreçleri.....	48
Şekil 6.4. Toyota Sistemi Evi	50
Şekil 9.1. 5'li Likert Sistem	61
Şekil 9.2. Yaşın Skewness Ve Kurtosis Değerleri.....	65
Şekil 9.3. Sig Değerleri	65

ÇİZELGE LİSTESİ

Sayfa No:

Çizelge 2.1. TFV Üretim Teorisi	15
Çizelge 3.1. Yalın İnşaat Tanımları	21
Çizelge 3.2. Geleneksel Ve Yalın Üretim Sistemlerinin Arasındaki Farklar	25
Çizelge 3.3. Geleneksel Ve Yalın Üretim Arasındaki Farklar	26
Çizelge 4.1. Kaizen ile Yenilik Arasındaki Farklılıklar	31
Çizelge 4.2. Kaizen Aşamaları	33
Çizelge 6.1. 5S	46
Çizelge 6.2. İsrâf Kaynakları Ve İlgili Yalın İnşaat Teknikleri	51
Çizelge 7.1. İnşaat Maliyet Endeksi Ve Değişim Oranları	53
Çizelge 7.2. İnşaat Maliyet Endeksi Yıllık Değişim Oranı (%), Şubat 2021	54
Çizelge 7.3. İnşaat Maliyet Endeksi Yıllık Değişim Oranı (%), Şubat 2021	54
Çizelge 8.1. Türk Yapım Şantiyelerinde İsrâf Nedenleri Ve Sıklıkları	56
Çizelge 8.2. Türk Yapım Şantiyelerinde Meydana Gelen Malzeme İsrâfı	57
Çizelge 9.1. Anketin Dolduruluş Biçimi Ve Cevaplanan Anket Sayısı	63
Çizelge 9.2. Güvenilirlik Katsayısı	64
Çizelge 9.3. Mesleklerin Dağılımı	66
Çizelge 9.4. Şirketteki Konumlar	66
Çizelge 9.5. Yaş Dağılımı	67
Çizelge 9.6. Sektördeki Çalışma Yılı Dağılımı	67
Çizelge 9.7. Eğitim Düzeyleri	68
Çizelge 9.8. İsrâfa Neden Olan 30 Etki	69
Çizelge 9.9. İsrâfa Neden Olan Diğer 25 Etki	70
Çizelge 9.10. İsrâfa En Fazla Neden Olan 13 Etki	71

KISALTMALAR

İMSAD	Türkiye İnşaat Malzemesi Sanayicileri Derneği
JIT	Tam zamanında üretim (Just in Time)
LPDS	Lean Project Delivery System (Yalın Üretim Teslim Sistemi)
LPS	Lean Production System
PÜKO	Planla-Uygula-Kontrol Et-Önlem Al
TDK	Türk Dil Kurumu
TPS	Toyota Production System (Toyota Üretim Sistemi)
TÜİK	Türkiye İstatistik Kurumu
VSM	Value Stream Mapping (Değer Akış Haritaları)



ÖZET

DÜZCE ŞANTİYELERİNDE İSRAFIN NEDENLERİNİN BELİRLENMESİ VE YALIN İNŞAAT UYGULAMALARIYLA ÇÖZÜM YÖNTEMLERİ

Yelda Nur SÖNMEZOĞLU

Düzce Üniversitesi

Lisansüstü Eğitim Enstitüsü, İnşaat Mühendisliği Anabilim Dalı

Yüksek Lisans Tezi

Danışman: Prof. Dr. Rıfat AKBIYIKLI

Ağustos 2021, 84 sayfa

Tüm ülke ekonomilerinde olduğu gibi Türkiye ekonomisinde inşaat sektörü söz sahibidir. İnşaat sektörü birçok farklı alana etki ettiğinden lokomotif sektör konumundadır. İnsanların ihtiyaçlarını karşılamakta, yaşamlarını sürdürmede önemli etkiye sahiptir. Bu çalışmada Türk yapım şantiyelerinde israfa neden olan, verimsizliği arttıran sebepler analiz edilmektedir. İsrâf, tüm dünyada olduğu gibi ülkemizde de sorunlara yol açmaktadır. Maliyetin artması, kaliteden ödün verilmesi ve doğru müşteri hizmetinin sağlanamaması gibi olumsuzluklar göze çarpmaktadır. İsrâfin giderilmesi için İnşaat sektöründe yeni sayılabilecek üretim modeli olan Yalın İnşaat'ın gerekliliği ve önemi artmaktadır. Yalın inşaatın amacı israfa neden olan sebeplerin tespiti, süreçte değer katmayan aktivitelerin giderilmesini kapsamaktadır. Yalın inşaatın ilke ve prensiplerinin gerekliliği ve önemi birçok çalışma ile kanıtlanmıştır. Bu çalışmada Düzce şantiyelerinde meydana gelen israfların nedenlerinin tespiti ve ne derece etki ettiğinin analizi yapılmış ve diğer çalışmalar ile karşılaştırılmıştır. Alanlarında aktif görev alan büyük çoğunlukla inşaat mühendisi, mimar görüşleri göz önüne alınmıştır. İsrâfin nedenleriyle birlikte çözüm önerileri de sunulmuştur.

Anahtar Sözcükler: Yalın inşaat, Yalın üretim, Yapım şantiyelerinde israf.

ABSTRACT

DETERMINING THE CAUSES OF WASTE AT DÜZCE CONSTRUCTION SITES AND SOLUTION METHODS WITH LEAN CONSTRUCTION APPLICATIONS

Yelda Nur SÖNMEZOĞLU

Düzce University

Graduate School of Natural and Applied Sciences, Department of Civil Engineering

Master's Thesis

Supervisor: Prof. Dr. Rifat AKBIYIKLI

August 2021, 84 pages

As in all countries' economies, the construction sector has a say in the Turkish economy. Since the construction sector affects many different areas, it is the locomotive sector. It has an important effect on meeting the needs of people and maintaining their lives. In this study, the reasons that cause waste and increase inefficiency in Turkish construction sites are analyzed. Waste causes problems in our country as well as in the whole world. Problems such as increasing costs, compromising quality and not providing the right customer service stand out. In order to eliminate waste, the necessity and importance of Lean Construction, which can be considered as a new production model in the construction sector, is increasing. The purpose of lean construction is to determine the causes that cause waste, and to eliminate the activities that do not add value in the process. The necessity and importance of the principles and principles of lean construction has been proven by many studies. In this study, the reasons for the waste occurring in Düzce construction sites were determined and analyzed to what extent they were affected and compared with other studies. Opinions of mostly civil engineers and architects, who are active in their fields, have been taken into consideration. Along with the reasons for waste, solutions are also offered.

Keywords: Lean construction, Lean production, Waste in construction sites.

1. GİRİŞ

Tüm dünya gibi Türkiye için de inşaat sektörü önemli bir konumdadır. İnsanların gereksinim ve ihtiyaçlarına cevap vermektedir. Nüfusun artması, ekonomik ve sosyal gelişmeler de inşaat sektörünün önemini arttırmaktadır. Sektör, birçok alt sektörü içerisinde barındırır. Diğer sektörlerle bu şekilde doğrudan ilişki içinde olması önemini daha da arttırmaktadır. Aynı zamanda gerek ülke ekonomisine üretimle katkısı gerek istihdam sağlaması açısından lokomotif sektör konumundadır.

Piyasadaki birçok işletme rakipleri karşısında üstünlük sağlamak amacıyla bazı yönetim yaklaşımlarını uygulama yolunu seçmişlerdir. Bu çalışmada amaç “Yalın Yapı” yaklaşımını araştırmak ve yalın üretimin anlayışının temel prensibi olan israfı minimum düzeye indirmektir. Bu şekilde inşaat sektöründe şantiyelerde meydana gelen israfların neler olduğu ve ne derece etki ettiği araştırılmış ve analizi sağlanmıştır.

Düzce ilindeki şantiyelerde meydana gelen israf türlerinin tespiti yapılabilmesi için ildeki birçok kuruma, şantiyelere gidilmiş ve birçok inşaat mühendisi, mimar, şantiye şefi, danışman, inşaat teknikeri mesleklerini yapan kişilerle iletişime geçilmiştir. Hedef kitlede en az 1 yıl deneyim şartı konulmuş ve Düzce şantiyeleri baz alınarak bir sonuca varılmıştır. Anket yüz yüze ve online olarak yapılmıştır. Yüz yüze şekilde 72, online şekilde 28 kişiyle toplamda 100 kişiyle iletişime geçilmiştir. Kişilere israf türleri ve dereceleri hakkında tecrübeleri ile meslekleri, şirketteki konumları, yaşları, eğitim düzeyleri de sorulmuştur.

Anket soruları hazırlanırken geçmişte yapılan benzer çalışmalardan örnekler alınmış ve anket sonucuyla kıyas yoluna gidilmiştir. Bu çalışma gelişmekte olan bir ilin işletmelerinde ekonomik kayıplara neden olan israf türlerini ve etkilerinin farkına varılması amacı taşır.

2. YALIN KAVRAMI VE GELİŞİMİ

İlk olarak uluslararası otomobil endüstrisini inceleyen Uluslararası Motorlu Araç Programı araştırmacısı John Krafcik tarafından 1988'de icat edilen yalın üretim, seri üretime göre her şeyin daha az şekilde kullanıldığı bir üretim biçimini tanımlar. 1960'ların başlarında, daha sonra Yalın Üretim temeli olarak bilinen bir dizi ilke geliştirildi (Jones & Roos, 1990). Yalın ilkeler, Dünyayı Değiştiren Makine adlı kitap tarafından popüler hale gelmiş olup farklı birçok sektöre girerek kullanılmaya başlandı (Womack & Jones, 1996) . 1980'lerin başında dünya çapında diğer otomobil üreticilerine kıyasla daha rekabetçi, daha hızlı, daha güvenilir otomobilleri tasarladı (Liker, 2004).

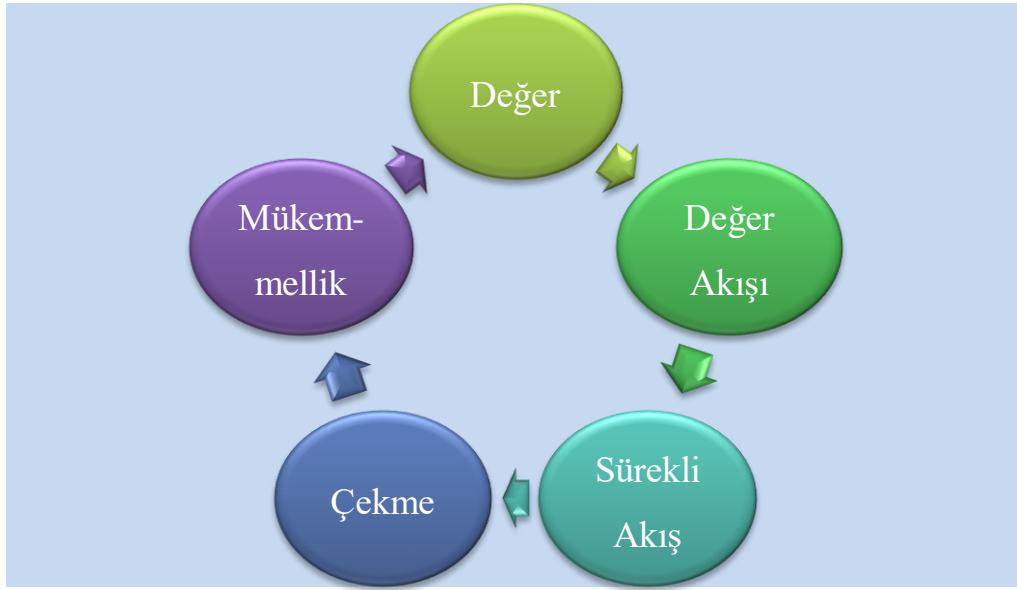
I. Dünya Savaşı'ndan sonra Henry Ford (Ford) ve Alfred Sloan (General Motors), geleneksel üretimi doğrultusunu yüzyıllarca devam eden zanaat üretiminden seri üretime çevirdi (Jones & Roos, 1990). Böylece ABD' nin global ekonomik hükmünü ele aldı. Yalın Düşünme kavramının kökleri Toyota'nın Üretim Sistemine (TPS) yani otomotiv endüstrisine dayanmaktadır. İkinci Dünya Savaşı sonrası döneminde Japonya'da, şirketin değerlendirmesinin sonucu Taylor'un seri üretiminin yetersiz olduğunu görmesi ve yeniden gözden geçirilmesi gerektiğini göstermesinin ardından yeni bir üretim felsefesi ortaya çıktı (Ahrens & Thorsten, 2006). 1950'lerde yetenekli Japon mühendisler olan Ohno ve Shingo'nun çalıştığı Toyota Motor Company tarafından yalın üretim ilkeleri geliştirilip başarıyla uygulandı. Japonya'nın ekonomik gücünün yükselişi, diğer Japon endüstrilerinin Toyota'nın sistemini kopyalaması şeklinde hızlı bir şekilde devam etti. TPS' nin gelişimi, Amerikan seri üretim endüstrisinin birçok araştırmasıyla basitleştirildi ve Japon endüstrisi ödünç almaya ve daha sonra birkaç konsept geliştirmeye başladı. Ohno ve Shingo, Henry Ford'un zanaat üretimi ve seri üretim özelliklerini içeren akış tabanlı üretim yönetimini takip eden Toyota Üretim Sistemini (TPS) geliştirdi (Kim , 2002). Şirket, otomobil mal ve hizmetlerinin üretim ve tüketim verimliliğini artırmak için belirli stratejiyi açıklamaktadır (Sarhan, Xia, Fawzia, & Karim, 2017). Toyota Üretim Sistemi, Toplam Kalite Kontrolü (TQC) ile birlikte uygulandı ve israfı ve israfa neden olan üretim kusurlarının nedenlerini azaltmayı hedefliyordu (Anvari , İsmail, & Hojjati, 2011).

Yakın zamana kadar Yalın Üretim, geleneksel olarak yüksek hacimde üretim, az çeşitli ürün, müşteri etkileşimi düşük ve talep dalgalanması da düşük olan işletmelerde yapılmıştır (Hines, Holweg, & Rich, 2004). Bununla birlikte yalın algısı değişmiş ve yalın geleneksel üretim bakış açısının ötesinde yeni alanlarda başarıyla uygulandı.

1940'ların sonunda Ohno'nun amacı israfı ortadan kaldırırken üretim maliyetini düşürmektir. Bu konsept, TPS'nin temel ilkelerini oluşturdu ve sistemin iki temelini belirleyerek daha da geliştirildi. Ohno üretim maliyetini düşürmek için JIT (tam zamanında üretim), çekme sistemi, andon, takım çalışması ve esnek iş gücü gibi yalın uygulamalar geliştirdi. TPS, Shigeo Shingo tarafından daha da geliştirildi. Ohno ve Sabonski tarafından aktarıldığı üzere, Shingo, sürekli süreç iyileştirme yöntemiyle israfı ortadan kaldırma şeklini tanımlayan Toyota Üretim Sistemi (TPS) için ilkeleri ve prensipleri geliştirmiştir (Mustafa, 2020).

Yalın, daha önceki üretim sistemlerine göre daha az zamanda, daha az alanda ve daha az çalışarak daha fazla ve daha iyi araç üretebilen bir üretim sistemi biçimini adlandırmak için kullanıldı. Bu şekilde israfın en aza indirilmesi yalın üretim felsefesinin yapı taşı olma özelliğini taşıyor. Herhangi bir gereksiz işlem, fazla çalışma, boşa çalışan işçiler vb. birçok kavram bu tanımlamaya girer. Orada yalın üretimi; bünyesinde gereksiz unsur bulundurmayan işçilik, hata, üretim alanı, maliyet, müşteri memnuniyetsizliği gibi durumların en aza indirildiği üretim sistemi olarak açıklamaktadır. Başlangıçta, TPS kurucusu Ohno yalın üretim, yaptıkları şeyin, müşterinin sipariş verdiği tasarımı anından ürün teslim anına kadar zaman çizelgesine bakarak ve bu süreyi mümkün olduğunca kısaltarak bu değeri olmayan atıkları ortadan kaldırma olarak tanımladı. Liker, yalın bir işletmenin TPS'yi bir işletmenin bütün kısımlarına uygulamanın sonucu olduğunu söyler. Womack, Jones ve Roos (1990) beş aşamalı bir süreçten söz eder: Yalın düşüncenin beş ana ilkesi vardır (Jones & Roos, 1990):

- 1) müşteri değerini tanımlar
- 2) değer akışını tanımlayın
- 3) akışını sağlayın,
- 4) müşteriden çekin
- 5) mükemmellik için çabalayın.



Şekil 2.1. Yalın düşünce beş temel ilke.

1991'den beri, James Womack ve ekip arkadaşları, TPS'yi örnek bir model olarak önererek Lean Production System'i (LPS) teorik olarak tanımladı ve tanıttı. LPS, Womack ve Jones'un (1984) "Lean Thinking" kitabında formüle edilen yalın yaklaşıma odaklandı. (Kim , 2002).

Koskela (1992)'de bir rapor yayınladı. Koskela'nın Stanford raporunda inşaat endüstrisinde "yeni üretim felsefesi" olarak adlandırdığı şeyin uygulanabilirliği üzerine yaptığı ilk tartışmaları içerir. "Yalın inşaat" terimi, 1993 yılında Finlandiya'da düzenlenen yalın inşaat konusundaki ilk konferansta Uluslararası Yalın İnşaat Grubu tarafından tanıtıldı (Alarcon, 1997). Rapor, yalın düşünmeye dayalı ilk filizlerdi, yalın kavramsal bir anlayış oluşturmanın yanı sıra inşaat bağlamında başarılı pratik uygulamalar tasarlamayı amaçlayan çeşitli araştırmalar gerçekleştirildi. Yapının üretim işlevi hakkında bazı önemli kavramları ve ilkeleri ortaya koydu.

Koskela (1992), bu raporda geleneksel dönüşüm üretim sisteminin akış üretim sisteminin yeni yalın konseptine geçmesi gerektiğini vurgulamıştır. Böylece inşaat endüstrisinde verimlilik artacaktı. Burada asıl odak noktası girdileri çıktılara dönüştürmek ve dönüşüm sürecinin kendisinin tipik olarak hiçbir yönetimi olmadan. Ayrıca, inşaat yönetiminin kavramsal modelleri ile projelerde gözlemlenen gerçeklik arasındaki uyumsuzluğun, mevcut İnşaat Yönetimi yapılarındaki sağlamlık eksikliğinin altını çizdiğini ve inşaatta kapsamlı bir üretim yönetimi teorisine duyulan ihtiyacı işaret ettiğini belirtti (Abdülhamit & Salem, 2005).

Koskela, israfı tanımlarken "bir bina inşa edilirken lazım olandan daha fazla miktarlarda malzeme, ekipman, işçilik veya sermaye sarf etmeye neden olan herhangi bir verimsizlik olarak tanımlamıştır. İsrافی tanımlamanın basit yollarından biri, müşteri değerini düşürmeden gereksiz olanın ortadan kaldırılabilmesi.

Koskela, üretim faaliyetinin birbirini takip eden dört süreçten meydana geldiğini düşünmektedir: taşıma, bekleme, işleme ve denetim. Bu inşaat üretim süreçlerini dört aşamaya ayırarak her bir sürecin değer yaratıp yaratmadığını tespit etti. İnşaat üretim sürecini en iyi hale getirmek için, taşıma, bekleme ve denetim gibi değer sağlamayan gereksiz aşamaların azaltılması ve verimliliğin en üst mertebeye çıkarılması gerekiyordu (Kim , 2002).

2.1. Yalın Üretim

Yalın üretim, çeşitli israf türlerini ortadan kaldırarak üretimde istikrarlı bir düzelme ve gelişmeyi hedefler (Lee, 1999). Sonuç olarak, atıkların elimine edilmesi ve işçi kullanımının en üst düzeye çıkarılması, yalın üretimin temel özellikleri haline geldi. İnşaat, hem diğer endüstrilerden girdileri satın alarak hem de ürünleri neredeyse bütün diğer endüstrilere tanıtılarak diğer birçok endüstri üstünde büyük ve doğrudan bir tesire sahip olduğundan, atıkları ortadan kaldırmak veya en azından azaltmak, topluma büyük maliyet tasarrufu sağlayabilir (Arditi, Akan, & Gurdamar, 2006). Bu kavram batıda "yalın düşünme" terimiyle benimsenmiştir (Womack & Jones, 1996). Japon otomobil üretimi Toyota'nın üretim sisteminden kaynaklanan ve genellikle Yalın Üretim olarak adlandırılan bu konsept sürekli olarak geliştirilmektedir.

Yalın üretimin temel kavramlarını Ohno şu şekilde açıklamıştır:

- Çekmeli üretim.
- Değer katmayan faaliyetleri ortadan kaldırarak israfı en aza indirmek.
- Hataları, olduğu kaynağında belirleyip hallederek işleri ilk aşamada doğru yapmak.
- Sürekli iyileştirme (Kaizen).
- Tedarikçilerle uzun vadeli ilişkiler kurmak.
- Çeşitli miktarlarda çeşitli mallar üretebilme.
- Takım çalışması.

Liker geleneksel otomotiv firmaları ile Toyota arasındaki farkı, performansları ile problem çözme ilkeleri, insanlar ve ortaklar, süreçler ve kurumsal felsefe arasındaki farkı vurguladı (Mustafa, 2020).

Yalın üretimin 14 temel prensibi aşağıdaki şekilde belirtmiştir (Liker, 2004):

1. Yönetime dair planlarınızı uzun vadeli şekilde oluşturun.
2. Problemlerin ortaya çıkması için kesintisiz bir süreç akışı oluşturun.
3. Fazla üretimden sakınmak için çekme sistemi kullanın.
4. İş yüklerini aşamalara bölün.
5. Kaliteyi en baştan sağlamak için problemleri çözmek için bir durdurma kültürü oluşturun
6. Standartlaştırılmış görev ve süreçler, sürekli iyileştirme, gelişmenin ve çalışanların yetkin hale getirilmesinin temelidir.
7. Görsel kontrolleri tüm sorunları meydana çıkartacak doğrultuda kullanın.
8. Yalnızca insanların ve süreçlerinize yardım edecek, güvenilir ve doğrulanmış teknolojiyi kullanın.
9. İşin derinine inebilecek, bu felsefeyi anlayıp yaşayan ve diğerlerine öğreten liderler yetiştirin.
10. Şirketinizin felsefesini izleyen sıra dışı insanlar ve ekipler meydana getirin.
11. Tedarikçilerinizi zorlayarak ve daha iyi olmalarını sağlayarak onlara saygılı davranın.
12. Durumu çözmek için gidip kendiniz bizzat görün.
13. Kararlarınızı tüm alternatifleri düşünerek acele etmeden doğru olarak alın, aldığınız bu kararları hemen uygulamaya geçirin.
14. Olduğu gibi yansıtma ve sürekli iyileşme yöntemiyle öğrenen bir yer olun.

Yalın üretim, ürün ve hizmet oluşturma aşamasını israflardan arındırıp yalınlaştırarak sunulan değeri en iyi hale getirip ve bu yöntemle firma kazancını arttırma hedefini üstlenen kavram, sistem ve teknikler bütünüdür (Lean Enterprise Institute, 2021). Yalın yapı felsefesi, kökenini yalın üretim konseptinden ve özellikle Toyota Üretim Sisteminden alır (Sarhan, Xia, Fawzia, & Karim, 2017). Yalın düşüncenin 5 temel prensibi aşağıda açıklanmıştır (Womack & Jones, 1996).

2.1.1. Değer

Değer TDK' ya göre "bir şeyin önemini belirlemeye yarayan soyut ölçü, bir şeyin değdiği karşılık, kıymet" olarak tanımlanmıştır (TDK, 2021). Yalın düşüncede değer; müşterinin isteğine, talebine uygun olacak şekilde üretici tarafından oluşturulan, belli bir zamanda, belli bir fiyatla müşteriye hizmet olarak tanımlanmıştır. Değer yaratan eylemleri en iyi şekilde sıralayarak, talep olduğunda sıralanan bu faaliyetleri tam olarak uygulamak ve süreçte daha da etkili şekilde yapma hedefli bir sistem olarak tanımlanmıştır.

Yalın düşüncenin ilk adımı değer tanımlaması ile başlar. Değer yaratma tasarımı başlayıp üretimle devam eder. Satıştan sonra müşteriye sunulur ve tamamlanır (Şahin & Akolaş, 2020). Yalın üretimde süreçler ve faaliyetler; değer katan veya değer katmayan şeklinde müşteriye göre oluşturulur (Kennedy & Brewer, 2006). Yani değeri üretici üretirken müşteri tanımlar. Bu kavramı sadece müşteri oluşturur çünkü değeri yaratan üreticiler genellikle doğru tanımlayamazlar (Lean Enterprise Institute, 2021). Bu yüzden değer belirlenmesi aşamasında önce müşteri ihtiyacı ve beklentisine göre ilerlemeyi ve gereksinimleri karşılamayan özellikleri ortadan kaldırma hedeflenir. Müşterinin gözünden görüldüğü biçimde tekrar düşünmektir (Womack & Jones, 2003). Satışların arttırılmasında en doğru yaklaşım ise, değer iyi biçimde tanımlanmasıdır (Şeker, 2016).

Yalın üretimin aksine geleneksel kitle üretiminde amaç tanımlanırken müşteriye değer göz ardı edilmiştir. Bu ilke ile geleneksel inşaat sürecinde iyileşmeler bu ilkeyle sağlanacaktır. Kusurlu ürün veya hizmetin iyi şekilde üretilmesi veya kusursuz ürünün olması gerektiğinden önce üretilmesi israf kavramını doğurur. Değer ise kusura neden olan tüm israflardan kurtulmayı hedef alan bir sistemdir. Bu yüzden yöneticilerin değeri tanımlamaları, müşteri perspektifinden bakarak mükemmellik arayışı içinde olmaları gerekmektedir.

2.1.2. Değer Akışı

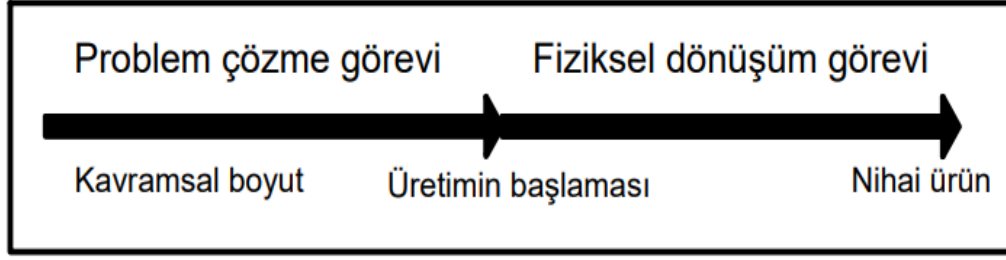
Yalın üretim sisteminin ikincisi olan değer akışı; hammaddenin ürüne dönüştürülmesi aşamasında, ilk üretim biriminden başlayıp müşteriye ulaşana kadar geçen süreyi kapsar (Aydın, 2015). Değer akışı ürüne veya hizmete değer katan ve katmayan tüm faaliyetleri kapsar (Çanakçıoğlu, 2019). Tek tek prosesler üzerinde değil, bütün şekilde prosesler üzerinde çalışmak bütünü iyileştirmektir (Türkan, 2010). Her bir ürün için geçerli olan temel akışlar ise ham maddeden müşteriye üretim akışı ve ürün geliştirme sürecidir (Rother & Shook, 1999). Belirleyici araçlardan biri, süreçlere genel bir bakış veren ve süreç iyileştirmelerini gösteren değer akış haritalamadır (VSM) (Morlock & Meier, 2015). Böylece bütün ürün akışına görsel olarak ulaşmak mümkün olmaktadır. Yani ürün oluşturulurken tüm gerekli işlemler tanımlanır ve değer akış haritası oluşturulur.

Değer akış haritaları oluşturulduktan sonra akış yolları üzerindeki israflar belirlenir ve israfların kaldırılması için gerekli çalışmalar yapılır. Her adım diğerinden ayrılarak iyileşme yapılabilir ya da bir bütün olarak da olabilir. Değer zincirinde yer alan sürecin tümü üzerinde iyileştirmeler yapılmasına Japonca “kaikau” denilmektedir (Womack & Jones, 1998).

Üretimde 3 tip aktivite vardır (Womack & Jones, 2003) ve (Lean Enterprise Institute, 2021)’den derlenmiştir:

- Müşterinin istediği ve algıladığı şekliyle fiilen değer yaratan adımlar,
- Değer yaratmayan fakat olması zorunlu işler,
- Müşteri için değer yaratmayan ve kaçınılabilir adımlar (hata, tamir vs.)

Değer akışı diyagramlarının oluşturulur. Diyagram incelendiğinde değer yaratmayan aktiviteler yani israflar tespit edilmektedir. İsrâf, zaman ve kaynakların çoğunu tükettiği görülür. Böylece iyileştirme yapılacak potansiyel noktalarda tespit edilerek önlem alınır. Değer tanımlanıp israflar ayıklandıktan sonra gerideki değer yaratan aşamaların peşi sıra sürekli akış halinde gerçekleştirilmesini sağlamak hedeflenir. Değer akış süreçleri aşağıdaki şekilde belirtilmiştir.



Şekil 2.1. Değer akış süreçleri.

Şantiyelerdeki insan, malzeme ve ekipmanların fiziksel akışını yönetmek, üretim planlama ve kontrol sürecinin bir parçası olarak ele alınmalıdır (Alves & Formoso, 2000). Başka bir ilgili çalışmada Elfving ve arkadaşları elektrik anahtarlama donanımı gibi belirli bileşenler için teslim sürelerinin azaltılmasını incelemiştir. Sonuçlar, uzun teslim sürelerinin çok sayıda tasarım yinemesinden ve değişiklik siparişlerinden kaynaklandığına işaret etti (Picchi & Granja, 2004).

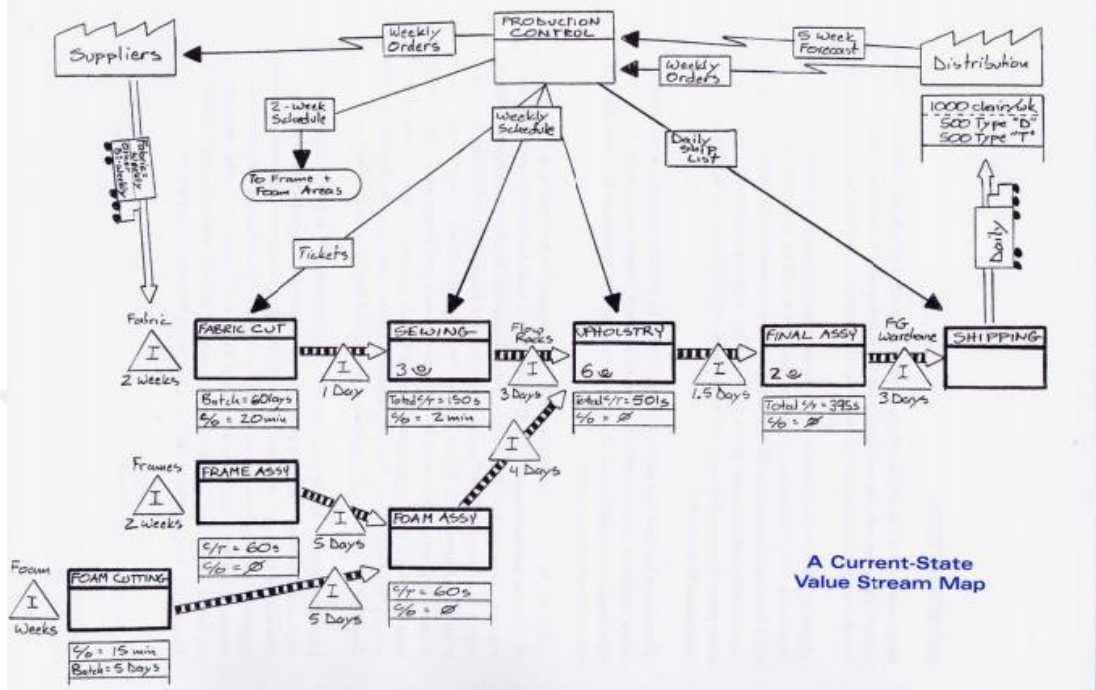
Üretim süreçlerini tasvir etmek için Yalın Düşünme analog aracı, değer akışı haritalandırmasıdır (Rother & Shook, 1999). Bu yaklaşımı benimseyerek, süreç anlayışı geliştirilebilir ve değişkenliği ve israfı azaltma koşulları elde edilebilir (Picchi & Granja, 2004).

Akış oluşturmak için sorunların veya israfların ortadan kaldırılması gerekir. Burada, neyin israf olup neyin israf olmadığını belirlemek için değer akış haritalarına ihtiyaç duyulur (Arleroth, 2011). Değer akış haritaları gereklilik nedenleri aşağıda belirtilmiştir (Rother & Shook, 1999):

- 1) Akışı görebilirsiniz. Üretimde montaj, kaynak vb. tek işlem seviyesinden daha fazlasını görselleştirmeye yardımcı olur.
- 2) İsraftan fazlasını ve israfın kaynağını görmenize yardımcı olur.
- 3) Üretim süreçleri konusundan söz etmek için ortak bir dil oluşturur.
- 4) Akış hakkındaki kararları görünür kılar ki tartışılabilir olsun.
- 5) Yalın kavramları ve teknikleri birbirine bağlar.
- 6) Bir uygulama planının temelini oluşturur. Akışın nasıl işleyeceğini tasarlamana yardımcı olur.

7) Bilgi akışı ile malzeme akışı arasındaki bağlantıyı gösterir.

8) Değer akışı haritalama, akış oluşturmak için tesisinizin nasıl çalışması gerektiğini ayrıntılı olarak açıkladığınız niteliksel bir araçtır.



Şekil 2.3. Değer akış harita örneği (Rother & Shook, 1999).

2.1.3. Sürekli Akış

Yalın üretim ilkesinin üçüncüsü ise sürekli akış oluşturmaktır. Müşteri için değer tanımlandıktan ve değer akış haritası çıkarılıp israfa yol açan adımlar yok edildikten sonraki yalın düşüncenin bir sonraki aşama, değer yaratan adımların akışının sağlanması aşamasıdır (Womack & Jones, 2003). Akış tanımı, hammaddeden başlamak üzere ürünlerin bitimine kadar geçen sürenin kısaltılmasıdır, bu da en iyi kalite, ekonomik fiyat ve en hızlı sevkiyat süresi ile sonuçlanır (Movaghar, 2016). Verimli bir ürün akışı sağlamak için, ürünler değer yaratma süreci boyunca kesintisiz akış içinde olmalıdır. Ürün ve üretimden malzemeye ve nakliyeye kadar her aktivite, sorunsuz bir şekilde ilerlemesini sağlamak için dikkate alınmalıdır. Kesintisiz değer akışı, israfı ortadan kaldırma ve yeni ürün veya hizmetler üretme süresinin azaltılması ile ilgilidir (Womack & Jones, 1996). İdeal ürün ham maddeden nihai müşteriye tüm değer akışı boyunca sürekli olarak akıyor olmalıdır. Bu bağlamda uygulanan kavramlar şunlardır: tek parça akış, çok işlevli operatörler ve kontrollü ve standartlaştırılmış ritim (Rother & Harris, 2002).

İşletme, akışın sürekliliğini engelleyecek israfları ortadan kaldırmalı ve değer yaratan faaliyetlerin gerçekleşmesini sağlamalıdır (Türkan, 2010). Sürekli akış sağlanmasın için hiç beklemeden üretip sevk etmek anlamına gelir. Sürekli akışı sağlanmak amacıyla adımların her biri mükemmelleştirilmeli (kaizen), her bir adımın yetkinliğini artırılmalı (6 sigma), tüm makinenin her zaman çalışabilir olması (TPM) ve makine ekipmanının doğru boyutta olması lazım (Henkatr, 2021). İyi düzenlenmiş çalışma alanı sürecin kılmasına ve daha az malzeme taşınmasına sebep olacaktır. Taslak halden ürüne dönüşen süreç ne kadar hızlı olursa akış hızı o kadar yükselir. Akış düşüncesindeki nihai amaç üretim sürecindeki duraklamalarının ve beklmelerinin yok edilmesidir (Womack & Jones, 1996).

Henry Ford ve ortakları, akış ilkesinin potansiyelini tam olarak algılayan ilk kişidir. 1913 yılında Model T otomobilin üretimini yapmak amacıyla gerekli gayreti, son montaj hattında sürekli akış prensibi uygulayarak %90 oranında azaltmıştır (Lean Enterprise Institute, 2021). Daha sonra Model T'nin parça imalatında kullanılan tezgâhları düzgün bir şekilde sıralayıp hammaddeden bitmiş ürünün teslimatına kadar düzgün bir akış sağlamaya çalışarak üretkenlik elde etmiştir (Womack & Jones, Yalın Düşünce, 1998).

Şantiyelerde sürekli akış yaratmak, parçalanmış yapısı, faaliyetlerin düşük standardizasyon modelleri, inşaat ürünlerinin türlerinden biri, vb. nedeniyle büyük bir zorluktur (Koskela, 2000). Klasik kitle üretiminde tasarım, üretim ya da satış faaliyetleri gruplandırılarak oluşturulur. Ürün bu aktiviteler arasında işlem gören diğer ürünler arasında sırasını bekleyerek dolaşmaya başlar. En nihayetinde gecikmeler, sorunlar, geriye dönüşler ve israflar kaçınılmaz olur (Lean Enterprise Institute, 2021). Sürekli akış (Erol, 2014);

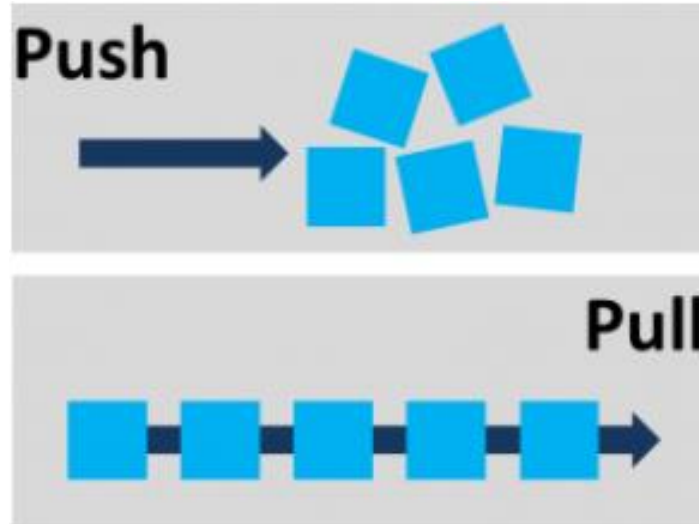
- Verilen emeğin verimini artırır
- Teslim süresini kısaltır
- Daha az hataya sebebiyet verir,
- Üretimi, farklı tipler arasında rahatlıkla kaydırabilir.
- WIP'i azaltır.
- Gerekli zemin alanını daraltır.

Bunların yanında sürekli akış insanların gerçekleştirdiği birçok işe uygulanamayabilir. Başlangıç aşamasında özellikle birçok yönetici tarafından algılanması zor olacaktır (Gökçe, 2006).

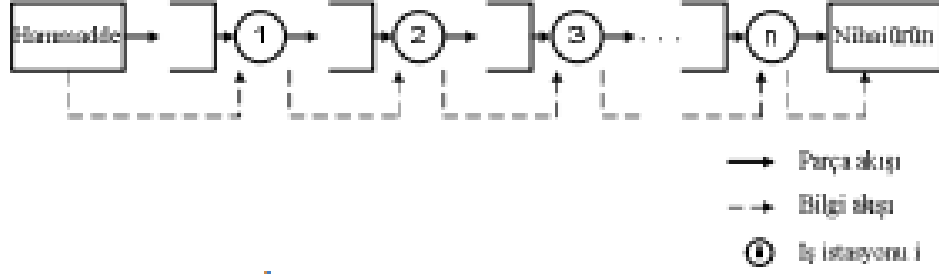
2.1.4. Çekme

Yalın üretim sisteminin dördüncü ilkesi çekmedir. Geleneksel üretim sisteminde sipariş olmasa bile malzemeyi üretim sisteminde geçirerek bir itme sistemi kullanılır. İhtiyacı olmayan ürünlerin itilmesi şeklinde tanımlanır. Üretim gelecekteki talep tahminine göre yapılır. Bu sistemi oluşturmak kolay olsa da fazla envanterlere neden olurlar. Taichi Ohno'ya göre ne kadar çok envanteriniz varsa mutlaka bir eksik parçanız var demektir. Çekme sistemine geçmek birçok kayıpların iyileşmesine katkı sağlayacaktır.

Çekme sisteminde ise müşteri istemediği takdirde hiçbir şekilde önceki aşamalarda ürün veya hizmet üretilmemesidir. Üretim sisteminde bir prodesten diğerine geçerken ürün taşınması sırasında plan doğru şekilde yapılmalıdır. Ürünlerin ihtiyaç olmadığı halde prosese taşınması itme sistemini gösterir. Çekme müşteri talebiyle başlar, müşteriye ulaşana kadar geçecek olan aşamaları bir öncekinden talep etmesiyle üretimi başlatmak biçiminde uygulanır. Yani üretim birimi, bir sonraki üretim biriminin ihtiyacı olan ürünü kendinden talep edilen miktarda ve zamanda üretir. Bu şekilde gereksiz stoklama işleminin önüne geçilmiş olur (Womack & Jones, 1998). Gereksiz ve istenmeyen üretim sonucunda ortaya çıkan bozuk ürünler ve hurda engellenmiş olur. İtme ve çekme sistemlerinin farkı aşağıdaki görselde gösterilmiştir.



Şekil 2.4. İtme ve çekme sistemlerinin karşılaştırılması (Allaboutlean 2021)



Şekil 2.5. İtme sisteminde parça ve bilgi akışı (Altun & Göleç, 2011).

2.1.5. Mükemmellik

Mükemmellik kavramı “sürekli iyileştirmeler” şeklinde ifade edilebilir. Yalın düşünce, “iş doğru yapmak” yerine “doğru işi bir defada yapmak” vurgusu yapar. Mükemmelliğe tamamen ulaşılması mümkün değildir çünkü israf tümüyle yok edilemiyor. Bu yüzden ulaşılabilecek en yüksek performansa varmayı hedefler. Yalın üretimde sürekli iyileşme “kaizen” felsefesi ile ifade edilir. Gelişmeler küçük ama emin adımlarla sağlanır. Her adım diğerinden soyut bir şekilde iyileştirilir ve mükemmelleştirilmeye çalışılır.

Eğer bir bütün olarak iyileştirme ve mükemmelleştirilmeden bahsediyorsak “Kaikau” felsefesi ile ifade etmemiz gerekir. Sıfır kavramı mükemmelliğin anahtar kavramı olarak görülür. Fakat bu kavram hataları bulup gidermek için bir yaklaşımdır. Bu yüzden bu kavram hiç kusursuz olarak değerlendirilemez. Yalın Düşünmenin bilimsel ve dönüşümlü bir yöntemle, doğrudan işlevsel hiyerarşinin temelinde sürekli öğrenmeye ve iyileştirmeye odaklandığını belirtmek önemlidir (Spear & Bowen, 1999). Bu stratejiyle, sorunlar verimli bir şekilde tespit edilir ve hızla çözülür. Bu nedenle, kaliteli programların başarılı bir şekilde uygulanması durumunda bile, yalın kavramlara dayalı ek unsurların gerekli olduğu, dolayısıyla sürekli iyileştirme ve öğrenme ortamının gerçekleştirildiği belirtilebilir (Picchi & Granja, 2004).

2.2. TFV ÜRETİM TEORİSİ

Tarihte üç farklı üretim kavramsallaştırmasının iddia edildiği ve uygulandığı görülmektedir. İlki üretim çıktılarını dönüşümdür. İkincisi üretimi, dönüşümün yanında bekleme, inceleme ve hareketli aşamaların olduğu bir akıştır. Üçüncüsü üretimi müşteri ihtiyacına yönelik bu doğrultuda ürünler üretmektir (Bertelsen & Koskela, 2002).

Koskela ve Howell, genel olarak proje yönetiminin ile inşaat yönetimini desteklerken bilhassa planlama, yürütme ve kontrol paradigmalarıyla ilgili eksikliklerin fazla olduğunu iddia etmişlerdir. Koskela ve Howell proje yönetimini güçlendirmek için organizasyon olarak planlama eylem / dil perspektifi ve bilimsel deney modelinin mutlaka gerekli görülen bileşenler olduğunu iddia etmişlerdir (Abdülhamit & Mohamed, 2008).

Koskela, çalışmasında üretim sisteminde zamanla göstermiş olduğu gelişmelerle aşamaların yapılarını 3 başlık altında toplamıştır. Girdilerin çıktıya dönüştürüldüğü malzeme, bilgi akışı, dönüşüm ve müşteri için değer üretme aşaması TFV olarak adlandırıldı (Akil, 2019).

Koskela, üretimin üç tamamlayıcı biçimde olduğu 'TFV' üretim teorisini şöyle açıkladı: hammaddelerin duran yapılara dönüşümü (T), hammaddenin akışı (F) ve birçok üretim süreçleri yöntemiyle bilgi, ve değer kaybının bertaraf etme yoluyla sahipler için değer (V) üretimi ve oluşumu (mümkün olan en iyiye karşı gerçekleşen sonuç) (Abdülhamid & Salem, 2005). TFV üretim teorisinin faydası, üretimi kurgulamaya, düzeltmeye, kontrol etmeye ve geliştirmeyi meydana getirmektedir.

Dönüşüm görüşünde üretim, girdilerin çıktılara dönüşümü olarak belirlenmiştir. Dönüşüm görüşü, bir üretimde gerekli görevlerin hangileri olduğunu anlamada ve bunları uygulamada etkilidir. Fakat kaynak israfından kaçınılma şekli veya müşteri ihtiyaçlarının mümkün olduğunca çok iyi şekilde karşılanmasını sağlamada bilhassa katkı sağlamaz. Geleneksel üretimde, bu yüzden verimsiz bir şekilde ve etkisiz hale dönüşme eğilimindedir. Gereksinim duyulan şey, dönüşüm, akış ve değer konseptleriyle tamamen bütünleşen bir üretim kavramı ve ilgili araçlardır.

1993 yılından bu zamana, yalın inşaat çalışmalarına iki temel kavram hakimdir. Biri Koskela'nın Dönüşüm-Akış-Değer teorisi, bir diğeri Ballard ve Howell'in Son Planlayıcı üretim kontrolü yöntemleridir (Lean Enterprise Institute 2021). Koskela'ya göre üretim sistemleri üç ana amaca ulaşmak maksadıyla oluşturulmuştur (Koskela, 2000):

- Ürünün teslimini sağlayın
- En üst düzeyde değer çıkarın
- İsraf miktarını en aza indirgeyin

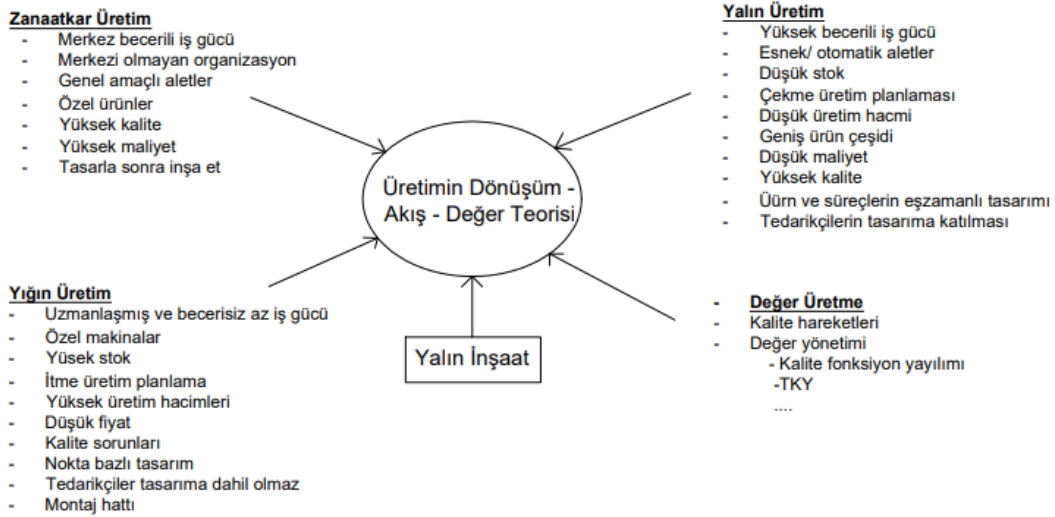
Aşağıdaki tabloda TFV Üretim Teorisi özetlenmiştir (Koskela, 2000):

Çizelge 2.1. TFV üretim teorisi.

	Dönüşüm görünümü	Akış görünümü	Değer yaratma görünümü
Üretimin kavramsallaştırılması	Girdilerin çıktılara dönüşümü olarak	Dönüşümden, incelemeden, taşımadan ve beklemelerden meydana gelen bir malzeme akışı olarak	Müşteri için değer, ihtiyaçların karşılanmasıyla oluşturulduğu bir aşama olarak
Ana prensip	Verimli bir üretim gerçekleştirmek	İsrafın elimine edilmesi (değere katkısı olmayan faaliyetler)	Değer kaybının bertaraf etmek
Yöntemler ve uygulamalar	İş kırılım yapısı, MRP, organizasyonel sorumluluk şeması	Sürekli akış, sürekli iyileştirme	Gereksinim yakalama, kalite işlevi dağıtımı için yöntemler
Pratik katkı	Yapılacak şeyin ne olduğuna dikkat etmek	Gerekli olmayan faaliyetlerin mümkün olduğunca az yapılmasını sağlamak	Müşteri gereksinimlerinin olabildiğince en mükemmel şekilde karşılanmasına sağlamak
Görünümün pratik uygulaması için önerilen isim	Görev yönetimi	Akış yönetimi	Değer yönetimi

Liker TPS araştırmasını yaptığında, sistemin tekniklerini ve araçlarını ve genel olarak Toyota'nın yönetimini yönlendiren 14 temel ilkeyi buldu. Bu ilkeler dört bölüme ayrıldı: felsefe, süreç, insanlar ve ortaklar, problem çözme (Liker, 2004). Bu kavramlar TPS'nin dört P'si olarak adlandırılmaya başlandı.

Aşağıda Üretim ve Yalın İnşaatın yeni TFV teorisi görülmektedir (Abdelhamid, 2004).



Şekil 2.6. Yeni TFV teorisi.

2.3. YALIN VE SÜRDÜRÜLEBİLİRLİK İLİŞKİSİ

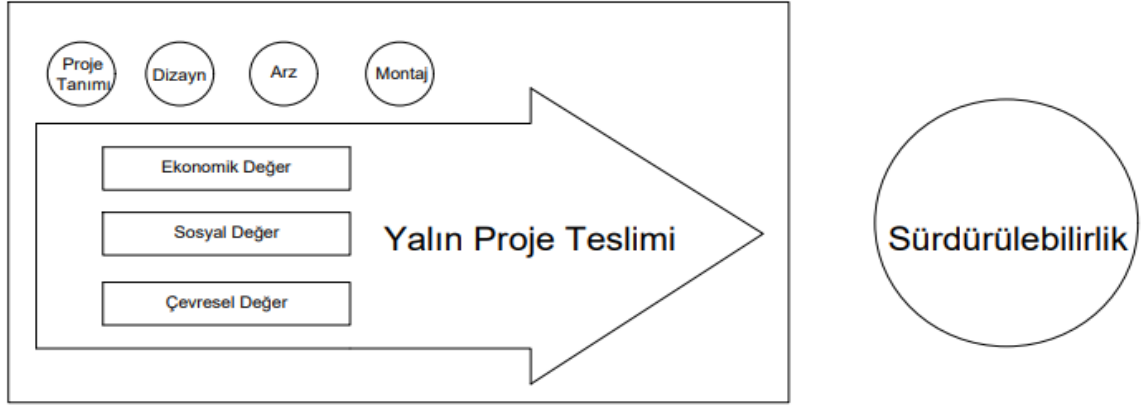
Yalın inşaat ortaya çıkan zorluklarla başa çıkmaya odaklanırken, bazı araştırmalarda yalın inşaatı bir projenin tüm yaşam döngüsü bakış açısından incelemiştir. Yalın felsefelerin ve yalın inşaat yöntem ve araçlarının sürdürülebilir inşaat için büyük olasılıklara sahip olduğu öne sürülmüştür (Huovila, 1998). (Huovila, 1998) yalın inşaat sürdürülebilirlik hedeflerini aşağıdaki gibi açıklamışlardır.

- Atıkların (malzeme) ortadan kaldırılması - kaynak tüketiminin ve kirliliğin en aza indirilmesi
- Müşteriye Değer Katmak - iş ve çevresel mükemmelliği eşleştirirken kaynak tüketimini ve kirliliği en aza indirir.

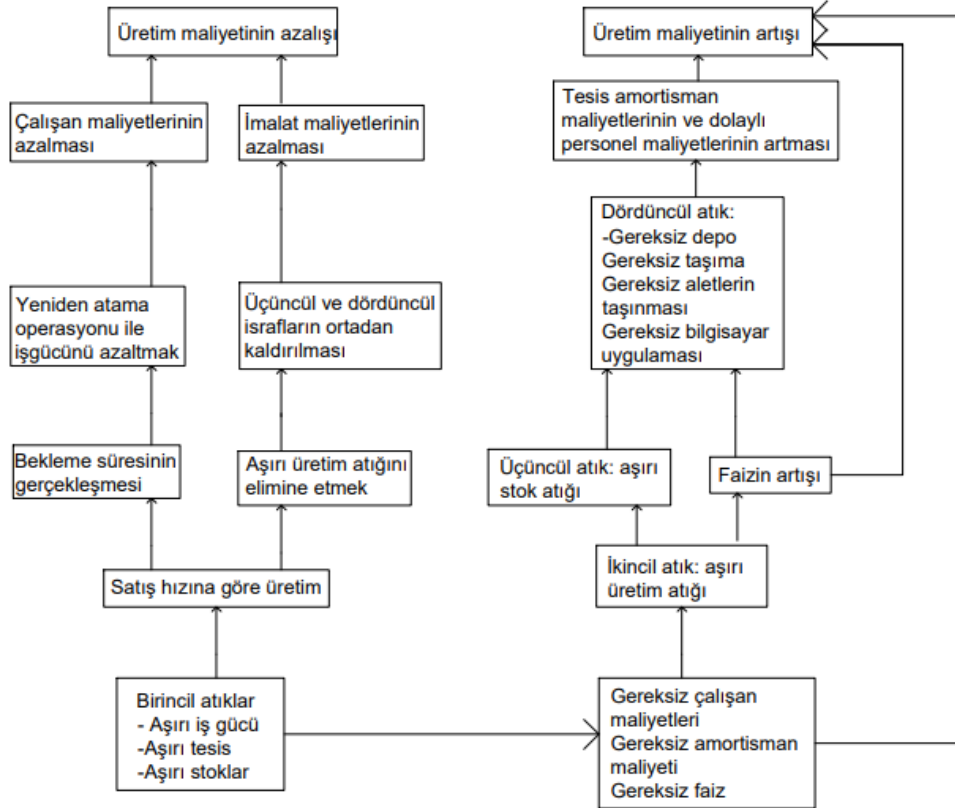
Bazı araştırmalar ekonomik, sosyal ve çevresel açılardan yalın inşaat yöntemleri ile sürdürülebilir inşaat arasındaki ilişkiye odaklanırken, çoğu çalışma ilk maliyetleri

düşürmenin ve israfı ortadan kaldırmanın bir yolu olarak yalın inşaat yöntemlerine odaklanmıştır (Jin-Woo Bae, 2007).

Aşağıda yalın ve sürdürülebilirlik arasındaki ilişki gösterilmektedir. LPDS'nin dört aşaması yalın süreci göstermek için kullanılır (Jin-Woo Bae, 2007).



Şekil 2.7. Yalın ve sürdürülebilirlik arasındaki ilişki.



Şekil 2.8. İsrafı ortadan kaldırma ve maliyet düşürmeyi başarma süreci.

Toyota Üretim Sisteminin temel amacı maliyet düşürmek veya üretkenliği artırmaktır. Aşırı stok ve aşırı iş gücü gibi çeşitli israfların elimine edilebilmesi için maliyet ve indirme verimliliği artırma sağlanır. Bu bağlamda maliyet kavramı çok geniştir. Satışlardan geçmişte, şimdi ve gelecekte boşaltılan bir kâr elde etmek esasen nakit harcamadır. Bu nedenle, Toyota Üretim Sistemindeki maliyetler yalnızca üretim maliyetlerini değil, aynı zamanda satış maliyetlerini, idari maliyetleri ve hatta sermaye maliyetlerini de içerir (Monden, 2012). Yukarıdaki şekilde israfı ortadan kaldırma ve maliyet düşürmeyi başarma sürecini göstermektedir.



3. YALIN İNŞAAT

Yalın, ekip çalışmasının verimini arttırmak ve yükleri tedarik zincirleri boyunca değiştirme istekliliğini destekler. Ortalık ilişkileri yalın düşünme ile birleştiğinde uygulamayı hızlandırır. Yalın yapının ilk amacı, üretimin altında yatan “fiziği”, tedarik ve montaj zincirleri boyunca bağımlılık ve çeşitliliğin etkilerini tam olarak anlamak olmalıdır. Bu fiziksel sorunlar, ekip çalışması, iletişim ve ticari sözleşmelere odaklanma eğiliminde olan mevcut uygulamada göz ardı edilmektedir (Howell, 1999).

Yalın üretimin bir endüstriyel verimlilik metodu olarak yayılmasının sonrasında getirdiği olumlu özellikleriyle diğer birçok sektöre yol göstermiş ve kendine yer edinmiştir (Tokat, 2015). Yalın üretim tekniklerinin yapım süreci özelliklerine göre uyarlanması ve bu uyarlamaların verimi artırmak üzere yapım sürecinde uygulanması Yalın İnşaat (Lean Construction) olarak adlandırılır. Müşteri gereksinimlerine cevap veren, olması gerektiği zamanda teslimi sağlamak, düşük maliyette yüksek kaliteli ürün çıkarmak bütün projenin hedefidir. Yazarların tanımladığı diğer bir tanım ise şudur: Sözleşme düzenlemelerinde, ürün tasarımında, yapım süreci tasarımında sistematik, sinerjik ve sürekli iyileştirmeler yoluyla tüm paydaşlar için değeri en üst düzeye çıkarma amacına sahip bütünsel bir tesis tasarımı ve teslimat felsefesi ve yöntem seçimi, tedarik zinciri ve saha operasyonlarının iş akışı güvenilirliği (Abdelhamid, Mohamed, El-Gafy, & Salem, 2008).

İnşaat sektörü, sürekli proje üretmeye, geçici üretim takımları kurmaya kısa vadeli tedarik sistemi geliştirmeye dayanmaktadır (Lean Enterprise Institute, 2021). İnşaat işi işbirliğine dayalı çalışma gerektiren ve birçok görevi aynı anda yerine getiren mobil ve geçici bir iştir (Diren, 2020). İnşaat sektörü üretim içeren bir alan olduğundan dolayı yalın düşüncenin inşaata uyarlanabileceği düşünülmeye başlanmıştır.

1993 yılında Uluslararası Yalın İnşaat Grubu bir toplantı yaparak başlangıcını sağladı. Daha sonra inşaat uygulamaları dünyaya yayılmaya başlamıştır. 1997 yılında Amerika’da Lean Construction Enstitute kurulmuştur. Yalın İnşaat Grubu Türkiye’de 2012 yılında çalışmalara başlamıştır. Amerika’dan uzmanlar ve Türkiye’deki Yalın Enstitü yalın inşaat uzmanları tarafından gerçekleştirilmiştir. Bu şekilde yalın

düşüncenin Türkiye inşaat sektörüne nasıl uyarlanabileceği hakkında çalışmalar yürütülmüştür (Yalın İnşaat, 2021).

Yalın inşaat, ABD'deki Lean Construction Institute'ye göre, güvenilir ve hızlı bir değer teslimi sağlamak için uygulanan, üretim yönetimi odaklı bir proje teslim sistemidir. Minimum maliyette yüksek kalite elde etmeyi hedefleyen bir modeldir.

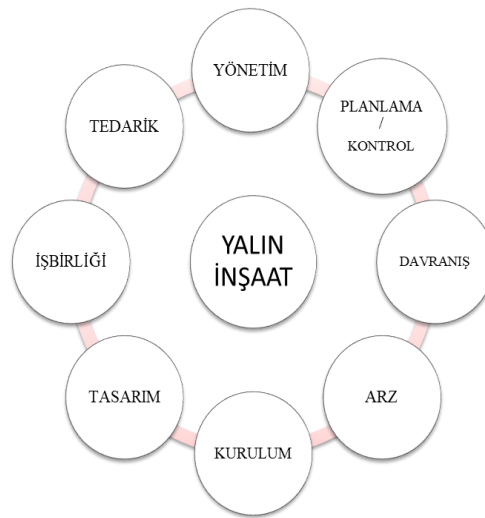
Yalın altında inşaat yönetimi, tipik çağdaş uygulamadan farklıdır çünkü bu (Howell, 1999);

- Teslimat süreci için net bir hedefler dizisine sahiptir,
- Proje düzeyinde müşteri için performansı en üst düzeye çıkarmayı amaçlamaktadır,
- Eşzamanlı olarak ürün ve süreç tasarlar ve
- Proje ömrü boyunca üretim kontrolü uygular.

1990'ların başında yalın düşüncenin gelişmesi ile dünya çapında yalın inşaat ana unsurları şu şekilde belirtilmiştir (Yalın İnşaat, 2021)

- Doğru iş programının o zamanlarda uygulamasının yetersiz kalması
- İnşaattaki üretimin kavranışını sağlamak
- Sürekli değişen uygulama alanında araştırma yapılması ve sonuçların düzenlenerek istenilen kalite ve zamanında teslimini gerçekleştirmek.

Yalın inşaatta şimdiye kadarki gelişmeler ele alındığında, kavramsal çerçeve sekiz alandan oluşmaktadır. Aşağıdaki şekilde görülmektedir (Johansen & Walter, 2007):



Şekil 3.1. Yalın İnşaat Kavramsal Çerçeve.

Aşağıda yalın inşaatın birçok tanımı bulunmaktadır. Bu tanımlar, yalın inşaatın felsefesini ve uygulamasını açıklamaktadır (Marhani, 2013).

Çizelge 3.1. Yalın inşaat tanımları (Marhani, 2013).

Tanım	Yazar
Yalın inşaat, projenin teslimini yapmak için üretim yönetimi esaslı bir yaklaşımdır. Yalın inşaat, yalın üretim hedeflerine uzanır-değeri en yükseğe çıkarın ve israfı en aza indirgeyin - belli tekniklere ve bunları yeni bir proje teslim sürecinde uygular.	Yalın İnşaat Enstitüsü
Yalın inşaat, yalın üretim prensiplerinin, yalın düşüncenin bina alanına pratik uygulamasıdır.	Lukowski (2010)
Yalın; insanların, malzemelerin ve insanların doğru ve düzenli kullanımını oluşturmakla ilgilidir. Bu, şirketlerin maliyetlerini azaltmasına, israfı bertaraf etmesine ve projeleri doğru zamanda teslim etmelerini sağlar. Bu her şeyi düzeltmek demek ve geride kalanı daha çok sıkılamak demek değildir.	Lim (2008)
LC ve Yalın üretim 'çeşitli şekillerde bir dizi teknik, söylem,' sosyo-teknik paradigma 'veya hatta bir' kültürel meta 'olarak anlaşılır.	Green ve May (2005)
Yalın İnşaat, Japon üretim prensiplerinden büyük bir adaptasyon ölçeğidir ve düşünce inşaat sürecine uygulanır.	Bertelsen (2004)
Yalın inşaat, amaç olarak var olan uygulamayla neredeyse aynıdır, her şeyin daha az kullanıldığı alanda müşteri gereksinimlerini daha iyi karşılamaktır.	Howell (1999)
Yeni prensiplerin hızlı şekilde dağılmasını geliştirmek amacıyla yeni üretim felsefesinin faydaları yönünden verimlilik, kalite ve göstergeler pratikte gereğince sağlandı.	Koskela (1992)

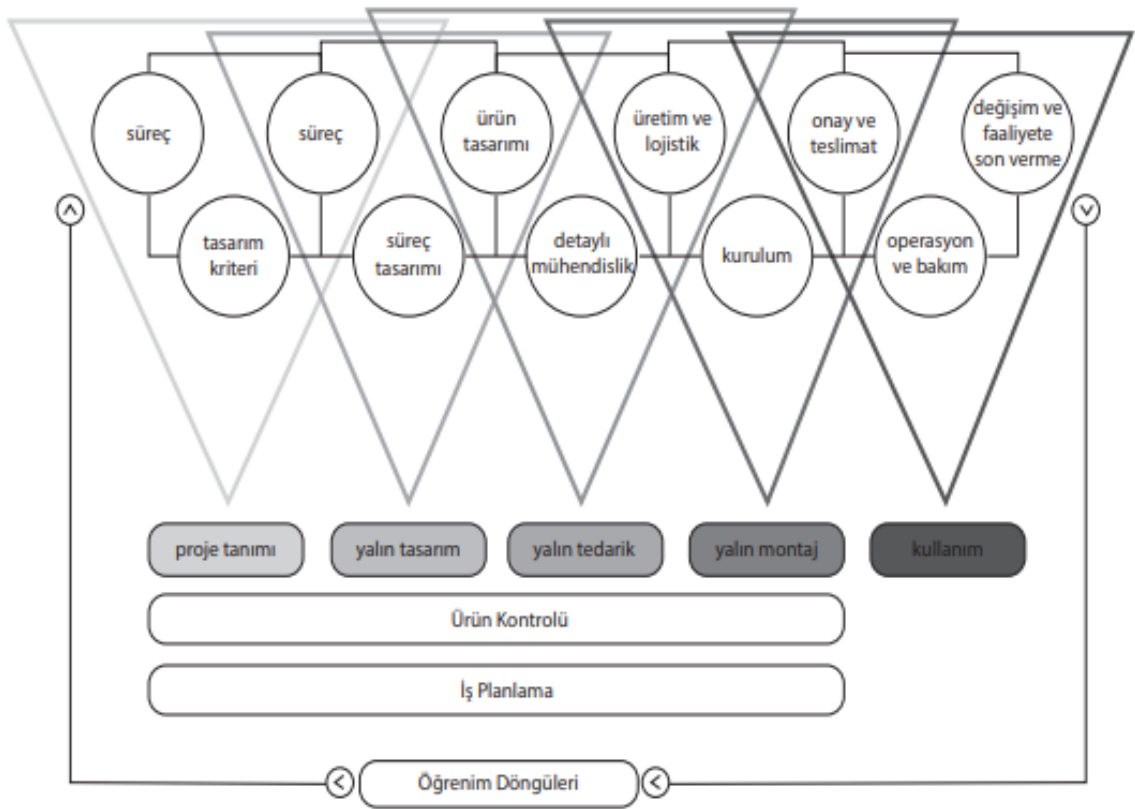
3.1. İNŞAATTA YALIN PROJE TESLİMİ - (LEAN PROJECT DELIVERY SYSTEM) (LPDS)

"Proje teslim sistemi" ifadesi geleneksel olarak projenin sözleşme yapısını belirtmek için kullanılmıştır (Koskela, Howell, & Tommelein, 2002). Geleneksel ve yalın proje

teslimi arasındaki farklara bakıldığında aşama tanımları, aşamalar, her aşamadaki katılımcılar arasındaki ilişki ve ilgidir (Howel, Ballard, & Gregory, 2003).

Yalın proje sistemi, Koskela tarafından önerilen dönüşüm, akış, değer hedefleri doğrultusunda meydana getirilmiş ve geliştirilmiş bir sistemdir. Geleneksel proje teslim sisteminde ise proje teslimi görevini yapar fakat değer artışını da minimum atık sistemini de göz ardı eder (Koskela, Howell, & Tommelein, 2002).

Aşağıdaki şekle göre teslimat sistemi beş aşamadan oluşur. Bu aşamalar; proje tanımı, yalın tasarım, yalın tedarik, yalın montaj, kullanım. Birbiri üstüne binen üçgenler bir seri süreci açıklamaktadır. (Ballard, 2000a). Şekil 10'da gösterilmiştir.



Şekil 3.2. Yalın proje teslim sistemi (LPDS) (Ballard, 2000a).

- Proje tanımı, müşteri ve paydaş amaçlarını ve değerlerini, tasarım konseptlerini içerir.
- Yalın tasarım, konsept tasarım, süreç tasarımı ve ürün tasarımını bütününe alır. Proje tanımı ve yalın tasarım arasındaki köprü, değerlerin, kavramların ve kriterlerin hizalanmasıdır.

- Yalın tedarik, sistemin neyi detaylandıracağını ve üreteceğini ve bu bileşenlerin teslim zamanının bilmesi için ürün ve süreç tasarımını gerektiren mühendislik, imalat ve teslimattan oluşur.
- Yalın montaj fabrikasyon, şantiye montajı ve test içerir.

Aşamaların her biri, kendi yapacağı işin öncesinde ve sonrasında süreçten haberdar şekilde ilerlerler.

LPDS'nin gerekliliği 5 maddede açıklanmıştır (Ballard, 2000a):

- Proje değer üreten bir aşama olarak yönetilir.
- Planlamanın detaylı yapılması ve tasarım aşamasına mal sahipleri eklenerek bilgi eksikliğinden meydana gelen anlaşmazlıklar önlenir.
- İş akışının düzenli ve gelişim yönlü olmasına dikkat eder.
- Stabil olmayan durumları azaltmak için kapasite ve depolama kullanılır.
- Her seviyede geribildirim ağı kullanılır ve sorunlu durumlarda hızlı bir şekilde uyarlanması uygulanır.

Yalın üretim teslim sistemi geleneksel proje teslim sistemine göre daha kapsamlı bir perspektiften bakan, teslim sürecinin başından sonuna kadar sistemli bir şekilde olarak nasıl yapılacağına ilişkin bir sistemdir.

3.2. GELENEKSEL VE YALIN İNŞAATIN KARŞILAŞTIRILMASI

Eji Toyota ve Taiichi Ohno Ford firmasını incelemek için yaptıkları gezi sonucunda bazı kanaate varmışlardır. Geleneksel üretim; genel esnekliğin olmaması, katı bir hiyerarşi içermesi ve maliyet ve zaman kayıplarına neden olması yönünden eksiklikler içermektedir. Günümüzde geleneksel üretim uygulayan şirketler belli başlı sorunlarla karşılaşmaktadır (Lean Enterprise Institute, 2021):

- Karlılığın düşmesi sonucu yeni rakiplerle başa çıkmada zorluk,
- Müşteri gereksinimlerini karşılamakta eksiklik,
- Planlama eksikliği ve bu planları alt birimlere iletme zorluğu,

- PUKÖ (Planla-Uygula-Kontrol Et-Önlem Al) ve Problem Çözme kültüründe zayıflık,
- Yöneticiler, çalışma ve faaliyet alanlarında uzaktan çalışmayı tercih ediyor.
- Sürekli iyileşme (kaizen) felsefesinin olmayışı,
- Hiyerarşik fonksiyonel bir yapının oluşu,
- Çalışanların ortamlarından memnun olmaması ve saygı ortamının olmaması,
- Çalışanlar için beceri geliştirme ve kariyer imkânlarının düşük olması
- Fabrika içindeki üretim akışının karışık ve düzensiz olması
- Kalitede eksiklik

Yalın yapı ilkeleri şunları içerir (Pinch, November 2005)

- Sahipler, mimarlar, tesis kullanıcıları, inşaatçılar, uzmanlık yüklenicileri, alt yükleniciler ve tedarikçilerden oluşan bütünleşmiş ekipler meydana getirmek.
- Proje tasarımını süreç tasarımı ile aynı doğrultuda planlayarak, aynı anda tesisi ve üretim sürecini tasarlamak.
- Kusurlu bir faaliyeti veya çıktıyı inşaat aşamasına eklemek yerine üretimi tamamen durdurmak.
- Karar verme aşamasını merkezden ayırmak, proje katılımcılarına yetki vermek ve ekipten herhangi birinin projenin halini görebilmesi için aşamayı şeffaflaştırmak.
- Proje aşamaları arasındaki tıkanıklıklara sebebiyet verecek şeyleri ortadan kaldırmak amacıyla, iş akışındaki görevler arasında basit, doğrudan bir geçişin gerekli hale gelmesi, açık bir eylem talep etme ve bir yanıt alma yolu.

Aşağıda geleneksel ve yalın üretim arasındaki farklar özetlenmiş şekilde tabloleştirilmiştir (Movaghar, 2016).

Çizelge 3.2. Geleneksel ve yalın üretim sistemlerinin arasındaki farklar.

Aktivite	Geleneksel Yaklaşımı	Yalın İnşaat Yaklaşımı
Kontrol	Proje kontrolü ve olumsuz varyansları belirledikten sonra iyileştirici uygulamalar yapın (Ballard 2000).	Proje kontrolünün rolü, sistem performansını kontrol ederek ve geliştirerek güvenilir iş akışı oluşturmak (Sicat 2012).
Performans	Geleneksel yaklaşımda, yönetimin tüm çabaları, faaliyetin her birini tek tek geliştirmeye odaklanır, bu şekilde genel performansı düşüş yaşanır (Sicat 2012).	Asıl amaç, güvenilir iş akışını oluşturmak amacıyla proje düzeyinde minimum atıkla değeri en yükseğe çıkarmaktır (Sicat 2012) (Ballard,2000).
Değer	Daha az maliyeti değer olarak düşünmek. (Sicat 2012).	Proje süresince müşteri gereksinimlerin karşılandığı ve geliştirildiği bir değer üreten aşama olarak yönetilir (Howell, 1999).
Çalışma teknikleri	İtmeli programlar, bilgi ve materyalleri yayınlamak için kullanılır (Sicat 2012).	Çekme güdümlü programlar, bilgiyi ve malzeme akışını kontrol eder (Ballard 2000)
Merkezileştirme	Karar verme, zaman zaman tek bir yönetici ile merkezileştirilir.	Proje katılımcılarını üretim kontrol sistemine ekleyerek ve yetki vererek şeffaflık yöntemiyle karar verme (Sicat 2012) (Ballard 2000).
Varyasyonlar	Varyasyonların azaltılması ve yönetimi dikkate alınmaz	Son ürün kalitesi ve iş oranı bakımından farklılıkları azaltma girişimleri (Ballard 2000)
Sürekli gelişme	Sürekli gelişmeyi dikkate almaz	Sürekli iyileştirmeyi dikkate alır (Howell, 1999).

Geleneksel ve yalın proje teslimi arasındaki temel farklardan bazıları, aşamaların tanımı, aşamalar ve her aşamadaki katılımcılar arasındaki bağ ile ilgilidir. Aşağıda bir diğer yalın ve geleneksel üretim karşılaştırılmıştır (Ballard, 2003).

Çizelge 3.3. Geleneksel ve yalın üretim arasındaki farklar.

Geleneksel Üretim	Yalın Üretim
İşlemlere ve sözleşmelere dikkat eder	Üretim sistemine dikkat eder.
Dönüşüm hedeflidir.	Dönüşüm, akış ve değer hedefleri vardır
Ürün tasarımı tamamlandıktan sonra süreç tasarımı başlar.	Ürün ve süreç beraber tasarlanır.
Tasarımda bütün ürün yaşam döngüsü aşamaları dikkate alınmaz	Tüm ürün yaşam döngüsü aşamaları tasarımda dikkate alınır
Faaliyetler mümkün olduğunca en az sürede meydana getirilir.	Faaliyetler son sorumlu anda meydana getirilir.
Ayrı kuruluşlar, pazar aracılığıyla birbirine bağlanır ve pazarın sunduklarını alır	Tedarik zinciri tedarik sürelerini azaltmak için sistematik çabalar gösteriliyor
Öğrenme düzensiz şekilde oluşturulur.	Öğrenme; proje, firma ve tedarik zinciri yönetimine eklenmiştir.
Paydaş çıkarları uyumlu değil	Paydaş çıkarları uyumludur

4. TOYOTA FELSEFESİ

4.1. TOYOTA WAY

Toyota Motor Şirketinin yönetim yaklaşımı ve üretim sisteminin altında yatan ilkeler ve davranışlar bütünüdür. Toyota felsefe, değerler ve üretim ideallerini ilk defa 2001'de "Toyota Way 2001" şeklinde adlandırarak özetledi (Wikipedia 2021). Toyota Way sürekli iyileşme ve insana saygı temelli olmak üzere iki ana alandaki ilkelerden oluşur.

Sürekli İyileşme

Kaizen: Türkçe karşılığı “doğru değişim”dir. Sürekli yenileşme hep daha iyiye ulaşma amacı güder. Küçük adımlarla büyük gelişmeleri savunur.

Yerinde İnceleme: Orijinal ismi “Genchi Gembutsu” olan bu kavram doğru kararları doğru zamanda alabilmek amacıyla konunun kökenine inerek derinlemesine inceleme amacı güder. Sahaya inerek problemi yerinde inceleyerek sorunları ortadan kaldırmayı hedefler.

Mücadele: Uzun dönemli vizyon oluşturarak, özenli kararlar almayı hedefler. Asla vazgeçmemeyi, tam bir değerlendirme yaparak kaliteli ürün ve hizmet yaratır.

İnsana Saygı

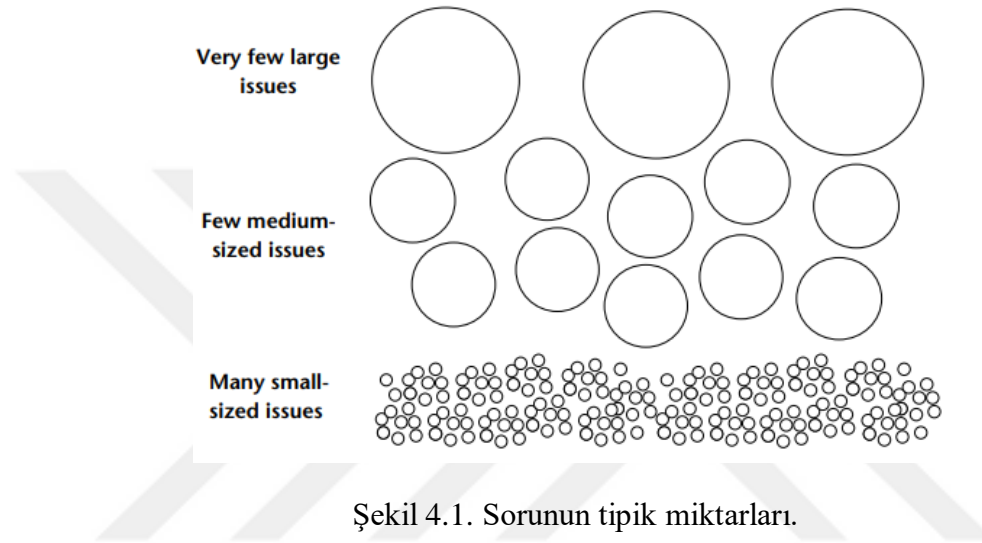
Saygı: Karşılıklı sorumluluk ve güven duygusuyla herkese karşı saygılı olma amacıdadır. Paydaşlar kendi aralarında açık ve samimi iletişim dilini önemser.

Takım Çalışması: İnsan faktörünü ön plana koyar. Takımdaki bireylere yetki vererek hem bireysel hem de takım olarak performansı maksimum seviyeye çekmeyi hedefler.

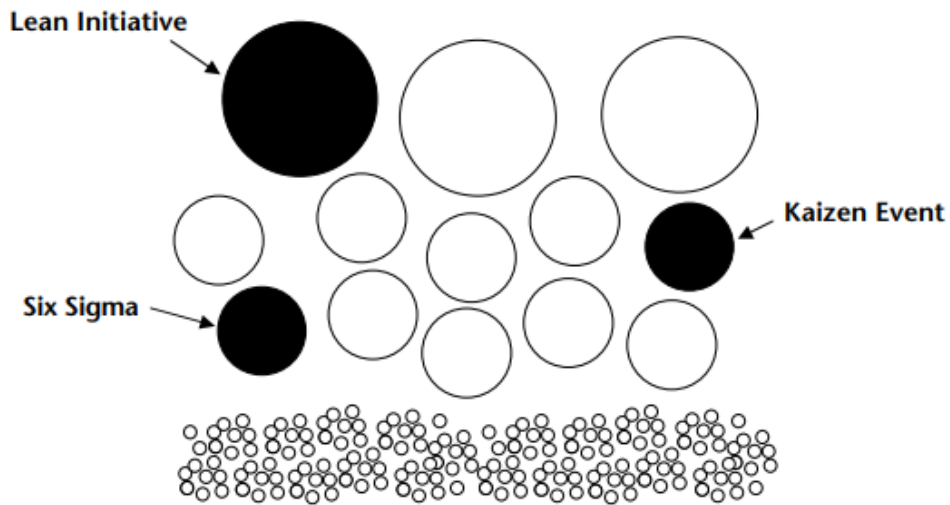
Japon felsefesi mükemmelliği arama eğilimindedir. Toyota Way, mükemmeliğe giden yolda meydana gelen engelleri fark etmeyi ve ortadan kaldırmayı hedefler. Toyota Way, istikrarı sağlamak, uygulamaları standartlaştırmak ve meydana gelen engelleri belirlemek için süreci daima sıkıştırmak için döngüsel bir süreçtir (Meier, 2006). Toyota, daha az çaba sarf ederek, daha kısa sürede ve rakiplerinden daha istikrarlı bir şekilde daha büyük sonuçlar üretebilir. Bu süreç, kaynakları doğru ve etkili bir şekilde sıralamak, sorunun önem derecesini karşılıklı olarak anlaşılmasını sağlamak, sorunun

mutlaka çözülmesinin gerekliliğini ve faydasını açıkça belirtmek ve yüksek derecede doğrulukla gerçek sonucu tahmin etmek için bir yapı sağlar (Meier, 2006).

Toyota ve diğer kuruluşlarda çok fazla sorun ve fırsatlar vardır. Fakat çoğu kuruluşlarda sorunlar iyileştirme fırsatları olarak görülmez, başarısızlıklar olarak görülür ve bu nedenle ele alınmaktan çok gizlenir. Toyota sorunları aşağıdaki şekildeki gibi üçe ayırır (Meier,2006):



Aşağıdaki şekilde şirketlerin yakaladığı fırsatlar görülmektedir. Birçok kuruluşta fırsat yakalamak için etkili çözüm geliştirmekte başarısız olur. Fırsatın küçük kategorisi çoğu zaman önemsiz veya getirisi olmadığı kanaatine varılır.



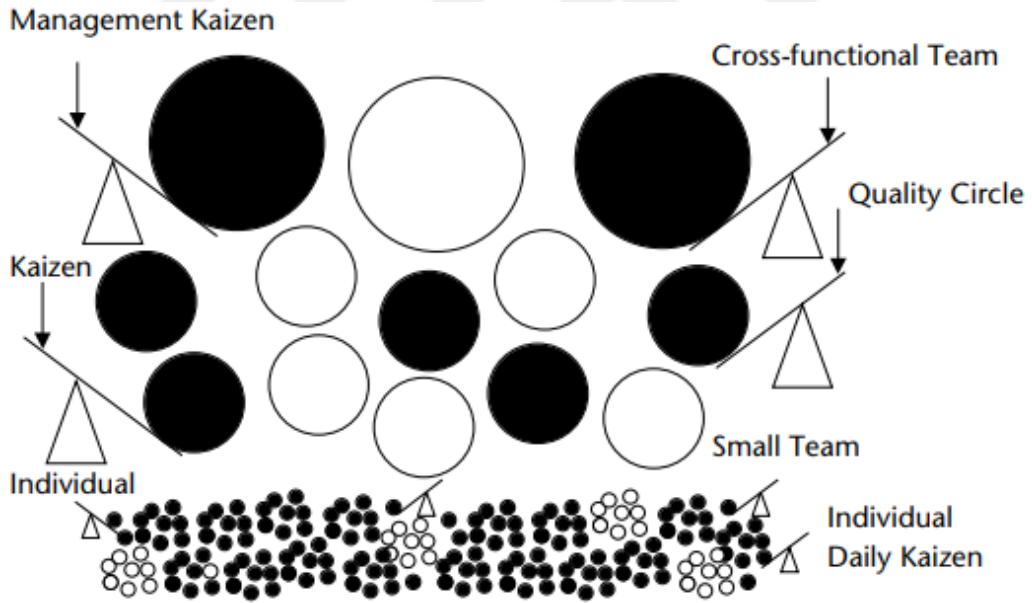
Toyota, iki taktik kullanarak performansını en üst düzeye çıkarabilir (Meier, 2006):

1. Kaldıraç: Çalışanlar süreci doğru ve etkili şekilde yönetmesi için eğitilir ve teşviki sağlanır. Böylece sık ve küçük iyileştirmelerle birçok problemin üstesinden gelinir.

2. Odaklanma: Kaynaklar sorunları ele almak için kullanılır ve çabalara odaklanılabilir. Bu şekilde daha fazla kaldıraç uygulanıp sonuçları çoğaltabilir. Toyota, enerjisinin yüzde 80'ini etkin bir şekilde toplam faydanın yüzde 80'ini sağlayacak sorunların yüzde 20'sine odaklayarak 80/20 kuralını uyguluyor.

Yönetimin sorumluluğu içinde kuruluş için beklenti oluşturmak, sistemdeki zayıf noktaları belirlemek ve doğru kaynakları uygulamak vardır. Genellikle amir, ekip veya bir kişi tarafından orta düzeyli fırsatlar başlatılır. Toyota iyileştirme yolunda bireysel çabayı kolaylaştırarak büyük fırsatlar yakalamayı başarıyor (Meier, 2006).

Toyota Way felsefesinde, küçük bir çabayla, birçok yerde küçük bir iyileştirmenin aslında pratik bir fikir olduğunu öne sürüyor. Tüm bireyler tarafından her düzeyde her seviyede iyileştirmenin olması gerektiği fikrini kolaylaştırır (Meier, 2006).



Şekil 4.3. Toyota fırsatlardan yararlanması.

Toyota Way modeli altında, temel ilkelerin inşaat sektörü için olumlu etkileri olmalıdır. Teoride, model diğerlerinin yanı sıra "süreç" ve "insan" yönlerine de eşit derecede değer verir. Çoğu yalın yapı iskeleti güçlü bir teknik odağa sahip olduğundan ve insan boyutlarına sınırlı dikkat gösterildiğinden, bu uygun bir seçim olacaktır (Gao & Low, 2014).

4.2. KAİZEN

1950 yılında, yönetim ve hükümetin olağan çatışmalı yönetim sisteminde bir sıkıntı olduğunu ve bekleyen bir işçi sıkıntısı olduğunu kabul ettiğinde Japonya’da ortaya çıktı. Japonya, işgücü ile işbirliği içinde bu sorunu çözmeye çalıştı. İlk olarak, artan rekabetin ve küreselleşmenin baskısının ardından bir Japon otomobil üreticisi olan Toyota’da verimliliği, üretkenliği ve rekabet gücünü artırmak için 1986 yılında Imai tarafından tanıtıldı ve uygulandı. O zamandan beri Kaizen, Japon üretim sisteminin bir parçası haline geldi ve üretim başarısına büyük ölçüde katkıda bulundu (Ashmore, 2001)

Uzakdoğu ve Japonya felsefesine göre mükemmel olan hiçbir şey yok her zaman her şeyi daha da geliştirmek, mükemmelliğe götürmek mümkündür. Japon tarzı üretim anlayışında istenmeyen değişime odaklanan bu felsefede sürekli iyileşme söz konusudur. Kaizen Japonya’nın rekabet gücünün kaynağını oluşturur ve odağı verimliliktir. Kısaca mükemmelle ulaşma isteğiyle daima daha iyisini yapmak için çaba ve kendini geliştirme felsefesine Kaizen denir.

Kaizen’e göre süreç önemlidir. Bu halde de israfı elimine etmek, sorunların çözümünü aramaya sebebiyet verir. Ayrıca bir tek iş değil yaşamın her aşaması için geçerlidir. Bu durumlarda karşılaşıldığında sorunun kaynağına inilmeli ve iyileştirme amacıyla yöntemler aranması gerektiğini ifade eder.

Kaizen felsefesi Japonya’da ortaya çıkmıştır. “kai=değişim, zen=iyiye doğru” kelimeleriyle doğmuş sürekli olan mevcut duruma karşı aynı durumda kalmayı kendine düşman tanımlar. Her geçen günün bir öncekinden daha iyi ve daha verimli olması amacıyla çaba harcamayı da anlatır. Kaizende iyileşme azar azar, küçük adımlar şeklindedir ve bütünü bakıldığında verimsizliğe sebep olan israflardan ve kayıplardan kurtulmuş bu felsefeyi ortaya çıkarır. Bu yaklaşımın temelinde standart 10 adım odaklanmış kaizen kavramı önemli yer edinir. Odaklanmış kaizen (Kobetsu Kaizen); “sorunu bütün olarak ele almak yerine sorunu küçük parçalara ayırıp o herbir parçaya dikkat ederek parçaların iyileştirilip geliştirilmesi” anlamına gelmektedir. (Lean Enterprise Institute 2021). Böylece ortaya çıkan sonuçlarda kısa vadede iyileşme, uzun vadede ise gelişme sağlanır.

Kaizen Ve Yenilik Arasındaki Fark

Kaizen felsefesinde yenilikler küçük adımlarla yapılırken çalışanlara öncelik verilip tüm çalışanların katılımının sağlanması ve kademeli bir ilerleme sayesinde kalıcı, sürekli ve düzenli bir yapının oluşması oldukça önemlidir (Öğünç & Doğru, 2017) Kaizen yenilikten ayrı değildir, aslında kaizen ve yenilik bir noktada birbirlerini tamamlama yolundadırlar.. Kaizen, var olan durumu iyileştirerek en yüksek verimde yarar sağlamaya çalışır. Ama zamanla gelinecek durum o günün şartları için yeterli olmamaya başladığında yenilik devreye girer. Çizelge 4'te kaizen ile yenilik arasındaki farklar görülmektedir.

Çizelge 4.1. Kaizen ile yenilik arasındaki farklılıklar (Eskin, Tiryakioğlu, & Yüceil, 2011).

KAİZEN	YENİLİK
Küçük adımlarla gelişim sağlanır	Büyük adımlarla gelişim sağlanır
Sürekli iyileşme nedeniyle uzun vadelidir	Kısa vadelidir
Mevcut imkânlarla artı olarak küçük yatırıma neden olur	Büyük yatırıma neden olur
Küçük yatırımlarla meydana gelir	Büyük yatırımlarla meydana gelir
Bütün personel aşamaya eklenir	Az kişi ile uygulanır.
İnsan faktörü ön plandadır	Teknoloji ön plandadır
Olan personelle uygulanır	Yeni personel gerektirir
Olan kaynaklar yeterlidir	Yeni finansal kaynak gerektirir

Kaizen felsefesinin kapsadığı alanlar: toplam kalite kontrolü, öneri sistemi, müşteri yönelimi, toplam verimli bakım, kalite çemberleri, otomasyon, kalite iyileştirme, sıfır hata, işçi yönetim işbirliği, verimlilik iyileştirme, yeni ürün geliştirilmesi, kanban, tam anında üretim, küçük grup faaliyetleri (Imai, 1986):

Kaizen'in (7) prensibi bulunmaktadır (Wikipedia, 2021)

1. Sorunu kabul edin.
2. Çok paraya mal olacak projeleri seçin.
3. Önce kendi sorunlarımızla ilgilenin.
4. Ekonomik çıkar tek bir amaç olmamalı.
5. Önceliği belirleyin.
6. Planla, uygula, kontrol et, önlem al (PUKÖ) takip edin.
7. Doğru çözüm araçlarını kullanın.

Kaizen çalışmaları gerçekleştirilirken sorunun tanımlanması, çözüm için fikir üretilmesi ve uygulama aşamalarından oluşan temel üç adım karşımıza çıkmaktadır (Eskin, Tiryakioğlu, & Yüceil, 2011)

Kaizen insan odaklı bir felsefedir. Kaizen bireysel çalışma yerine tüm faaliyetlerin bir ekip çalışmasıyla yapılması gerektiğini söyler. Ekibin Kaizen mantığını anlayıp tekniklerini kullanmasını daha sonra ekibin sorun çözebilme yeteneği kazanmasını sağlıyor. Kaizen uygulama prosesi dört ana maddeden oluşur:

- Planla
- Uygulama
- Kontrol Etme
- Önlem Alma

Planlama adımında kaynaklar tanımlanır, konular seçilir, mevcut durum tespit edilir, sürecin yol haritası çizilir ve hedefler belirlenir. Ancak hedefler küçük olmalı. Hedef belirlerken tamamen ekonomik hedefler göz önüne alınmaksızın kardan ziyade kalite olduğu unutulmamalıdır. Genel olarak 2-5 kişiden oluşan bir ekip oluşturulmalıdır. İyileşmesi gereken basit ve az yatırım gerektiren konular seçilir, konu ile ilgili ölçümler için metrikler belirlenir. Proje tanımlanır ve analiz yapılır.

Uygulama adımında planlanan iyileşme çalışmaları uygulanır. Atılan her adımda veriler toplanır, eğer sorun çıkarsa tekrar planlama aşamasına dönülebilir.

Kontrol Et adımımda uygulama sonuçları takip edilerek hedef ve gerçekleşenler arasındaki sapmalar kontrol edilir. Eğer sapma çok fazla ise tekrar planlama adımına dönülebilir. İyileşme oranları rapor edilir.

Önlem Al adımımda iyileşmenin kalıcı olduğundan emin olunmalı, iyileşmenin devamlılığını sağlamak için kontrol noktaları oluşturabilir ve tüm ekibe eğitim verilebilir.

Bu süreçler aşağıdaki tabloda özetlenmiştir (Çetinay, 2013).

Çizelge 4.2. Kaizen aşamaları.

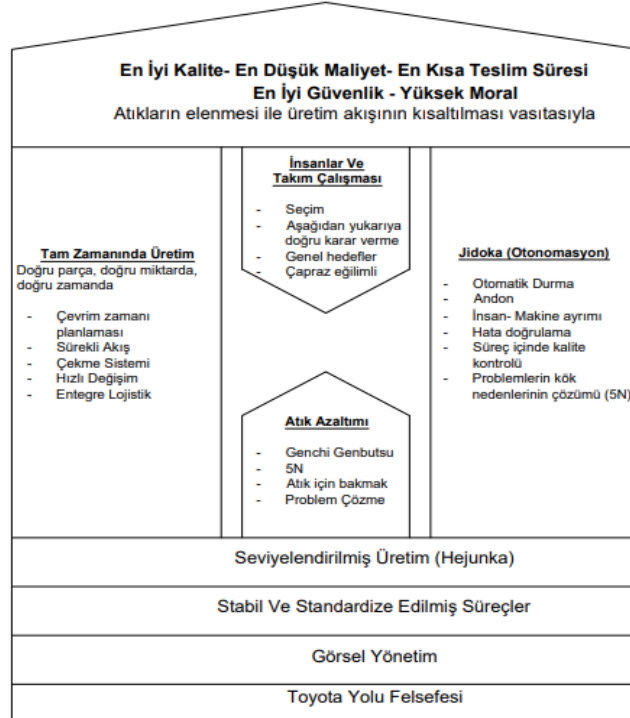
Planlama	Konu seçiminin yapılması Hedefin belirlenmesi Çözüm için ekibin atanması Olağan halin tespit edilmesi Projenin planlanması Analiz
Uygulama	Planın uygulanması
Kontrol Etme	Uygulamanın denetiminin yapılması
Önlem Alma	Standartlaşma çalışmalarının yapılması Standartların yaygınlaştırılması

Kaizen 6 temel prensibe sahiptir (Lean Enterprise Institute 2021):

1. Müşteri memnuniyetini sağlamak için kalite, maliyet ve doğru zamanda teslim anlamında en iyi olmak.
2. Herkesin katılımının olması.
3. Az harcamayla daha fazla kazanım elde etmek.
4. Küçük adımlarla sürekli gelişme sağlamak.
5. Bilginin paylaşımının ve yayılımının sağlanması.
6. Başarı ve gururun paylaşılması

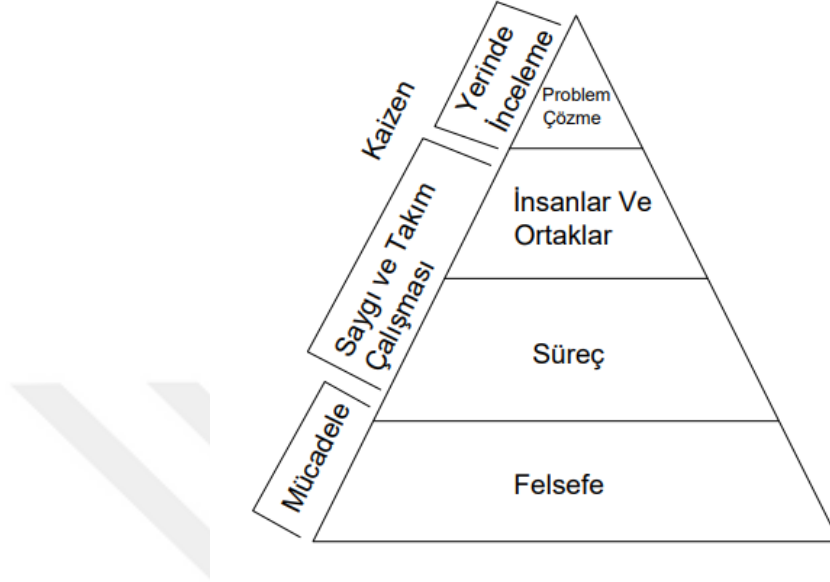
4.3. TOYOTA ÜRETİM SİSTEMİ

Toyota Üretim Sistemi (Toyota Production System), atığın (israfın) elimine edilmesi ile yüksek kalite, düşük maliyet ve kısa akış süresi için TMC tarafından geliştirilmiş bir yaklaşımdır. Sistemin başlangıcı, “tam zamanında teslim” ihtiyacından kaynaklanır. İkinci dünya savaşının yıkıcı etkilerinin ardından Japonya ekonomik olarak büyük zorlanmalar yaşadı. 1947’de savaşın sonunda ticari binek araç üretimi SA modeliyle başladı. Elji Toyoda ve Taichii Ohno (1950) Amerika’ya Ford firmasını incelemek üzere bir gezinti yaptı. 1920’li yıllarda ilk önce Amerika’da uygulanan daha sonra bütün dünyada uygulanan kitle üretim sisteminin tamamen israfa neden olduğu, Japonya için uygun olmadığına karar verdiler. Böylelikle yeni bir üretim ve yönetim anlayışının filizleri atılmış oldu. Mass Production (Kitlesele Üretim) anlayışının üreticinin hakim olduğu dönemde ürün çeşidinin azlığı, rekabetin düşüklüğüyle desteklenen itme tarzı üretime sermayesi sınırlı olan ve rekabet yaratabilmek için ürün çeşidini arttırmaya, satış fiyatını ve dolayısıyla maliyetini düşürmeye ve tedarik süresini kısaltmaya mecbur kalan bir üreticinin bulunduğu alternatif bir yoldu. Bu anlayış ile gelişen çekme mantığının faydaları, stoksuz üretim ile oluşan müşteriye kulak verme ihtiyacı, verimlilik artışı ve dolayısıyla mali kazanç Toyota’ya bu sistemi daha da geliştirme imkânı verdi. (Lean Enterprise Institute, 2021).



Şekil 4.4. Toyota Üretim Sistemi Evi.

Bu arada, TPS yavaş yavaş Toyota Tarzı'na "evrildi". Toyota Way'i hem atölye seviyesinde hem de firma seviyesinde bir dizi ilkenin yerleşik olduğu bir piramit modeli olarak kavramsallaştıran Liker (2004) tarafından çaba gösterilmiştir (Low, 2014):



Şekil 4.3. Toyota 4P Model (Liker, 2004).

Ana Fikri;

Sürekli en iyiyi ve yaratıcı fikirleri üretmeliyiz.

Daima daha iyiye daha güzeli için arayış içinde sürekli geliştirmeliyiz.

Elde ettiğimiz başarılı sonuçlarla yetinmeyip daha iyiye ulaşmaya çalışmalıyız.

Çalıştığımız ekip arkadaşlarımıza saygı çerçevesinde davranmalıyız.

4.4. ÜRETİM VERİMLİLİĞİ

Üretim verimliliğinin formülü aşağıda belirtilmiştir (Shimizu, 2004)

Üretim Verimliliği = Σ (Standart Zaman) \times (Üretim Hacmi) / Çalışma Grubunun Gerçek Çalışma Saatleri

Yukarıda belirtilen üretim verimliliği, her çalışma grubu ve her ay için hesaplanmıştır. Burada bahsedilen yalnızca hatasız ürünleri kapıyordu. Ürünlerin kusurlu ve onarım gerektirdiği durumlarda verimlilik kısmen belirli zamanlarda üretim hacmi azaldı ve

gerçek çalışma saatleri uzadı. Bu sebeple çalışanlar verimliliği kaybetmemek ve arttırmak için kaliteye önem vermeleri gerekiyordu.

Toyota üretim sistemi, maliyet düşürme hedefiyle üretimdeki işe yaramayan unsurları tamamen ortadan kaldırır. Temelde, olması gereken birimleri gerekli zamanda ve ihtiyaç duyulan miktarlarda üretmektir. Sistemin üç alt hedefi vardır:

1. Sistemin miktar ve çeşit olarak günlük ve aylık dalgalanmalara uyum sağlamasını sağlayan miktar kontrolü.
2. Her bir sürecin sonraki süreçlere yalnızca iyi birimler sağlayacağını garanti eden kalite güvencesi.
3. Sistem, maliyet hedeflerine ulaşmak için insan kaynağını kullanırken yetiştirilmesi gereken insanlığa saygı.

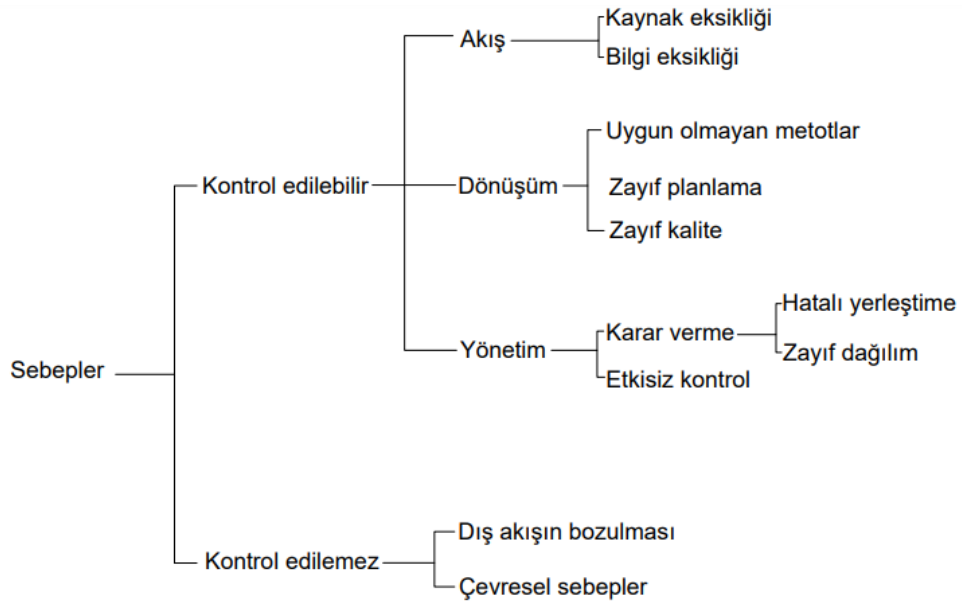
5. İSRAF KAVRAMI

TDK'ya göre gereksiz yere para, zaman, emek vb.ni harcama, savurganlık, tutumsuzluk anlamlarına gelir. Yalın üretim sistemleri, oluşabilecek tüm israfı tamamen yok ederek kaliteli ürünleri düşük maliyetle üretmeyi ve verimliliği en üst seviyeye çıkarmayı hedefler. İşletmelerin kar sağlaması, verimliliklerini arttırması için israfın minimize edilmesine bağlıdır.

1921 yılında Henry Ford yazdığı “ Today and Tomorrow ” kitabında israf kelimesini şu şekilde tanımlamıştır : “bir hammadde veya ürünün ihtiyaçtan fazla olan kısmı israftır.” Bu tanımlama ile Henry Ford üretim prensiplerini gerçekten anlamış olan ilk endüstri adamı olduğunu göstermiştir (Lean Enterprise Institute 2021).

İsraf ve üretim kusurlarını azaltmak için iki ana teknik uygulandı. Birincisi azalıyor ve dolayısıyla stoğu tüketiyordu, diğeri ise çekme tipi üretim sistemini kabul ediyordu. Bu teknikler TPS'nin önemli hedeflerini yerine getirdi: sıfır atık ve üretim verimliliği (Kim , 2002).

Sürece katkısı olmayan faaliyetleri ortadan kaldırmak için atıklara sebep olan kaynakları belirlemek önemlidir (Senaratne & Wijesiri, 2008). Serpell ve arkadaşları bu nedenleri şu şekilde açıklamaktadır (Serpell, 1995)



Şekil 5.1 İsrafın sebepleri.

Yeni üretim felsefesine göre, israf, bir binanın üretiminde olması gerektiğinden daha fazla ekipman, malzeme, işçilik veya sermaye kullanımına neden olan herhangi bir verimsizlik olarak anlaşılmalıdır. İsraf, doğrudan veya dolaylı maliyetler oluşturup ürüne herhangi bir değer katmayan faaliyetlerden oluşan kayıplar olarak tanımlanır.

3MU sistemi bir Japon kalite sistemidir. Üretim süreçlerindeki israfı ortadan kaldırmak için oluşturulmuş bir yönetim felsefesidir. Japoncada “muda” kelime anlamı olarak faydasız, israf, anlamlarını taşır, “mura” dengesizlik, tutarsızlık, düzensizlik anlamlarına gelirken, “muri” mantıksız, makul olmayan anlamlarına gelir. Yalın düşüncede; muda (değer katmayan) her türlü beklemeye yol açan israf türü, muri (aşırı yük) insana ve makineye aşırı yük yükleme sonucu kusur ve arızalara yol açan israf türü, muda(dengesiz yüklenme) bu iki israf türünün sonunda ortaya çıkan israf türü olarak tanımlanır.

Toyota Üretim Sisteminin ilk hedeflerinden birisi, bahsedilen bu üç M'nin yok edilmesidir. Bu terimler Kaizen'in sürekli iyileştirme kavramının odak noktasıdır. Tüm sektörler içinde ortadan kaldırılması gereken, verilen emeğin boşa gitmesi, istenilen düzeye gelememe durumu olarak değerlendirilebilir.

Muda (İsraf)

Bir işin bitirilme süresini arttıran ve sürece hiçbir değer katmayan her türlü durum ve aktivitelerdir. Mudalar; muri ve muralar önlenmeden tam olarak yok edilemez. Üretim yerinde, insan açısından, ruhsal ve fiziksel açıdan aşırı iş yüküne maruz kalması, makina-ekipman açısından ise sahip oldukları kapasitelerin üzerinde iş yükü bindirilmesidir. 2 tip muda vardır: Proseslerdeki bu israf (Muda) 7 çeşit olarak sıralanmaktadır.

Birinci Tip Muda: Müşteri için gerekli olan süreçlerde hiçbir değer katmayan fakat ortadan kaldırılamayacak ve tamamen sıfıra indirilemeyecek eylemlerdir.

İkinci Tip Muda: Süreçlerde hiçbir değeri olmayan faaliyetleri içerir fakat yok edilmesi gereken eylemlerdir çünkü gereksizdir. Bu yüzden ortadan kaldırılmalıdır. Taiichi Ohno üretim içerisindeki Mudalar'ı 7 gruba ayırmıştır.

1-Fazla üretim: Müşteri talebinden önce veya talepten daha fazlasını üretimi kapsar ve ürünlerin gereksiz stoklanması ihtiyacı doğurur. Özellikle ürünlerin daha fazla sürede

stoklanması sonucu ürünlerde bozulma, eskime gerçekleşebilir. Tehlikeli maddeler içeren ürünlerin olması durumunda da çevre sorunlarına yol açabilir.

2-Fazla stok: İşletmeler hangi miktarda hangi malzemelere ihtiyaç duyduğunu göz ardı etmesiyle oluşur. Bu durum büyük stok tutma alanlarına, daha fazla insan gücüne ihtiyaç duyulmasına sebep olur.

3-Beklemeler: Hammadde, malzeme, insan vs. faktörlerin beklmelerini kapsar. Belirlenen iş programının gerisinde kalınması, üretimin yavaşlaması veya durdurulmasını kapsar. Üretim sürecine başlamadan hazırlık süreçleri, makinanın işlemini bitirmesini beklemek vb. durumlardan ortaya çıkar.

4-Hatalı üretim: Tasarım standartlarından ve müşteri beklentilerinden uzak hatalı ürünlerden ortaya çıkan tamir masrafını veya tamamen kullanılmayacak ürünleri kapsar.

5-Aşırı İşleme: Gereksiz süreç ve iş adımlarını kapsar.

6-Gereksiz Taşıma: Malzemelerin gereksiz taşınmasını kapsar ve minimuma indirilmelidir. Çünkü taşıma ürüne değer katmaz. Üretimde nakliye koşullarının en aza indirgenmesi gerekir.

7-Aşırı Hareket: Makine ve çalışanlarının gerekli olmayan hareketlerini ifade eder.

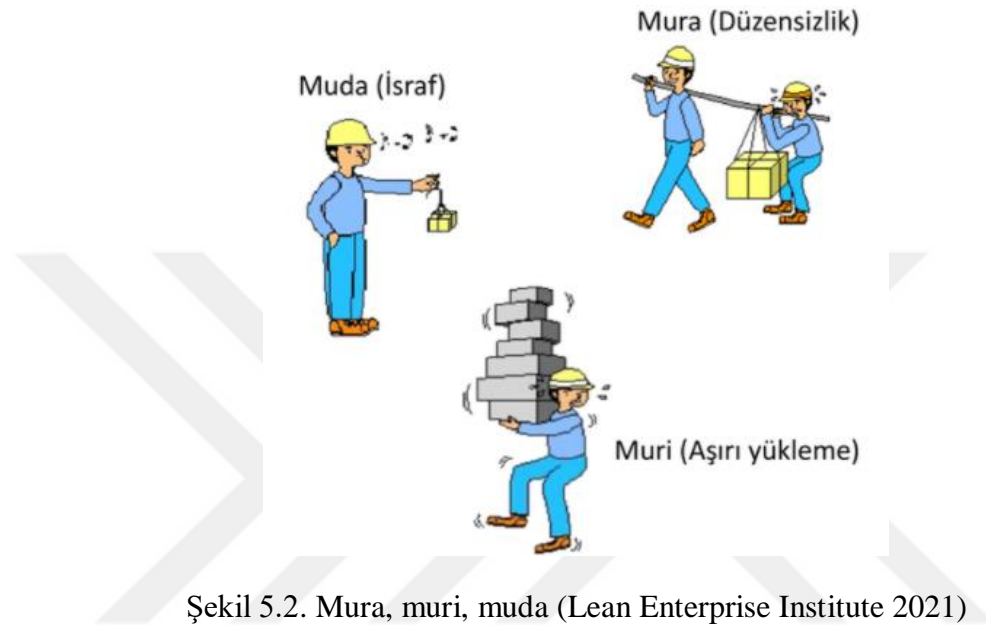
Son olarak Liker (2004) “ The Toyota Way” kitabında yukarıda belirtilen israf türlerine ek olarak “ çalışanların kullanılmayan yaratıcılığını” eklemiştir. Bu madde ile de ikinci israfı ekleyebiliriz.

Muri

Muri kelime anlamı olarak aşırı yük, gücün aşırılığı, imkansızın peşinde koşmak anlamlarına gelir. Sonuca ulaşmayacak bir iş için gereksiz çaba sarf etmektir. Muri, Mura’dan kaynaklandığı gibi Muda’nın işleminden çok fazla çıkarılmasından da kaynaklanabilir. Muri, eldeki kaynakların doğru ve verimli kullanılmaması sonucu oluşabilir. Ya da çalışanlara, makinelere olması gerektiğinden fazla yükleme yapma sonucu oluşur. Muri bir makineye yapabileceği kapasiteden daha fazla iş planlayarak daha fazla saat çalışmasına neden olacağından makinelerin bozulmasına, güvenlik ve kalite sıkıntılarına yol açar. Halbuki iş yükünü eşit olarak dağıtmak ve ekipman ve çalışanlara gereğinden fazla yük bindirmemek gerekir. Çalışma süreçlerini bu şekilde ayarlamak Muri’nin önlenmesini sağlar.

Mura

Mura, eşitsizlik, düzensizlik, uyumsuzluk, dengesizlik anlamlarına gelir. Mura, yedi israftan birinin oluşma sebebidir. Mura proseslerde dengesizlik ve düzensizliğe yol açan işlemlerin tümüdür. Muranın ortadan kaldırılması için değişen durumlar karşısında süreçleri uyumlu şekilde yönetmek, iş yükünü dengelemek çok önemlidir. Mura, Tam Zamanında 'Kanban' sistemleri vb. ile önlenir.



Şekil 5.2. Mura, muri, muda (Lean Enterprise Institute 2021)

İsraf türleri ortadan kaldırılabilenler ve kaldırılamayanlar olarak Formoso v.d.'ne (1999) göre ikiye ayrılır. Lee ve diğerlerine göre yapım sürecindeki israf türleri sekiz grupta toplanmaktadır (Lee vd 1999):

- Gecikmeden kaynaklı zaman kayıpları,
- Kaliteden doğan maliyetler,
- Güvenlik zaafı,
- İşin yenilenmesi,
- Gereksiz taşıma seferlerinin yapılması,
- Uzun mesafeler,
- Yanlış yöntem ve ekipmanın tercihi
- Zayıf inşa edilebilirlik

Yalın düşüncenin öncülerinden (Shingo, 1984) aşağıdaki yedi tür israfı önermektedir;

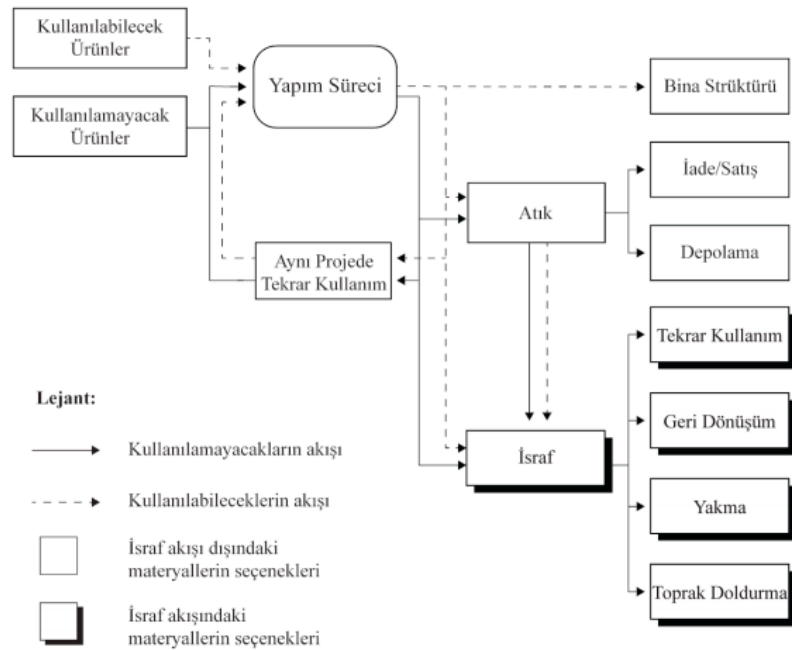
- Aşırı üretimden kaynaklanan israf
- Bekleme sürelerinden kaynaklanan israf

- Nakliye nedeniyle israf
- Sistemin kendisinden kaynaklanan israf
- Stoktan kaynaklanan israf
- Operasyonlardan kaynaklanan israf
- Kusurlardan kaynaklanan israf

(Gavilan & Bernold, 1994) yaptığı çalışmada yapım şantiyelerinde meydana gelen israf türleri altı kategoriye ayrılmıştır.

- 1) Tasarım: konsept proje hataları, detay hataları, revizyonlar
- 2) Tedarik: taşıma hataları, sipariş hataları
- 3) Malzeme taşıma ve kullanım: uygunsuz depolama, kötü işlem / taşıma
- 4) Operasyon / uygulama: insan hataları, ekipmandan kaynaklanan hatalar, mücbir sebepler (doğal afetler vb.)
- 5) Atık: artık maddeler, tekrar geri dönüştürerek tüketilemeyenler
- 6) Diğer: kötü niyet ve hırsızlık kaynaklı kayıplar, malzeme kontrolü ve israf yönetim planı eksikliği

Aşağıdaki şekilde israfların meydana gelmeden önce ortaya çıkan süreçler gösterilmiştir (Gavilan & Bernold, 1994). Kullanılabilecek ve kullanılamayacak ürünler yapım süreci sonunda artar veya israfa dönüşür.



Şekil 5.3 İsrafın süreçleri.

6. YALIN ÜRETİM SİSTEMLERİ

Üretim yönetimi, yalın yapının merkezindedir ve proje başlangıcından bakıma proje devir teslimine kadar devam eder (Ansah, Sorooshian, Bin Mustafa, & Duvvuru, 2016). Yalın üretim sistemlerindeki israfları minimum düzeye indirgemek, verimliliğin maksimum düzeye çıkarmak için birçok yalın üretim teknikleri geliştirilmiştir (Öksüz, Öner, & Önder, 2017) Amaç değere ulaşmak, hızı ve kaliteyi arttırmak, müşterilerin beklentilerini karşılamak ve israfı azaltmaktır (Şahin & Akolaş, 2020) Yalınlaşma adına birbirlerini tamamlayıcı ve destekleyici olan teknikler aşağıda sıralanmıştır:


- Kanban sistemi
- 5S
- Poka-yoke
- Heijunka
- Tek parça akışı
- SMED
- U tipi üretim hatları ve hücreli imalat
- Toplam verimli bakım
- Kalite ve yetkinlik çemberleri
- Shojinka
- Kaizen

Sıralanan bu teknikler en fazla kullanılanlardır. Bu teknikler dışında başka metotlar da bulunmaktadır.

6.1. KANBAN SİSTEMİ

Kanban (kan=kart, ban=sinyal) kelimesi Japoncada “kart” veya “işaret” anlamlarına gelir (Tezel, 2007). 1940’ların sonlarında, Kanban ilk olarak Taiichi Ohno tarafından Toyota üretim sisteminde kullanılmıştır. 15 yıl boyunca sistemleri mükemmelleştirmek için kullanılmıştır.

Üretim süreci ve dizaynın sürekli akış halinde bulunması, yalın üretimin temel prensiplerinden biridir. Bu sürekli akışı sağlayabilmek için çekme sistemine ihtiyaç duyuyoruz. Üretimin tam zamanında istenilen miktarda gerçekleşmesini için proseslere bilgi veren sistemdir. İhtiyaç duyulduğunda doğru miktarda üretmek için kullanılır. Yani çekme sisteminin işletilmesi kanban ile olur. Çekilen ürünün miktarını ve tipini göstermeye yarayan envanter kontrol kartına verilen addır. Malzemelerin üretilmesi ve çekilmesi için talimat verir. Emniyet stokları haricinde herhangi bir stok tutulmaz. Geleneksel üretim anlayışına göre çok küçüktür. Emniyet stokları da kanban sayısı kadardır. Sistemde meydana gelecek herhangi bir aksilik ve olası talep dengesizlikleri için güvenlik maksadıyla tutulur. Kanban sistemi minimum stok seviyesine vurgu yapar. Stok miktarı ne kadar küçükse kanban avantajı o kadar fazladır. Yani kanban sisteminin iyi çalışmadığı durumlar da görülmüş alternatif çekme sistemleri geliştirilmiştir (Erozan, 2019). Kanban sisteminde, hiçbir iş istasyonunun kendisini takip eden istasyondan talep edilmedikçe ürün üretmesine izin verilmez. Yani bir önceki süreçten parçanın çekilmesi bir sonraki istasyon için üretime başlama sinyalidir (Karaboğa, 2009). Bu şekilde birikmiş envanterle çalışmayı engellenmiş olur. Aşağıda kanban kartı örneği verilmiştir.

KANBAN CARD	
Product Number: _____	Issue Date: _____
Product Description: _____	Required Date: _____
Quantity Required: _____	Additional Notes:
Location: _____	_____
Container: _____	_____
Supplier: _____	
Supplier Code: _____	

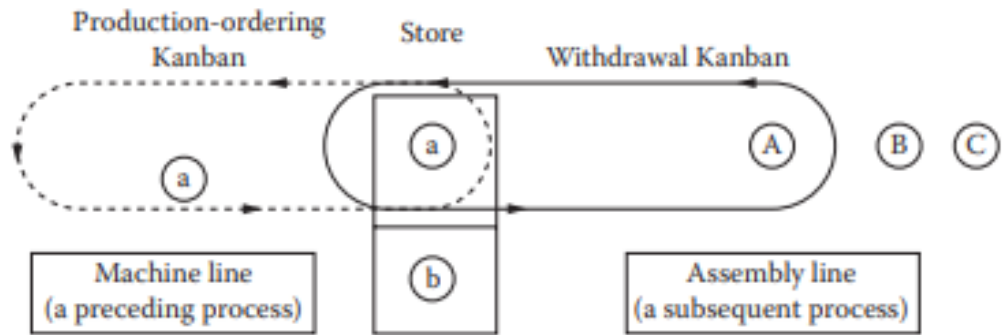
Şekil 6.1. Kanban kartı (Leantoolset 2021)

Kanban kartları üzerinde;

- Kullanıldığı yer,
- Parça sayısı

- Parça resmi,
- Parça adı,
- Parça numarası,
- Parçanın tanımı,
- Kanban numarası,
- Kanbanın düzenli olarak konulduğu kodun numarası veya ismi,
- Kanbanın teslim edileceği iş istasyonunun yeri
- Teslim süresi,
- Operasyonun adı gibi bilgiler bulunur.

Geri çekme ve üretim/sipariş kanbanı olmak üzere iki çeşit kanban sistemi vardır. Çekme kanbanı bir sonraki işlemin, bir öncekinden çekmesi gereken parçanın cins ve miktarını ayrıntılarıyla belirten ve bunları çekmede kullanılan dikdörtgen biçiminde bir karttır. Üretim kanbanı ise bir önceki işlemin üretmesi gereken parçaların miktarını ve cinsini gösterir.



Şekil 6.2. İki Kanban Akışı.

Kanban'ın JIT amacını gerçekleştirmek için aşağıdaki kurallara uyulmalıdır (Monden, 1983)

Kural 1: Gerekli ürünleri sonraki süreç zaman içinde gerekli miktarda önceki işlemde çekmelidir. Bu kuralı uygulamak için, şirketin üst yönetimi tüm çalışanları kazanmalı ve ayrıca önceki üretim, nakliye ve teslimat akışını bozmak için kritik bir karar vermelidir. Kanban olmadığı sürece herhangi bir çekme işlemi yapılmamalıdır. Kanban sayısından fazla olan herhangi bir çekme işlemi de yapılmamalıdır. Bir kanban her seferinde fiziksel bir ürüne eklenmelidir.

Kural 2: Önceki süreç ürünlerini sonraki süreç tarafından çekilen miktarlarda üretmelidir. İlk ve ikinci kanban kuralları göz önüne alındığında üretim süreçleri bir konveyör hattı oluşturacak şekilde birleşirler. İşlemlerde herhangi bir sorun olması halinde süreçlerdeki denge korunurken tüm süreç durabilir. Bir önceki süreçte parçalar üretileceği zaman, bunların üretimi her tür kanbanın teslim edildiği orijinal sırayı takip etmelidir.

Kural 3: Arızalı ürünler bir Sonraki işleme asla taşınmamalıdır. Bu kurala uyulmadığında kanban sisteminin kendisi yok edilecektir. Sonraki işlemlerde kusurlu maddeler keşfedilir, sonraki işlem fazladan envanter birimine sahip olmadığı için hattını durdurur ve maddeler önceki sürece geri taşınır. İşlerin standardizasyonu, bir kanban sisteminin ön koşullarından biridir.

Kural 4: Kanban sayısı en aza indirilmelidir. Kanban sayısı bir parçanın maksimum envanterini ifade ettiğinden, mümkün olduğunca küçük tutulmalıdır. Her kanban'ın toplam sayısı sabit tutulur. Günlük ortalama talep arttığında, teslim süresi azaltılmalıdır.

Kural 5: Kanban, talepteki küçük dalgalanmalara uyum sağlamak için kullanılmalıdır. Kanban ile üretimin ince ayarı, kanban sisteminin en dikkat çekici özelliğini ifade eder: ani talep değişikliklerine veya üretimin gerekliliklerine uyarlanabilir olduğunu. Kanban kullanmayan şirketlerde aniden ortaya çıkan beklenmedik talep değişiklikleri ile sorunsuz bir şekilde başa çıkma araçlarından yoksundur. Ani değişikliklerle verimli bir şekilde başa çıkılamayacaktır.

Kanban kullanmanın avantajları:

- Basit ve anlaşılması kolay bir sistemdir. Kanbanın görsel yapısı öğrenmeye kolaylık sağlar.
- İsrarları (muda) azaltır.
- Üretimdeki hatalar ve kusurlar hemen farkedilir.
- Aşırı üretim minimuma indirilir veya yok edilir.
- İşin tam zamanında teslim edilmesine yardımcı olur.
- Döngü süresini en aza indirir.
- Her prosesin bir öncesi prosesden ihtiyacı olanı çekmesini sağlar.

6.2. 5S Kuralı

5S Japonya’da doğmuş ve kullanılmaya başlanmış bir yönetim sistematiğidir. İşyerinde disiplini, tertip ve düzeni oluşturmak, çalışanların katılımını sağlamak gibi amaçları vardır (Akgün, 2015). İşyerinde kaliteli bir ortam oluşturup bunun sürekli olarak devam etmesini sağlar (Kılıç & Ayvaz, 2016). Yani iyi organize alanda çalışanların motivasyonunun artmasıyla verimlilik sağlamaktır. Çünkü kötü, dağınık bir iş ortamı çalışanların ve sürecin verimliliğini etkiler. Basit ve kolay uygulanabilir bir yalın üretim aracıdır.

Başlangıçta 4S olarak başlayan bu sistem daha sonraları disiplin eksikliğinin var olduğu görüldüğünde “disiplin” de eklenerek 5S halini almıştır. 5S, Japoncadan beş kelimedenden meydana geliyor. Seiri, Seiton, Seiso, Seiketsu, Shitsuke. Aşağıdaki tabloda İngilizce ve Türkçe karşılıkları gösterilmiştir.

Çizelge 6.1. 5S.

Japonca	İngilizce	Türkçe
Seiri	Clearing-up	Ayıklama
Seiton	Organizing	Düzenleme
Seiso	Cleaning	Temizleme
Seiketsu	Standardizing	Standartlaşma
Shitsuke	Discipline	Disiplin

1. Seiri (Ayıklama):

İşyerinde daha iyi organize olmak için süreçlerde gereksiz olan her şey çıkarılır. Sadece işe yarayacak, gerekli öğeler bırakılır. Bunlar istenmeyen bir makine, ekipman, parça vb. olabilir. Bu malzemeler doğru şekilde ayrılmalıdır. Elde kalması gereken malzemeleri, ihtiyaç duyulduğunda tekrar kullanabilmeye kolaylık sağlar. Diğer taraftan ihtiyaç duyulan malzemelerin başka hangi üretim hattında kullanılabileceğine karar verilmesi gerekir.

2. Seiton (Düzenleme):

Gerekli malzemeleri yerlerinin tanımlanması, istiflenmesi, düzenlenmesi ve muhafaza edilmesidir. Malzeme ve ekipmanları ihtiyaç duyulduğunda bulabilmek için işyeri ortamının karmaşıklığından arınmış düzenli olması gerekir. Nesnelerin bir kullanım sırası vardır. Bu şekilde bir sistemle malzemeleri alıp yerine koyarken zamandan tasarruf sağlanmış olur.

3. Seiso (Temizlik):

İşyerinde çalışma ortamının her türlü tozdan, kirden arındırılması ve temizlenmesini kapsar. Çalışma alanının çalışma motivasyonuna olumlu etkisi için temiz kalmasını anlatan bir kavramdır.

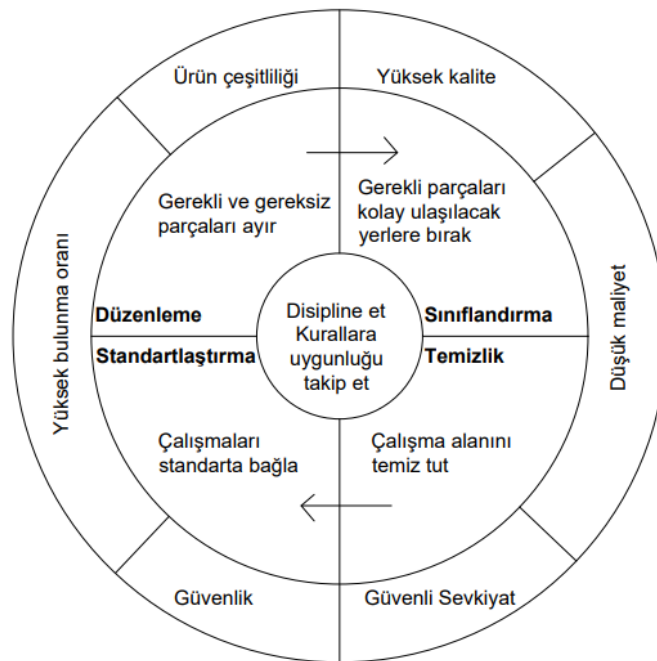
4. Seikestu (Standartlaşma):

Bahsedilen üç adımın sürekliliğinin sağlanmasıdır. İşlerin standarda oturması, elde edilen başarılı sonuçları sürekli kılar. Düzenli kontrol, personellerin teşviki gereklidir.

5. Shitsuke (Disiplin, Düzenleme):

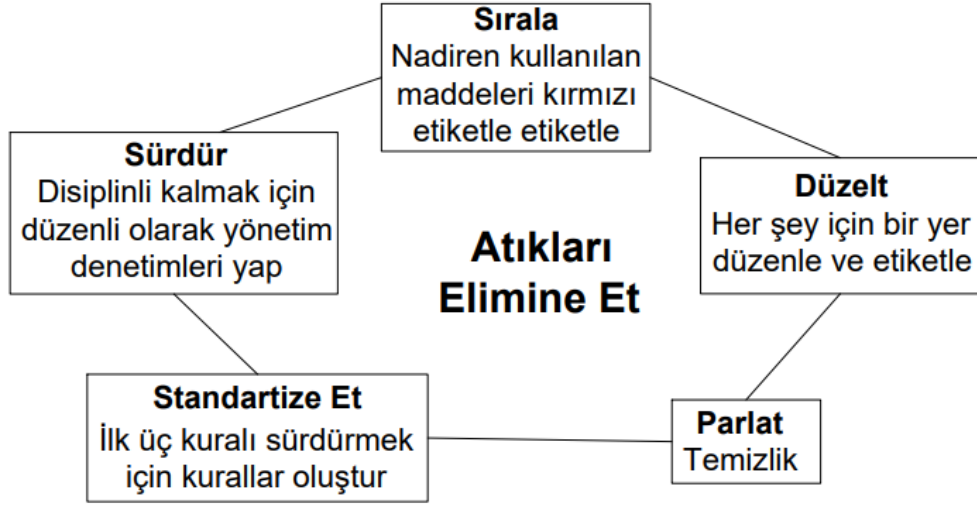
Bahsedilen dört adımın sürekli hale gelmesi için belirli bir disiplinin oturmasını kapsar. Sürekliliğin sağlanması için çalışanların ve yöneticilerin bu bilince erişmesi gerekir.

Aşağıdaki tabloda 5S'nin anlamları Hirano tarafından özetlenmiştir (Hirano, 1995)



Şekil 6.3. 5S'nin anlamları.

5S süreçleri Liker tarafından da şu şekilde görselleştirilmiştir (Liker, 2004):



Şekil 6.4. 5S süreçleri.

5S'nin avantajları aşağıda verilmiştir (Hirano, 1995):

- İşyerinizin nasıl organize edilmesi ve düzenlenmesi gerektiği ve işinizin nasıl yapılması gerektiği konusunda yaratıcı bir girdi sağlama fırsatı verir.
- İşyerinizi çalışmak için daha keyifli hale getirir.
- İşinizi daha tatmin edici hale getirir.
- İşinizdeki birçok engeli ve hayal kırıklığını ortadan kaldırır.
- Neyi yapmanızın beklendiğini ve bunu ne zaman ve nerede yapmanız gerektiğini bilmenize yardımcı olur.
- Birlikte çalıştığınız herkesle iletişimi kolaylaştırır.

6.3. JUST IN TIME (TAM ZAMANINDA ÜRETİM)

İhtiyaç duyulan ürünün, minimum miktarda makine, ekipman, malzeme kullanarak olması gerektiği zamanda ihtiyaç duyulan miktarda üretmedir. Mümkün olduğunca en az kaynak kullanımıyla, en kısa sürede en ucuz ve hataya yer vermeyecek sıfır envanteri hedef alacak şekilde üretim sağlamaktır (Yazgan, Sarı, & Seri, 1998).

Tam zamanında üretimin temel amacı üretime engel olan, gereksiz zaman alan, fazla maliyet oluşturan prosesleri elimine etmektir. Üretim hızını artırıp akış süresini

indirgeyerek maliyet ve teslimat performansını aynı anda iyileştirmektedir (Emiroğlu, 2012).

Tam zamanında üretim sisteminin avantajları:

- Sisteme zarar veren olumsuz unsurları ortadan kaldırır.
- Sürekli iyileşme ve gelişme ile verimliliği artırır.
- Tüketici isteğine göre ürün üretimi sağlar.
- Üretimi düzgünleştirerek maliyeti düşürür.
- Hatalı ürünleri ve stok ihtiyacını azaltır.
- Üretim miktarı ve kaliteyi artırır.
- Personele pozitif, rahat ve stresten uzak çalışma ortamı sağlar.
- Gereksiz faaliyetlerden tasarruf sağlayarak maliyeti azaltır.

6.4. POKA YOKE

1986 yılında Shiego Shingo “Sıfır Kontrol Sistemi” adlı eseriyle poka-yoke (sıfır hata) sistemini ortaya çıkarmıştır. Japoncada poka, hata önleme anlamına gelirken; yoke, elimine etmek anlamlarında kullanılır. Poka-yoke, unutkanlık, tecrübesizlik, dikkatsizlik gibi insan kaynaklı faktörlere karşı hata önleyici stratejilerle sıfır hatayı hedefler. Poka-yoke zamandan tasarruf sağlarken, hatayı en aza indirgeyerek müşteri memnuniyetini artırır (Öksüz, Öner, & Önder, 2017). Yöntemle insan hataları daha ortaya çıkmadan engellenmiş olur. Kusurlu üretimin önüne geçilmiş olur, maliyeti düşürür.

6.5. JİDOKA

Makine ve ekipmanlarda olağandışı bir durum oluştuğunda bunu tespit etme ve işi anında durdurma yeteneği sağlar. Jidoka, JIT ile birlikte Toyota Üretim Sisteminin iki temel parçası olarak işlev görüyor (Lean Enterprise Institute, 2021).

1800’lü yılların sonunda Sakichi Toyoda, iplik koptuğunda otomatik bir tezgah üzerinde mekiği durdurabilecek basit bir cihaz icat etti. Bu alet sadece hataları engellemekle kalmayıp aynı zamanda operatörü bir sorun olduğunda uyarıyordu. Böylece hataların süreç içine geçmesi önlenmiş oldu. Jidoka, kaliteyi istenilen düzeye çıkarmaya yardımcı olurken iade ve hurda oranını azaltır.

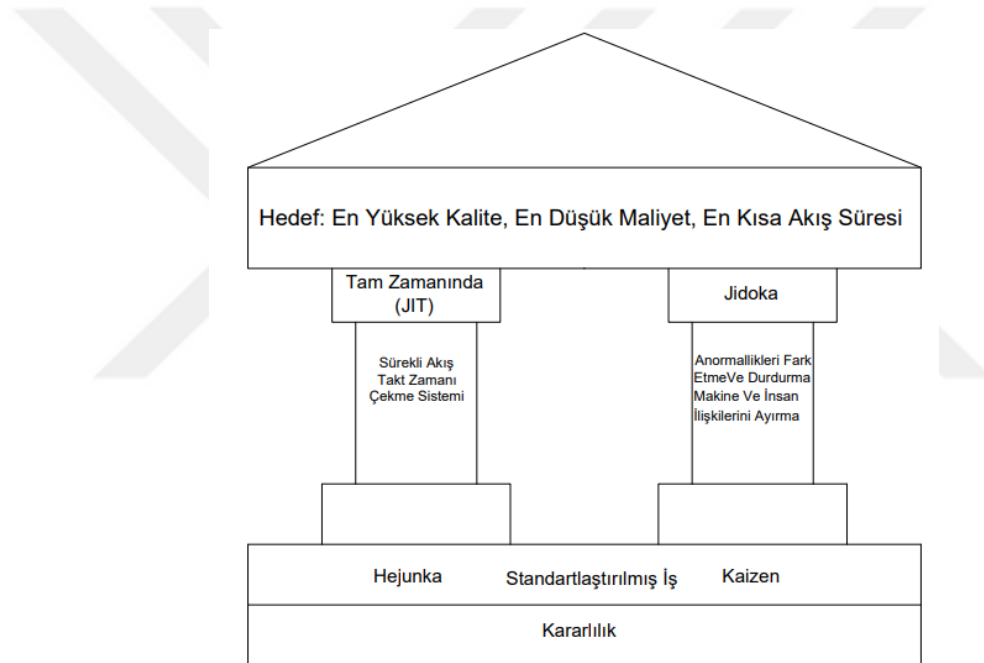
6.6. HEJUNKA

Hejunka kelime anlamı olarak seviyelendirmek, talep dalgalandırılmalarından arındırılmış, stoklu üretim anlamına gelir. Heijunka, hem iş yükü seviyelerini hem de hat dengelemeyi içeren bir Yalın Yönetim tekniğidir (Liker, 2004) .

Hejunkanın avantajları:

- Stok ve depolama maliyetlerinde azalmalar görülür.
- Malzeme ve ekipmanların dengeli kullanılması ile karışıklığın önüne geçilir.
- Stok ve depolama maliyetleri azalır.
- Müşteri talebini istediği zaman yapabildiği için esneklik sağlar.

Aşağıda “Toyota Sistemi Evi” şekil olarak gösterilmiştir (LEI, 2003):



Şekil 6.5: Toyota sistemi evi.

İstikrar evin temelini oluştururken üzerinde Hejunka ve Kaizeni taşıyor. Heijunka, bir üretim sisteminin iş akışının dengelenmesi ve yük ve kapasitenin dengelenmesi / dağıtılması anlamına gelir. Standartlaştırılmış çalışma, görevler gerçekleştirilirken minimum çeşitlilik sağlayarak ve bir sistemin öngörülebilirliğini artırarak bir sistemin kararlılığına yardımcı olur. Evi tutan iki sütun tam zamanında ve jidokadır.

6.7. SMED

Tekli Dakikalarda Kalıpların Değişimi ya da Tekli Dakikalarda Model Değişimi olarak Türkçeleştirebileceğimiz SMED, Shiego Shingo tarafından makine üretim zamanından çok büyük kayıplar olduğunu fark etmesi ve bunun iyileştirilmesi için geliştirdiği tekniktir. Daha sonrasında model değişiminde kayıpları olan her proste uygulanmaya başlamıştır. Üretimde esneklik ve çeviklik sağlar.

Literatürde yapılan çalışmalar göz önüne alındığında şantiyelerde israfın giderilmesi için yalın üretim tekniklerinin kullanılmasının gerekliliği görülmüştür (Polat & Ballard, 2004) aşağıdaki çizelgeyi oluşturmuştur.

Çizelge 6.2: İsrak kaynakları ve ilgili yalın inşaat teknikleri (Polat & Ballard, 2004).

Kaynak	Yalın İnşaat Teknikleri
Tasarım	Proje tanımı, tasarım yapısı matrisi, 3B modelleme çapraz işlevli ekipler, eşzamanlı tasarım, set tabanlı tasarım, eksik bilgileri paylaşma, azaltılmış paket boyutları, işbirliğine dayalı tasarım
Tedarik	İş yapılandırma, çekme planlaması, tedarikçi eğitimi, ortaklık, kanban, iş paketleme, tedarikçi tarafından yönetilen envanterler
Malzeme Taşıma	5S, paket boyutlarını azaltılması, ambalajın ortadan kaldırılması, tam zamanında teslimatlar
Uygulama	First Run Studies, çok vasıflı çalışanlar, Last Planner

Al-Aomar yaptığı çalışmada şirketlerin %32'si yalın üretim teknikleri uyguladığını belirtmektedir. Kullanıcılar yalın tekniklerin oldukça etkili ve makul olduğunu düşünüyor.

Yalın inşaat tekniklerinin uygulanmasıyla (Al-Aomar 2012; Ekrem, Perihan 2018):

- İsrakın olmadığı sorunsuz bir iş akışına olanak tanır.
- Maliyet, zaman ve kalite bakımından iyileştirmeler sağlar.

- Değer katmayan faaliyetler ortadan kaldırılmış olur.
- Maksimum performans artışına olanak tanır.
- Projelerin doğru zamanda teslim edilmiş olur.
- Piyasada rekabet avantajına olanak tanır.
- Takım çalışmasını, güvenliği ve çalışanın moralini artırır,
- Müşteri memnuniyetinin artmasını ve satıcı-müşteri ilişkilerinin iyileşmesini sağlar.



7. TÜRK İNŞAAT SEKTÖRÜ

İnşaat, bina, altyapı vb. yapıları kapsayan ve insan ihtiyaçlarına cevap veren, üretime dayalı her türlü yapının amaca uygun inşa etme sürecidir (wikipedia.org). İnşaat sektörü yoğun iş gücünü kullanması, mal-hizmet üretimiyle doğrudan bağlantılı olması nedeniyle ekonomik olarak önemli bir durumdadır. İnşaat sektörü geçmişte de günümüzde de gelecekte de insan yaşamı ve ekonominin önemli bir parçasıdır. İnşaat sektörü ekonominin lokomotifidir. Türkiye’de inşaat sektörü Cumhuriyet döneminde gelişmeye başlamıştır. Cumhuriyetle beraber planlı ve hızlı kalkınma planı yapılmış ve inşaat sanayisinin temeli atılmıştır.

Türk inşaat sektöründe yer alan inşaat şirketleri, şantiyelerinde geleneksel proje yönetim sistemine baz alınarak uygulama yapmaktadır. Geleneksel proje teslim ile işler yapılırken birbirinden ilgisiz birbirini takip eden bir süreç izlenmektedir. Bu şekilde bütünleşme sağlanamadığından zaman, malzeme vb. israflar oluşmaktadır (Süzen & Abay, 2018).

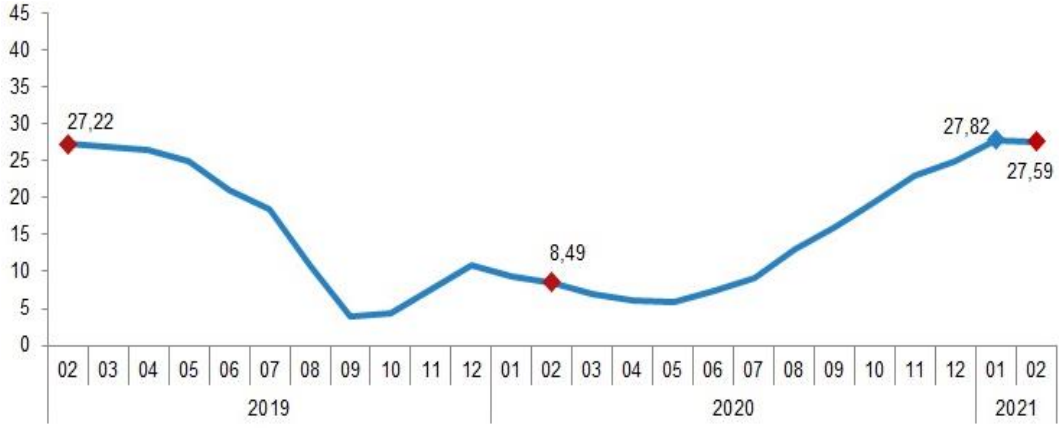
Aşağıda inşaat maliyet endeksi ve değişim oranları verilmiştir (Hakediş, 2021).

Çizelge 7.1. İnşaat maliyet endeksi ve değişim oranları.

YIL	OCAK	ŞUBAT	MART	NİSAN	MAYIS	HAZİRAN	TEMMUZ	AĞUSTOS	EYLÜL	EKİM	KASIM	ARALIK
2021	258,24	258,16										
2020	202,04	202,34	202,34	204,08	206,85	208,46	210,43	216,3	220,87	227,47	234,07	240,35
2019	184,83	186,51	189,25	192,27	195,51	193,97	192,76	191,35	190,23	190,36	190,32	192,25
2018	144,92	146,6	149,08	152,1	156,58	160,17	162,78	172,71	182,87	182,57	176,85	173,57
2017	124,69	125,09	126,43	126,84	127,26	127,06	128,16	129,51	130,94	132,76	136,09	138,14
2016	108,19	108,12	109,39	110,26	112,11	111,6	111,52	111,9	112,19	113,06	115,83	118,9
2015	97,13	97,65	98,27	99,14	100,17	100,03	100,83	101,35	102,25	101,56	101,01	100,6

Aşağıda güncel olarak şubat ayı ciro endeksleri gösterilmiştir. İnşaat maliyet endeksi, 2021 yılı Şubat ayında bir önceki aya göre %0,03 azaldı, bir önceki yılın aynı ayına göre %27,59 arttı. Bir önceki aya göre malzeme endeksi %0,04, işçilik endeksi %0,02 azaldı. Ayrıca bir önceki yılın aynı ayına göre malzeme endeksi %31,64, işçilik endeksi %19,73 arttı.

Çizelge 7.2. İnşaat maliyet endeksi yıllık değişim oranı (%), şubat 2021

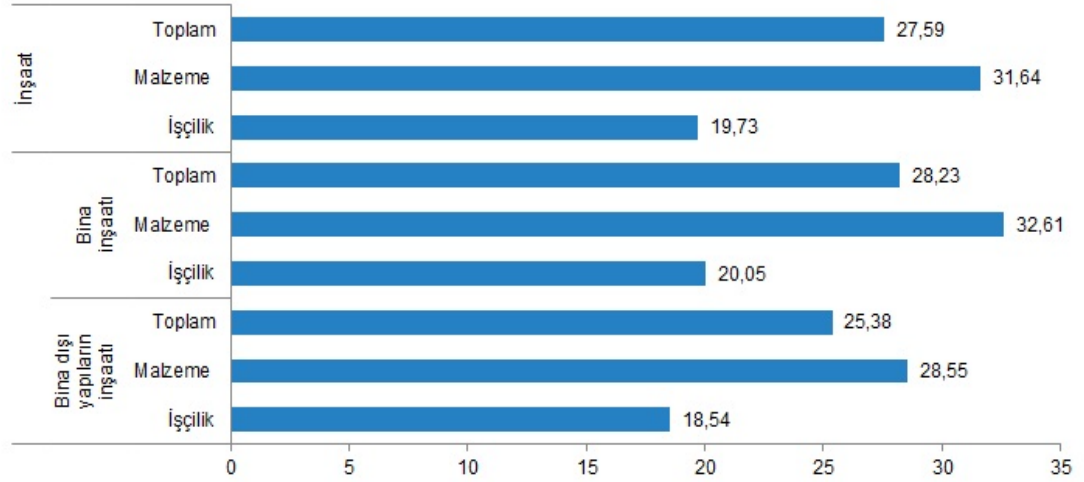


Kaynak: (TÜİK 2021).

Aşağıda inşaat, bina inşaatı, bina dışı yapıların inşaatı inşaat maliyet endeksi yıllık değişim oranları gösterilmiştir.

Çizelge 7.3. İnşaat maliyet endeksi yıllık değişim oranı (%), Şubat 2021 (TÜİK).

İnşaat maliyet endeksi yıllık değişim oranları (%), Şubat 2021



İnşaat faaliyetleri 2020 yılında yaşanan pandemi sebebiyle kapatma kararları sonucu ve geleneksel olarak mevsimsel etkilerden etkilendiği için kış aylarında gerilemiştir. Nisan ayında tekrar kapanma önlemleri alınmıştır. Önlemler mayıs ayını da kapayacağından inşaat işlerinde yavaşlama öngörülmektedir (İMSAD, Türkiye İmsad Aylık Sektör Raporu, Nisan 2021)

8. LİTERATÜR TARAMASI

Malezya yarım adasında %34'ü danışmanlardan, %51'i müteahhitlerden, %15'i müşterilerden oluşan bir anket sonuçlarına göre 5 tane temel israf türü belirlenmiştir (Nagapan, Rahman, Asmi, Menon, & Zin, 2012). Bunlar sırasıyla; kötü site yönetimi ve denetimi, tecrübe eksikliği, yetersiz planlama ve zamanlama, tasarımdaki hatalar, inşaat sırasındaki hatalar.

Sri Lanka inşaat endüstrisi için yapılan başka bir araştırmaya göre en fazla gözlemlenen israf türleri sırasıyla: kusurlar, hasarlı malzeme, gereksiz malzeme hareketi, gereksiz emek hareketi, yeniden işleme, tasarım hataları, aktivite gecikmeleri, bekleme sürelerinden kaynaklanan hatalar olarak gösterilmiştir. Bu çalışmada özellikle deneyimli proje yöneticilerinin, saha tecrübesi fazla olan teknik sorumlular ve ustabaşlarının fikirleri daha fazla sayıdadır. Ayrıca bu çalışmada israfa neden olan etkiler şöyle sıralanmıştır: geç bilgi, çevresel nedenler, kötü yönetim kontrolü, kaynakların düşük kalitesi, kaynak kıtlığı, hatalı bilgi, belirsiz bilgi (Senaratnel & Wijesiri, 2008).

Mısır inşaat endüstrisi için yapılan sık (%70-100), bazen (%40-69), nadiren (%0-39) gibi yüzdelerle sınıflandırılan başka bir çalışmaya göre sırasıyla; geç bilgi, yetersiz bilgi, kötü kontrol, gereksiz insan hareketleri başta gelen nedenler arasındadır (Garasl, Anis, & Gammal, 2001).

Nijerya'da inşaat sektöründe atık kontrol önlemlerinin değerlendirilmesi adı altında yapılan diğer bir çalışmada yapılan ankette katılımcılar %12,00'sinin inşaatçı, %48,00'inin mimar, %21,33'ünün metraj denetçisi ve %18,66'sının mühendis olarak gösterilmiştir. Bu çalışmada israfa neden olan etkiler şöyle sıralanmıştır: kaynakların aşırı tüketimi, kompozit ve bina tasarımı, hava ve uygun olmayan depolama nedeniyle malzeme hasarı, yanlış kullanım veya dikkatsiz teslimat nedeniyle sahada maddi hasar. Meydana gelme nedenleri ise: son dakika müşteri gereksinimi, karmaşık tasarım, tasarım bilgisi eksikliği, öngörülemeyen zemin durumu, iletişim eksikliği, uzun proje süresi olarak belirtilmiştir (Wahab & Lawa, 2011).

“Atık kaynaklarının ciddiyeti için sıralı lojistik regresyon analizi sonucu” adlı tezde de faktörler şöyle sıralanmıştır: veri hatası, tasarım, taşıma, operasyonlar, hava, Vandalizm, yanlış yerleştirme, artık (Fadiya, Georgakis, & Chinyio, 2014).

(Polae & Ballard, 2004)'te yaptığı çalışmada süre kaybından meydana gelen israf nedenlerini ve görülme sıklığını aşağıdaki gibi açıklamıştır.

Çizelge 8.1. Türk yapım şantiyelerinde meydana gelen israf nedenleri ve sıklıkları
(Polae & Ballard, 2004).

Kaynak	Süre İsrafının Nedenleri	Sıklık (%)
Tasarım	Çeşitli uzmanlar arasındaki ilişki	19
	İşin tekrarlanması	13
	Tasarım dosyalarında meydana gelen bilgi eksikliği	10
	Tasarım dosyalarındaki yanlış bilgiler	6
	Tasarım dosyalarında çelişkili içeriklerin olması	3
	Çizimlerin onayının gecikmesi	3
Tedarik	Malzeme tedarikinin gecikmesi	72
	Tasarım dosyalarında tanımlanan proje ihtiyaçlarının karşılamayan malzemelerin ulaşması ve yenisiyle değişmesi esnasında beklenmesi	53
	Ekipmanın nakli veya kurulumunun gecikmesi	6
Uygulama	Yetersiz personel olması	29
	Ana programın gerçekçi olmaması	23
	İşçi hataları nedeniyle işin tekrarlanması	16
	Ekipmanın yetersiz kalması	13
	Tasarım dosyalarının ve çizimlerin beklenmesi	9
	Personel arası koordinasyon eksikliği	8
	Yanlış yapım yönteminin seçilmiş olması	5
	Güvenliğin yetersizliği nedeniyle kazaların oluşması	4
Diğer	Nakit akışı düzensiz olması	39
	Hava koşullarının şiddetli olması	35
	Bürokratik işlemler	6
	Öngörülemez yerel durumlar	6
	Mücbir sebepler	5

Aynı çalışmada malzeme eksikliğinden meydana gelen israf türleri ve sıklıkları aşağıdaki gibi belirlenmiştir. (Polae & Ballard, 2004)

Çizelge 8.2. Türk yapım şantiyelerinde meydana gelen malzeme israfı nedenleri ve görülme sıklıkları (Polae & Ballard, 2004).

Kaynak	Malzeme İsrafının Nedenleri	Sıklık (%)
Tasarım	Tasarım dosyalarındaki bilgi eksikliği	13
	Tasarımda değişiklik yapılması ve revizyonlar	12
	Tasarım dosyalarındaki yanlış bilgiler	10
	Malzeme çeşitlerinin ve boyutlarının israf dikkate alınmayarak belirlenmiş olması	3
Tedarik	Tasarım dosyalarında belirtilen proje ihtiyaçlarını karşılamayan malzemelerin sipariş edilmesi	86
	Metraj hataları nedeniyle malzemelerin fazla veya az şekilde siparişin yapılması	8
	Yapım personeli ve depo arasındaki koordinasyon eksikliği nedeniyle az veya fazla malzemeler sipariş edilmesi	4
Malzeme Taşıma	Kusurlu şekilde stoklama ve taşıma nedeniyle malzemelerin hasar görmesi	16
Uygulama	Hatalı şekilde yapılan yapım planlaması	61
	İşçiye dair hatalar	32
	Sonradan meydana gelen işlerin neden olduğu hasar	3
Artık	Ekonomik olmayan sınırlara göre kesim yapılmasından kaynaklanan dönüştürme israfı	22
Diğer	Şantiyedeki malzemelerinin eksik kontrolü	23
	İsraf yönetim planının eksikliği	10

“Malezya'da İnşaat Sektöründe Atık Üretimini Etkileyen Faktörlerin” incelendiği bir tezde tasarım, tedarik, malzeme taşınmasından kaynaklı, inşaat atıklarından kaynaklı faktörlere ayrılmıştır. Tasarımın neden olduğu faktörler önem derecelerine göre şöyle sıralanmıştır: inşaat atıkları konusunda bilgi/deneyim eksikliği, ürünlerin özellikleri ve ürünlerin boyutlandırılması, kompozit binalar/ düşük kaliteli ürün seçimi, uzun proje süresi, sözleşmelerde hata/sözleşme belgeleri eksikler. Tedarikten kaynaklanan faktörler önem derecelerine göre şöyle sıralanmıştır: şartnameye aykırı malzeme alımı, bir malzemenin daha pahalı bir malzemeyle değiştirilmesi, toplu satın alma gereksinimleri, tedarikçilerin dahil olmaması, küçük miktarlarda sipariş vermenin imkansızlığı. Malzemelerin taşınmasından kaynaklanan faktörler önem derecelerine göre şöyle

sıralanmıştır: hasara yol açan uygun olmayan depolama, kullanımla ilgili yetersiz talimat, taşıma sırasında hasar, uygun olmayan ekipman, yerinde malzeme kontrolü eksikliği. İnşaattan kaynaklanan faktörler önem derecelerine göre şöyle sıralanmıştır: öğeler, yeniden işleme, site ofis atıkları, inşaat sırasında hata, binanın aşamaları (Ikau, Joseph, & Tawie, 2016).

Diğer bir çalışmada Al-Aomar Birleşik Arap Emirlikleri'indeki Abu Dhabi şehrindeki yapım şantiyelerinde meydana gelen israf türleri üzerine detaylı bir çalışma yapmış ve israf türlerini ayrıntılı bir şekilde birbirinden ayırmıştır. Çalışmaya göre yapım şantiyelerinde 27 tane temel israf türü ile karşılaşmıştır (Al-Aomar, 2012). Karşılaşılan bu israf türleri yedi ana israf olarak belirlenmiştir.

Meydana gelen 27 israf türünde en fazla etkiye sahip pay sırasıyla; geç iş teslimi, uzun onay süreçleri, aktivite başlangıç gecikmeleri olarak gösterilmiştir. Bu etkiye sahip nedenler en fazla sırasıyla; işgücü kaynakları eksiklikleri, müşavir onaylarının gecikmesi, malzeme tedarik gecikmeleri ve depolama eksiklikleri olduğu görülmektedir. Abu Dhabi şantiyelerinde en fazla süreden kaynaklanan durumlardan dolayı israflar görülmüştür. Çalışmada ayrıca inşaat yöneticilerine göre bu israfların meydana gelme sıklıkları projelerde nadiren, sıklıkla ve daima olacak şekilde %75 olarak ortaya çıkmıştır.

Şantiyede meydana gelen israfların oluşma nedenleri 7 ana sebep olarak ayrılmıştır. Şantiyede israfa neden olan etkilerin en fazla sırasıyla; malzeme yetersizliği/hataları, eğitimsiz iş gücü, zayıf yönetim olduğu görülmektedir.

9. DÜZCE ŞANTİYLERİNDE İSRAFLARIN VE NEDENLERİNİN BELİRLENMESİ – ANKET ÇALIŞMASI

Tüm dünyada ve tüm sektörlerde öncelikle amaç iş veriminin sağlanmasıdır. Bu amaca ulaşmak için israfların mümkün olduğunca ortadan kaldırılması gerekir. Çünkü birçok işletmede israfların ortaya çıkması verimi olumsuz etkiler. Böylelikle ekonomik kayıplar kaçınılmaz olur.

Bu çalışmada verimi negatif yönde etkileyen israf türlerinin neler olduğu ve ne derece etki ettiğinin tespit edilmesi amaçlanmıştır. Türk inşaat sektörü için genel araştırmaların yapılmış olması dolayısıyla özellikle küçük bir şehirde meydana gelen israf türleri tespiti bu çalışmada hedeflenmiştir. Bu şekilde düşünülerek Düzce ilindeki birçok şantiye baz alınarak veriler elde edilmiştir. Böylelikle genel açıdan bakılmış olan çalışmalarla bu araştırma arasında kıyaslama ve analiz imkanı elde edilmiştir.

Anket, soru-cevap şeklinde olan bir teknik olup sistematik veri toplama yöntemi olarak tanımlanır. Hedef kitleye göre önceden belirlenen kişilere ve kurumlara hazırlanmış sorular sorulur. Toplanan verilerle ortaya sonuçlar çıkar ve değerlendirme yapılabilir. Gerçekleşen analiz ve raporlama kısmı diğer çalışmalarla kıyaslama imkanı da verir. Literatürde birçok makale ve tez incelemesi sonucunda değerlendirme ve karşılaştırılabilir bilgiler elde etme amacıyla anket çalışması yapılmasına karar verilmiştir. Yapılan anket çalışmasının doğru ve özenli olması açısından aşağıda açıklanan anket çalışmalarında izlenmesi gereken yollar uygulanmıştır:

- 1- Anketin amacı ve hedefi belirlenmiştir.
- 2- Elde edilen sonuçların kimler tarafından kullanılacağı belirlenmiştir.
- 3- Anketin amaca ulaşması için hangi bilgilerin toplanacağı belirlenmiştir.
- 4- Anketi hazırlamaktan kimin sorumluluğu olduğu belirlenmiştir.
- 5- Anketin kimlere uygulanacağı belirlenmiştir.
- 6- Anketin nasıl uygulanacağı belirlenmiştir.
- 7- Hangi kaynakların ihtiyaç olduğu belirlenmiştir.
- 8- Hangi anket maddelerinin kullanılacağı belirlenmiştir.

9- Anket sonuçları özetlenirken, yorumlanırken ve raporlanırken hangi metotların kullanılacağı belirlenmiştir.

10- Ankete kaç kişinin cevap vermesi gerektiği belirlenmiştir.

11- Anket yöntemi kullanılırken izlenecek basamaklar belirlenmiştir.

9.1 ANKETİN AMACI VE HEDEFİ

“Düzce Şantiyelerinde İsrafin Nedenlerinin Belirlenmesi Ve Yalın İnşaat Uygulamalarıyla Çözüm Yöntemleri” adı altında yapılan anket çalışmasını kapsamaktadır. Yapılan çalışmaya göre Düzce şantiyelerinde hangi israf türleri ve hangi sıklıkla karşılaşıldığı tespit edilmek istenmiştir. Elde edilen bulgular güncel olup geçmişte yapılmış olan çalışmalarla kıyaslanma yapılacak şekilde uygulanmıştır. Anket soruları bizzat Düzce’deki şantiyelerde ve ofislerde çalışmakta olan kişilere sunulmuştur. Kişilerin tecrübe ve bilgisi baz alınmıştır. Doğru analiz için anketin yöneltildiği kişilerde şu niteliklerden en az biri aranmıştır:

- Meslekte en az 1 yıl deneyimi olmak.
- İnşaat mühendisliği mesleğini yapıyor olmak.
- Mimarlık mesleğini yapıyor olmak.
- Şantiye şefi, kaba işler şefi, ince işler şefi, inşaat teknikeri mesleklerinden birini yapıyor olmak
- Proje müdürü, danışman pozisyonlarından birinde görev yapıyor olmak.

Anket soruları sunulacak kişilere araştırmanın yüksek lisans tezi olduğu bilgisi verilmiş, amacı ve önemi açıklanmış ve bu doğrultuda tecrübelerinden yararlanılmak istenmiştir. Elde edilen sonuçlar görsel şekilde şematik olarak elde edilmiş ve diğer çalışmalarla kıyaslama yoluna gidilmiştir. Böylelikle sorunun kaynağı ve ne derece etki ettiğinin tespiti yapılmış ve israfin giderilmesi adı altında öneriler sunulmuştur.

9.2 ANKET FORMATI

Anket soruları daha önce yapılmış çalışmalar ve güncel durumlar göz önüne alınarak gruplandırılmış ve oluşturulmuştur. Anket soruları bizzat yüz yüze ve online olarak kişilere sunulmuştur. Sorular genel bilgilerin haricinde israf türlerini kapsayan kısmı

beşli likert sisteme göre hazırlanmıştır. Likert tipi sorular analiz edilmek istenen konu için görüş ve tutumlarını içeren ifade ve buna katılım düzeyini tespit eden seçenekler içerir. Seçenekler en yüksekte en düşüğü olacak şekilde sıralanır (Turan, Şimşek, & Aslan, 2015). Aşağıda Likert'in kullandığı 5'li likert sistemi gösterilmiştir.

Kesinlikle Onaylıyorum	Onaylıyorum	Kararsızım	Onaylamıyorum	Kesinlikle Onaylamıyorum
------------------------	-------------	------------	---------------	--------------------------

Şekil 9.1. 5'li likert sistem.

1'den 5'e kadar olan rakamların ne anlama geldiği şu şekilde belirtilmiştir:

- 1- Hiç Karşılaşmıyorum
- 2- Az Karşılaşıyorum
- 3- Orta Derecede Karşılaşmıyorum
- 4- Karşılaşıyorum
- 5- Çok Karşılaşmıyorum

9.3 ANKET İÇERİĞİ

“Düzce Şantiyelerinde İsrafın Nedenlerinin Belirlenmesi Ve Yalın İnşaat Uygulamalarıyla Çözüm Yöntemleri” adı altında kişilere yönlendirilecek sorular için hem yurtdışı hem yurtdışından birçok kaynak baz alınmıştır. Sonuçların paylaşılması aşamasından sonra diğer çalışmalarla kıyas yapılırken bu çalışmalara ve kaynakları konusunun detayına inilecektir.

Önceki çalışmalar ışığında birçok israf türü olduğu tespit edilmiştir. Konuya ayrıntılı açıdan bakarken genel açıdan da bakmak için israf türleri yedi başlık altında toplanmıştır ve bu şekilde kişilere sunulmuştur. Aşağıda yedi başlık belirtilmiştir:

- 1- Tasarımdan kaynaklı israflar
- 2- Malzeme kaynaklı israflar
- 3- Yönetimden kaynaklı israflar
- 4- Çalışanlardan kaynaklı israflar
- 5- Üretimden kaynaklı israflar

6- Arazi koşullarından kaynaklı israflar

7- Dış nedenlerden kaynaklı israflar

8- Süreden kaynaklı israflar

Tasarımdan kaynaklı israflar; sık tasarım değişiklikleri ve revizyonlar, tasarımın karışık olması, tasarımcıların tecrübesizliği, tasarım hataları, sözleşmedeki eksiklikler, tasarım kalitesinin kötü olması, tasarım bilgisi eksikliği, çizimlerin onaylanmasında gecikmeler, metraj hataları olarak sınıflandırılmıştır.

Malzemeden kaynaklı israflar; malzemenin kalitesiz olması, yanlış depolama, malzemenin iki kez taşınması, ekipman arızası, uygun olmayan aletlerin kullanılması, ekipmanın eski olması, ekipman bulunmaması, taşıma sırasında hata, ekipman kıtlığı, kaynaklar sorunu, olarak sınıflandırılmıştır.

Yönetimden kaynaklı israflar; zayıf planlama, zayıf yönetim, zayıf kontrol, yetersiz denetim, atık yönetim planlarının eksik olması, yasal yaptırım eksikliği, uygun olmayan inşaat yöntemleri, taraflar arasında koordinasyon eksikliği, iletişim problemleri olarak sınıflandırılmıştır.

Çalışanlardan kaynaklanan israflar; işçilerin neden olduğu hatalar, tecrübe eksikliği, zayıf işçilik, işçi hatası, işçilerin eğitiminin yetersiz olması, vasıflı işçi sıkıntısı, işçinin malzemeyi yanlış kullanması, işçinin yanlış fikirleri, yetersiz işçi, çevre bilinci eksikliği olarak sınıflandırılmıştır.

Üretimden kaynaklı israflar; sipariş hataları, nakliye hataları, tedarikçi hataları, sırlamadaki hatalar, yetersiz malzeme tedarik programı, ürünlerin spesifikasyonu ve ürünlerin boyutlandırılması olarak sınıflandırılmıştır.

Arazi koşullarından kaynaklı israflar; şantiyede artık malzemeler, şantiyenin kötü kurulumu, paketlemeden kaynaklı israflar, şantiyenin tıkanıklığı, aydınlatma sorunu, ekip müdahalesi olarak sınıflandırılmıştır.

Dış nedenlerden kaynaklı israflar; hava durumunun etkisi, kazalar, hırsızlık, üçüncü şahıslardan kaynaklı hasarlar, öngörülemeyen bölgesel durumlar, vandalizm olarak sınıflandırılmıştır.

Süreden kaynaklı israflar; bekleme sürelerinin fazla olması, yeniden çalışma zorunluluğu, teslimatın gecikmesi, işçiler için fazla çalışma saati, taraflar arasındaki geç bilgi akışı olarak sınıflandırılmıştır.

9.4 ANKET VE VERİ TOPLAMA SÜRECİ

Birçok kaynak incelenip analiz edilmesi sonucu oluşan sorular için hedef kitle belirlenmiştir. Anketlerin kişileri ulaşılması iki şekilde gerçekleşmiştir: yüz yüze ve online anket formatı ile. Toplamda 100 kişi hedeflenmiş ve kişilerden 72'ine yüz yüze, 38'sine online anket formatıyla ulaşılmıştır. Yani en fazla cevap yüz yüze elde edilmiştir.

Çizelge 9.1. Anketin doldurulmuş biçimi ve cevaplanan anket sayısı.

Anketin Doldurulmuş Biçimi	Cevaplanan Anket Sayısı
Yüzyüze	72
Online	38

Anket toplama sürecinde gidilen birçok küçük ölçekli şirketlerin şantiyeleri olmaktadır ve yüz yüze olacak şekilde kişilerle iletişim sağlanmıştır. Birçoğu mühendis, mimar ve şantiye şefi pozisyonlarında görev alanlardan oluşmaktadır. Diğer yöntemde pandemi koşullarından dolayı erişim sağlanamayan yine Düzce içinde şantiyelerde görev alan kişilere erişim online şekilde sağlanmıştır.

Düzce'de birçok yapım şantiyesinde görev alan en az 1 yıl deneyimli mühendis, mimar, şantiye şefi, inşaat teknikeri, danışmandan oluşmaktadır. Düzce'nin birçok yerinde görevlerini sürdürmektedirler. Meslek hayatlarındaki tecrübeleri bu anket yoluyla çalışmaya katkı sağlamaktadır.

Anket soruları yukarıda belirtildiği üzere sekiz gruba ayrılmış ve içerlerinde bulunan israf türleri ile toplamda 55 soru hedef kitleye yöneltilmiştir. Hedef kitlenin mesleği, şirketteki konumu, yaşı, sektördeki çalışma yılı ve eğitim düzeyi bilgileri de anket sorularına eklenmiştir. Elde edilen bulguların daha doğru ve ayrıntılı olması açısından önem taşımaktadır.

9.5 SPSS VERİ ANALİZİ

IBM Firması tarafından geliştirilen SPSS (Statistical Package for the Social Sciences) istatistiksel analiz yapmak amacıyla kullanılan bir programdır. İstatistiksel analizin yanında

eldeki verilerden yeni veriler oluşturmak, durum tespiti yapmak için de kullanılır. Verilerin ortalama, mod, standart sapma ve medyan cinsinden değerlerinin hesaplanmasında kullanılır. Anketle elde edilen yaş, eğitim durumu, meslek gibi değişkenlerin frekans sayıları elde edilir. İfadelere verilen cevaplara ilişkin puanların toplamı ve ortalamaları SPSS ile hesaplanabilir. Ayrıca ölçeklerin güvenilirlik analizleri ve normallik testleri yapılır. Normallik testine göre parametrik ve nonparametrik analizler yapılır.

1) Güvenilirlik Analizi

SPSS analizi yapılırken ilk olarak güvenilirlik analizi yapılmış olup cronbach alpha katsayısı elde edilmiştir. Cronbach alpha katsayısı ölçekteki yargıların yapısını yorumlamak için kullanılır (Yıldız & Uzunsakal, 2018). Liker tipli ölçeklerde sıkça kullanılan cronbach alpha katsayısının yüksek olması, yapılan anketteki maddelerin tutarlılığının fazla olması anlamına gelmektedir. Cronbach alpha aşağıdaki gibi yorumlanmaktadır (Yıldız & Uzunsakal, 2018):

$0 < R2 < 0.40$ olması durumunda güvenilir değil

$0.40 < R2 < 0.60$ olması durumunda düşük güvenilirlikte

$0.60 < R2 < 0.80$ olması durumunda oldukça güvenilir

$0.80 < R2 < 1.00$ olması durumunda yüksek güvenilirlikte

İsraf türleri için yapılan güvenilirlik testinde cronbach alpha analizi test edilmiştir. Aşağıda analiz sonucunda cronbach alpha katsayısı elde edilmiştir.

Çizelge 9.2. Güvenilirlik katsayısı.

Reliability Statistics

Cronbach's Alpha	N of Items
,936	60

Elde edilen sonuçlara göre 55 maddelik ölçeğin cronbach alpha güvenilirliği %93.6 bulunmuştur. Bu değerinde elde edilmesi yüksek güvenilirlikte olduğu anlamına gelmektedir.

2) Normallik Testi

Verilerin normal dağılıp dağılmadığını tespit etmek için skewness (çarpıklık), kurtosis (basıklık) değerleri incelenmiştir. Her bir ifadeye ait değer -1 ila +1 arasında değişkenlik gösterdiği tespit edildiğinden ifadelerin normal dağılım gösterdiği doğrulanmıştır (Hair vd., 2013). Aşağıda yapılan analizde yaş için bir örnek verilmiştir.

Skewness	,346	,241
Kurtosis	-,537	,478

Şekil 9.2. Yaşın skewness ve kurtosis değerleri.

3) Bağımsız T Testi

Bağımsız gruplar için t testi, iki gruba ayrılmış olan ortalamaların arasındaki farklılığın olup olmadığını belirlemek amacıyla kullanılır. Yapılan çalışmaya göre mimarlar ve inşaat mühendisleri arasında ilişki aşağıda gösterilmiştir.

Sig.	t	df	Sig. (2-tailed)
,151	-,058	81	,954
	-,067	21,889	,947

Şekil 9.3. Sig değerleri.

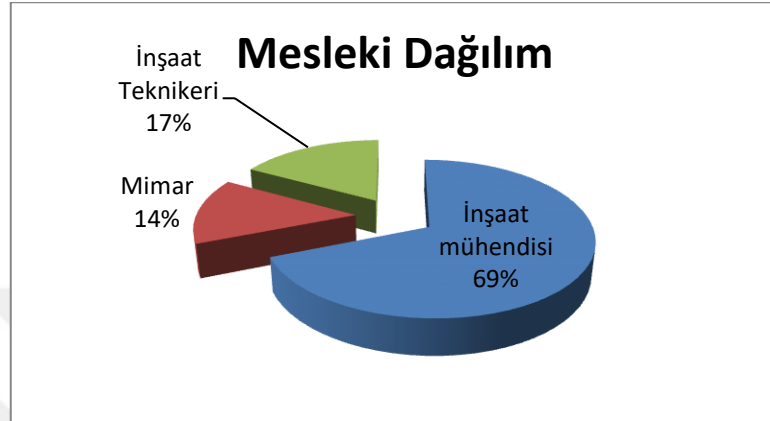
Sig. değeri 0,05'ten büyükse varyansların homojen olduğuna karar verilir. Sig. (2-tailed) değeri ise iki grup arasında fark olup olmadığına karar verilir. Eğer değer 0,05'ten küçükse gruplar arasında fark vardır; 0,05'ten büyükse anlamlı fark olmadığı anlamına gelmektedir. Yukarıda da gösterildiği gibi elde edilen sonuçlara göre sig değeri 0,151 olup 0,05'ten büyük olduğu için inşaat mühendisi ve mimarlar arasında anlamlı bir farklılık yoktur yorumu yapabiliriz.

9.6. ANKET SONUÇLARI

Sunulan ankette 100 kişi hedef kitle olarak belirlenmiştir. En az 1 yıl deneyimli olmak şartıyla pek çok inşaat mühendisi, mimar, danışman, inşaat teknikerini sorular yöneltmiştir. 100 kişiden 69'u inşaat mühendisi, 14'i mimar, 17'si inşaat teknikeri

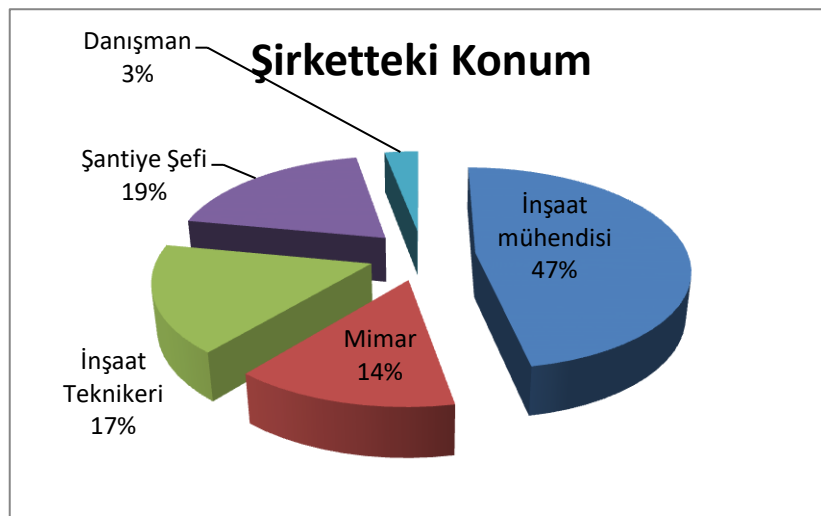
mesleklerini yapmaktadır. Elde edilen sonuçlarda görüldüğü üzere yarısından çok daha fazlası inşaat mühendislerini oluşturduğundan onların tecrübelerinden daha fazla yararlanıldığı söz konusudur. %69' inşaat mühendisi, %14'ü mimar, %17'si inşaat teknikerinin oluşturduğu grafik aşağıda sunulmuştur:

Çizelge 9.3. Mesleklerin dağılımı.



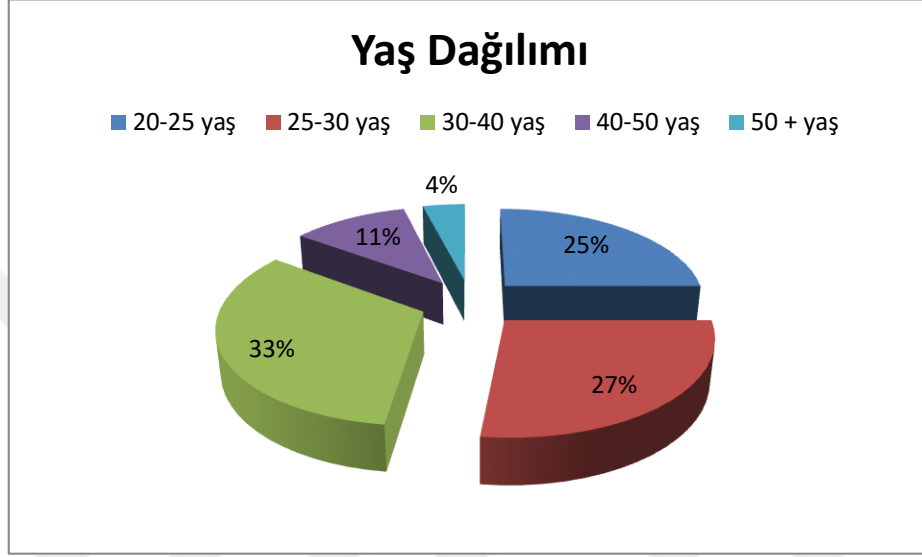
Hedef kitleye ikinci soru olarak şirketteki konumlarının ne olduğu sorulmuştur. Pek çok inşaat mühendisinin şantiye şefi olarak çalıştığı, bazı inşaat mühendislerinin de danışmanlık yaptığı görülmektedir. Elde edilen verilere göre şirketteki konumları sırasıyla; inşaat mühendisi olarak 47, mimar olarak 14, şantiye şefi olarak 19, inşaat teknikeri olarak 17, danışman olarak 3 kişi olacak şekildedir. %47'si inşaat mühendisi, %14'ü mimar, %17'si inşaat teknikeri, %19'u şantiye şefi, %3'ünün danışmanı oluşturduğu grafik aşağıda sunulmuştur.

Çizelge 9.4. Şirketteki konumlar.



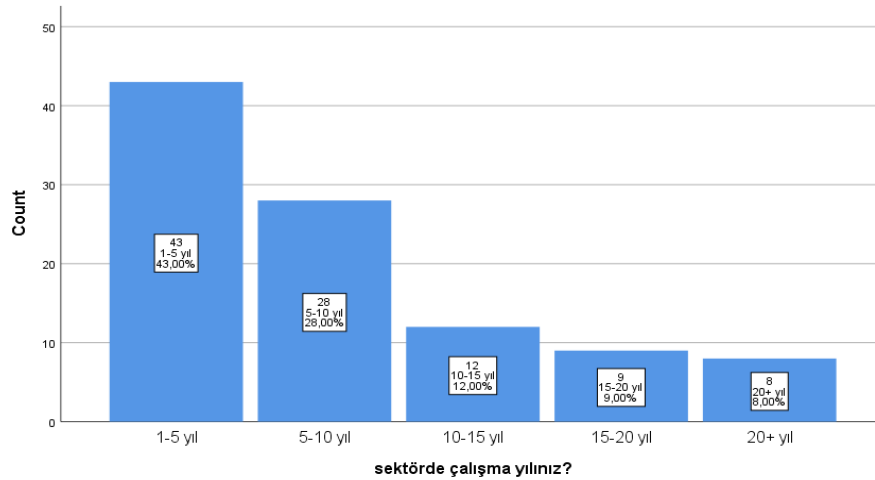
Hedef kitleye üçüncü soru olarak yaşları sorulmuştur. 100 kişinin 25'i; 20-25 yaş aralığında, 27'si 25-30 yaş aralığında, 33'ü 30-40 yaş aralığında, 11'i 40-50 yaş aralığında, 4'ü de 50 yaş ve üzeri aralıktadır. Elde edilen sonuçlara göre en fazla yaş grubuna ait veri 33 kişiyle 30-40 yaş arasını kapsamaktadır. Aşağıda yaşlara göre dağılım gösterilmiştir.

Çizelge 9.4. Yaş dağılımı.



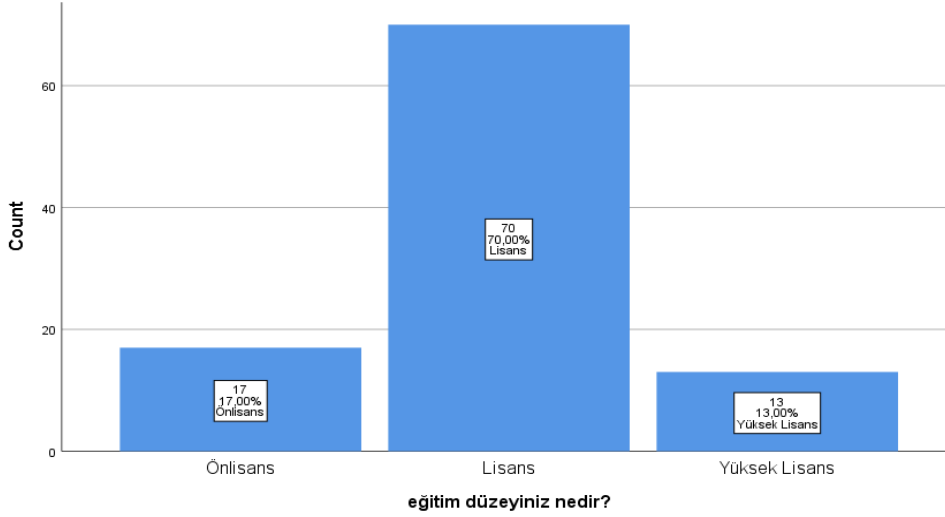
Diğer bir soru olarak kitleye sektörde çalışma yılları sorulmuş ve tecrübelerine dair bilgiler alınmak istenmiştir. 100 kişinin; 43'ü 1-5 yıl arası, 28'i 5-10 yıl arası, 12'si 10-15 yıl arası, 9'u 15-20 yıl arası, 8'i 20 yıl ve üzeri tecrübeye sahiptir. Aşağıdaki grafikte bu veriler gösterilmiştir.

Çizelge 9.6. Sektördeki çalışma yılı dağılımı.



Kişi bilgilerinde son olarak kişilerin eğitim düzeyleri sorulmuştur. 100 kişinin 70'i lisans, 13'ü yüksek lisans, 17'si önlisans mezunudur. Elde edilen verilere göre en büyük dağılımı lisans mezunları oluşturmaktadır. Aşağıdaki grafikte eğitim düzeyleri gösterilmiştir.

Çizelge 9.7. Eğitim düzeyleri

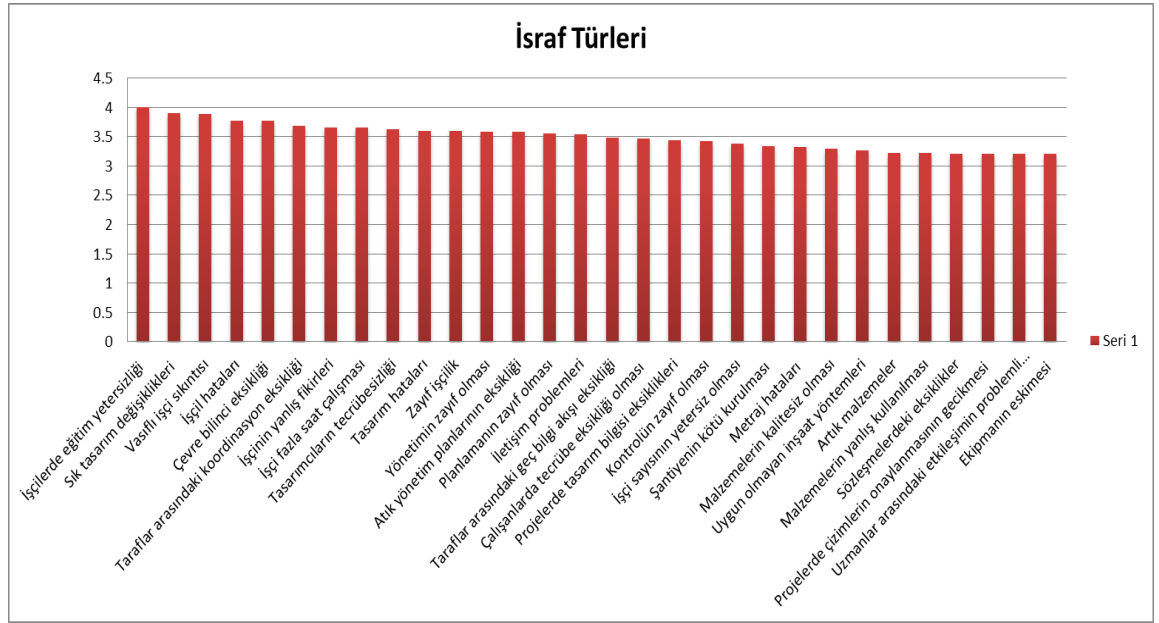


Bu kısmın ardından kişilere şantiyelerde israfa neden olan maddeler sunulmuş ve ne derece düzeyde karşılaştıklarını sorulmuş ve 1 ile 5 arasında puan vermeleri istenmiştir. Düzce ili için yapılacağı da belirlenmesi üzerine bu ile göre yanıtlar alınmıştır. İsrif nedenleri ve etki dereceleri sonuçlandırılmış ve grafikleri oluşturulmuştur. Daha sonra en fazla israfa neden olan 10 madde belirlenmiş ve sonucu çıkarılmıştır. En fazla israfa neden olan maddeler ve olası nedenleri tahmin edilmiş ve tartışılmıştır. İsrif nedenleri maddelenirken tasarım, malzeme, çalışan, üretim, yönetim, arazi koşulları, dış nedenler olarak da ayrıca sınıflandırıldığından elde edilen sonuçlar bu sınıflandırma içinde değerlendirilmiştir. Literatür araştırmasında daha önce yapılan çalışmalarla elde edilen sonuçlar arasındaki ilişkiler, benzerlikle ve farklılıklar incelenmiştir. Farklılıkların ve benzerliklerin olası nedenleri de tartışılmıştır. Elde edilen sonuçlar ve diğer çalışmalar arasında kıyas yoluna da gidilmiştir. Çalışmanın son olarak sonuç ve öneriler kısmı eklenmiştir. Elde edilen veriler ışığında sonuca varılmış ve neler yapılacağı hakkında öneriler sunulmuştur.

9.7. İSRAF TÜRLERİ VE ETKİ DERECELERİ

Anketlerin toplanması ile veriler SPSS programına aktarılmış ve analizleri yapılmıştır. Kullanılan SPSS programı ve excelde elde edilen sonuçlara göre israf türleri ve etki derecelerinin ortalamaları alınmıştır. 55 israf türünün hepsini grafikte gösterilemediğinde en fazla israfa neden olan 30 tür daha sonraki kısımda da kalan 25 tür grafikte gösterilmiştir. En fazla etkiye sahip 30 israf türü büyükten küçüğe olacak şekilde etkileri aşağıdaki grafikte gösterilmiştir.

Çizelge 9.8. İsrafa neden olan 30 etki



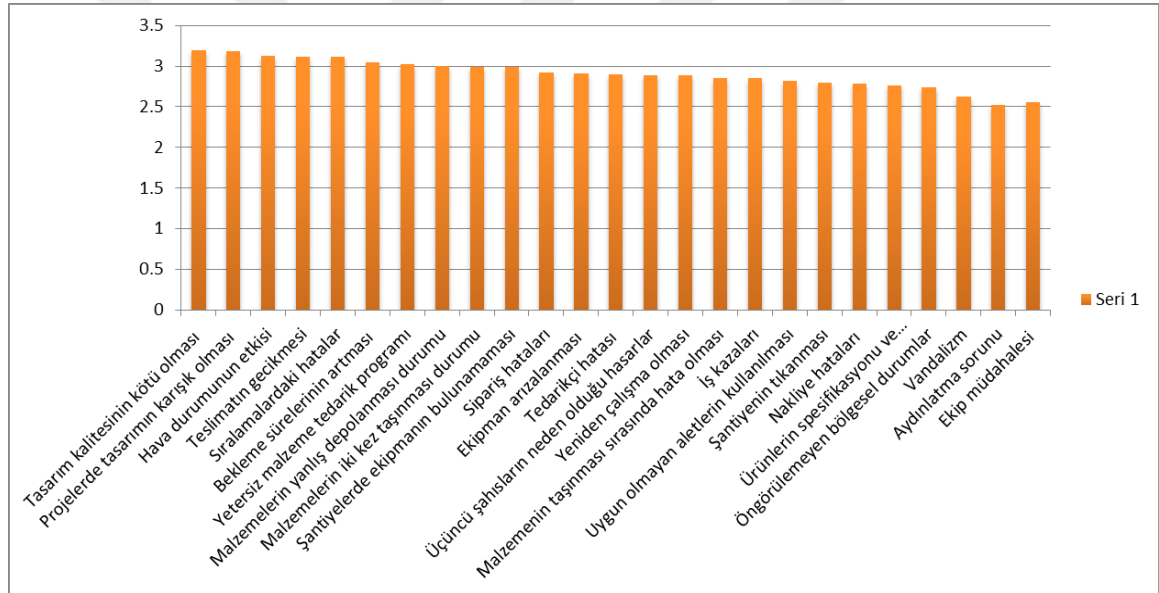
Yukarıdaki grafiğe göre en fazla israfa neden olan etkilerin başında işçilerin eğitim yetersizliği, sık tasarım değişiklikleri, vasıflı işçi sıkıntısı, işçinin neden olduğu hatalar gelmektedir. Grafiğin geneline de bakıldığında en çok israfa neden olan etkilerin çalışan kaynaklı olduğu tespit edilmiştir. Çalışanların eğitimindeki, tecrübelerindeki etkiler israf neden olarak büyük bir yer kaplamaktadır. Çalışan kaynaklı etkilerin dışında tasarım kaynaklı (sık tasarım değişiklikleri, tasarımcıların tecrübesizliği ve tasarıma dair hatalar) etkiler çok fazla görülmektedir. Çalışan ve tasarım kaynaklı etkilerin sonrasında yönetime ve palana dair hatalar (yönetimin zayıf olması, atık yönetim planlarının eksikliği, planlamanın zayıf olması) göze çarpmaktadır. Bunların da sonrasında iletişime dair hatalar (geç bilgi akışı, iletişim problemleri) önem kazanmaya başlamıştır.

Hata Dağılımı En Fazladan En Aza:

- Çalışan Hataları
- Yönetim ve Plan Hataları
- İletişim Hataları
- Malzemeye Dair Hatalar
- Diğer

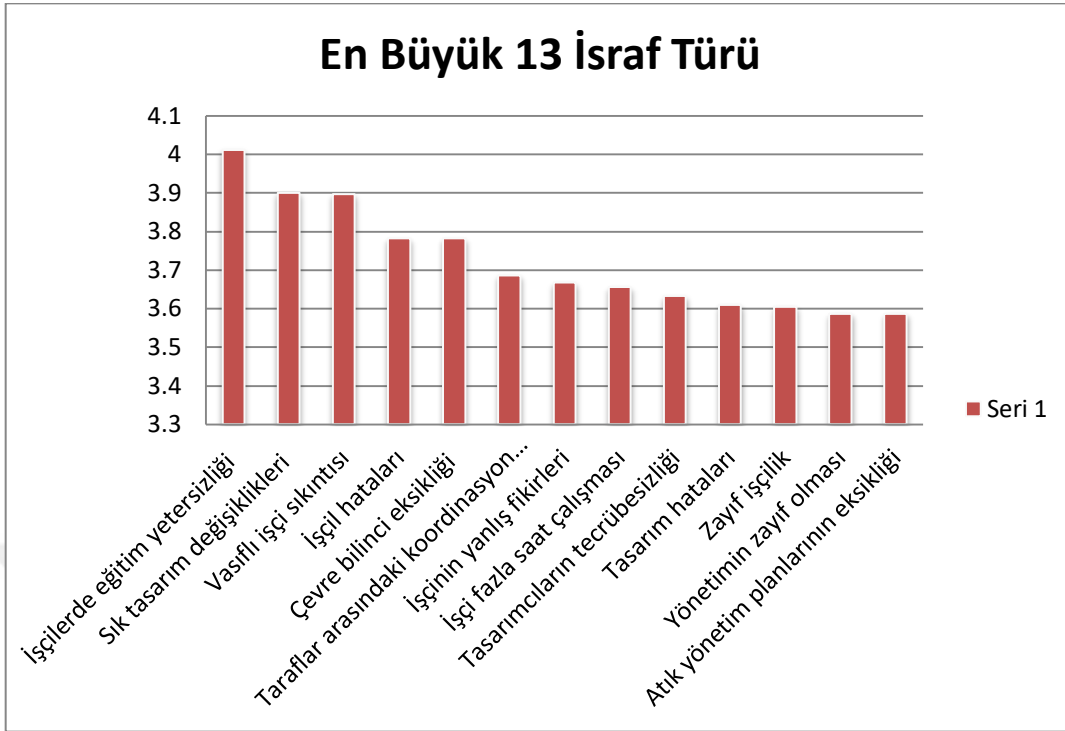
Aşağıdaki grafik de ise kalan 25 israf türüne ait grafik gösterilmiştir. İsrafa neden olan diğer etkiler göz önüne alındığında tasarım kalitesinin kötü olması, projelerde tasarımın karışık olması, hava durumunun etkileri vb. göze çarpmaktadır.

Çizelge 9.9. İsrafa neden olan diğer 25 etki



Birbirlerine oranları yakınlıkları açısından 13 israf türünün çok fazla etki ettiği görülmüştür. İsrafa neden etkiler çizelge 23'te gösterilmiştir. Aşağıdaki grafiğe göre en fazla israfa neden olan etkiler sırasıyla: işçilerde eğitim yetersizliği, sık tasarım değişiklikleri, vasıflı işçi sıkıntısı, işçinin neden olduğu hatalar, çevre bilinci eksikliği, taraflar arası koordinasyon eksikliği, işçinin yanlış fikirleri, işçinin fazla çalışma saati, tasarımcıların tecrübesizliği, tasarım hataları, zayıf işçilik, yönetimin zayıf olması, atık yönetim planlama eksikliği olarak elde edilmiştir.

Çizelge 9.10. İsrafa en fazla neden olan 13 etki



9.8. SONUÇLARIN ANALİZİ VE OLASI NEDENLERİ

İşçilerde eğitim yetersizliği ve vasıflı işçi sıkıntısı

Eğitim temel bir hak olup bir toplumun varlığını sürdürmek için ve kalıcılığın sağlanması için mutlaka sağlanması gereken temel şartlardandır. İşçilerin eğitimin yetersiz olması birçok sıkıntıya yol açmaktadır. Ülke nüfusu arttıkça inşaat faaliyetleri hız kazanmakta ve buna bağlı olarak çalışma hayatında aktiflik artmaktadır. İnşaat sektöründe çalışma alanı tehlikelerle dolu olup vasıfsız işçilerin eğitiminin düşük olması kazalara sebebiyet veren faktörlerdendir. Gerek eğitim seviyesinin düşüklüğü gerekse vasıfsız işçi grubu tehlikeli durumları algılayamamaya sebebiyet verebilir. İş sağlığı ve güvenliği alanında farkındalığa sahip olmamak da birçok kazayı beraberinde getirir. Eğitimsiz bir çalışan maalesef gerek sağlık açısından gerekse ekonomik açıdan birçok kötü sonuçlara sebebiyet vermektedir.

Sık Tasarım Değişiklikleri Ve Revizyonlar

Proje yönetim firmalarında proje sürecinde sıklıkla iş değişikliği talepleri ile karşılaşmaktadır. İnşaat yapım aşaması öncesi proje planlama, bütçe yapma, tasarımın yapılması, ihale ve sözleşme gibi aşamalardan geçer (Temel, Güranlı, & Mahçiçek,

2021). Aşamada karşılaşılan değişiklikler projenin her aşamasında maruz kalındığından bazı sorunlara yol açmaktadır. Sürekli bir değişme hem zaman açısından hem de ekonomik açıdan birçok kayba neden olmaktadır.

İşçi hataları

Bir şey olmaz mantığıyla hareket edilmesi sonucu meydana gelebilir. Yapıda kolon kiriş bağlantılarında, etriye sıkıştırılmalarında vb. birçok hatalar meydana gelmektedir. Bilinçsizce yapılan hatalar sonucunda birçok sıkıntı meydana gelmektedir. Kalite, ekonomiklik, müşteri tatmini açısından eksikliklere neden olmaktadır. Burada yine işçinin eğitim yetersizliği ve vasfı ön plana çıkmaktadır.

Çevre bilinci eksikliği

Dünyanın yaşanılabilir olması için doğanın iyi korunmaya ihtiyacı var. Bunu yapmak da çevre bilincini meydana getirmektedir. Yerleşim yerlerinde inşaatların yapılması sürecinde doğayı olumsuz etkileyecek birçok durum ortaya çıkmaktadır. Hava, su, toprak kirliliğine neden olan maddeler tespitinin yapılması önem arz eder. Çevre bilinci eksikliği geleceğe dair kaynakların tükenmesi ve kıtlığına yol açacaktır.

İletişim ve koordinasyon

Projenin başlangıç aşamasından ürün teslimine kadar aksama olmaması, plan program dahilinde işlerin yürütülmesi ve denetimi bu kapsama girer. Saha ile merkez arası iletişim ve koordinasyon, sürecin akışını etkileyen önemli bir ölçüttür. Şantiyelerin hızlı ve telaşlı yapısından kaynaklı iletişim ve bilgi akışı sorunları meydana gelebilmektedir. Şantiyeler büyüdükçe ve karmaşıklıklaştıkça bu etki daha da artmaktadır. Yanlış anlaşılmalara, iletişim kopukluklarına birçok soruna neden olmaktadır. Proje sürecinde koordinasyon düzgün iletişim ile sağlanmalı, iş programı takibi ile süreç yönetilmelidir.

10. SONUÇ VE ÖNERİLER

İnşaat, büyük rekabet ortamına sahip bir sektördür. İşletmeler varlıklarını sürdürmek ve kendilerini geliştirme ihtiyacı duyarlar. Yüksek mali kazanç, kaliteli bir çıktı odaklı işlerini yürütmek isterler. Bunun için müşteri tatmini sağlayacak, planlandığı maliyet ve zamanla projeyi eksik olmayacak şekilde projelerini teslim etmeyi hedeflemelidirler. Çünkü zamana, maliyete veya kaliteye vb. üzerine gelebilecek israf ve gecikmeler işletmeleri bir adım geride bırakacaktır.

Birçok işletme bazı yönetim yaklaşımlarını projelerinde uygulamaktadır. Yalın düşünce adı altında yalın üretim ve yalın inşaat ilkeleri bunlardan biridir. Yalın, gereksiz iş aşamalarının ortadan kaldırıldığı israfın engellendiği bir kavramdır. Yalın düşüncenin amacı tasarımdan proje teslimine kadar kesintisiz bir akış saplayıp müşteriye ulaştırmaktır. Değer katmayan aktivitelerin elendiği, gereksiz birçok aşamanın süreçten çıkarıldığı, müşteri memnuniyetine önem verildiği kaliteli bir proje teslimi için yalın inşaat ile yalın üretim ilkeleri inşaat sürecine yönetsel bir yaklaşım olarak dahil edilmelidir.

İkinci Dünya Savaşı'ndan sonra ekonomik olarak yıkıma uğrayan Japonya'nın ekonomisini canlandırmak için çalışmalar yapıldı. Bu dönemin sonunda saygı ve sürekli iyileşmeyi amaç edinen yalın düşünce sistemi filizlendi. Daha sonra yalın üretim anlayışıyla pekiştirildi. Bu üretim anlayışının inşaatı uyarlanması ile yalın inşaat kavramı da önem kazanmaya başladı. Yalın inşaatın odağı israfı gidermek, gereksizi çıkarmak, sürekli iyileşme sağlamak, müşteri memnuniyetini en yüksek seviyeye çıkarmaktır.

Bu çalışmada yalın inşaatın en büyük hedeflerinden olan israfın giderilmesi odak noktasıdır. Bu kapsamda Düzce ilindeki şantiyelerde meydana gelen israfların belirlenmesi amacıyla birçok inşaat mühendisi, mimar vb. uzmanların görüş ve tecrübelerinden yararlanılmıştır. Anket soruları geçmişte yapılan çalışmalar göz önüne alınarak hazırlanmış ve revizyonları yapılmıştır. Ankette katılımcılara hangi israf türüyle ne kadar sık karşılaştıkları ve ne derece etki ettiği sorulmuştur. Toplam 55 israf türünün listelendiği anketten veriler elde edilmiş ve bir sonuca varılmıştır. Elde edilen sonuçlar SPSS programı ile analizi yapılmış ve % 93.6 güvenilirlikte olduğu sonucuna

varılmıştır. İsrافی ortadan kaldırma amaçlı yapılan çalışmada elde edilen sonuçların Türk inşaat sektörü açısından ilerlemeye yönelik olması açısından öneriler sunulmuştur.

Yapılan anket sonucunda Düzce ilindeki şantiyelerde elde edilen sonuçlar ışığında aşağıdaki sorunların olduğu tespit edilmiştir:

- En fazla israfı neden olan ilk 5 israf türü içerisinde işçinin eğitim yetersizliği, vasıflı işçi sıkıntısı, işçi hataları olduğundan en büyük payı işçiyeye dair nedenler oluşturmaktadır. Projenin yanlış uygulanması, kalitesiz bir çıktı ve birçok sağlık ve ekonomik kayıplara neden olacak önemli bir sorundur.
- En fazla israfı neden etkilerden biri de tasarım kaynaklı sık tasarım değişiklikleri ve revizyonlardır. Projenin gerek tasarım aşamasında gerekse yapım aşamasında sürekli bir şeylerin değişmesi tasarımdan ayrı birçok yeniliklerin yapılması ekonomiklik ve zaman açısından birçok sorunlara yol açmaktadır.
- İsrafa neden olan diğer bir etkiyi de koordinasyon ve iletişim eksiklikleri oluşturmaktadır. Proje başlangıcından bitimine kadar sürekli bir akışın sağlanması gerekmektedir. Şantiyelerin birçoğunun karmaşık ve telaşlı olması bu etkileri tetikler. Bu etkiler ciddi proje hatalarına ve yanlış anlaşılmalara neden olacaktır.
- Çevre bilincinin eksikliği de diğer bir nedendir. Umarsızca çevreye verilecek zararlar gelecekte hava, su, toprak kirliliği gibi birçok soruna yol açacaktır.
- Diğer gözen çarpan bir etken de yönetim eksikliğine dayalıdır. Yönetimin zayıf olması ve etkin planlama programlama aşamasının olmamasıdır. Yönetime dair eksiklikler proje aşamasında iş programının gerisinde kalma ve ekonomik kayıpları beraberinde getirmektedir.

Bu sunulan sorunlara ilişkin çözümler geliştirilmelidir. İşçiyeye dair hataların en büyük payı sahibi olması işçileri eğiterek ve kendi hallerine bırakmamak gerektiğini göstermektedir. Eğitimsiz bir çalışanın meydana getirecek sorunlar göz önüne alınmalıdır.

Proje başında yapılan iş programını meydana gelebilecek durumları göz önüne alarak hazırlamalı ve iş programına göre aşamalar yapılmalıdır. Tasarım hataları ve yanlışların önüne geçmek için eğitimler verilebilir, kontroller sıklaştırılabilir.

İletişim sorunları özellikle karmaşık olan şantiyeler için kaçınılmaz bir durumdur. Bu yüzden iletişim ve koordinasyon eksikliklerini minimum düzeye indirme odaklı çalışılmalıdır. Yönetici ve çalışanlar arasında ortak bir kanaate varılabilir. Çevre bilinci sorunları ancak eğitimle çözülebilecek bir durumdur. Öncelikle yöneticilerin bu konuya önem verip çalışanlarını da bu yolla bilinç kazanmasını sağlamalıdır.

Zayıf bir yönetim zayıf bir proje çıktısına sebep olmaktadır. Yöneticiler, projelere bakış açılarını genişletmeli ve bunun için doğru yönetsel yaklaşımlar gerçekleştirmelidir. Doğru bir yöntem, projelerde meydana gelebilecek maddi, zaman ve kalite sorunlarına çare olmaktadır. Doğru bir iş programı iyi bir zaman yönetimi sağlarken doğru maliyet analizleri ve ileri görüşlülük iyi bir mali yönetim sağlar.

Sorunlara çözüm için genel bir yorum yapılacak olursa yalın yaklaşım meydana gelen israfları elimine etmek için doğru yol olacaktır. Yalın üretim ve yalın inşaat ilkelerinin uygulanabilmesi projelerdeki kayıplara neden olan gereksiz birçok aktivitenin önüne geçecektir. Örneğin şantiyelerde kanban sistemi kullanılabilir. Elektro-manyetik cihazların kullanılması cihazların doğru çalışıp çalışmadığının tespiti için iyi bir yoldur. Bu şekilde beklèmelerin sebep olduğu zamansal kayıpların önüne geçilebilir. Örnek olarak diğèr bir üretim sistemi olan 5S tekniğı uygulanabilir. Daha önce de belirtildiğı gibi 5S ayıklama, düzenleme, temizlik, standardizasyon (sürekli) ve disiplindir. Şantiyelerde düzen ve tertibin sağlanması için bu tekniğı kullanmak iyi bir yol olacaktır. Şantiyenin temiz ve düzenli olması çalışan kaynaklı birçok hataların ve tehlikelerin önüne geçebilir. Tasarımdan ürün çıktısına kadar olan aşamada; doğru tasarım, yönetim ve iş programları genel manada birçok israfın önüne geçecektir. Şantiyelerin doğru işleyişi, uygulamaların hatasız yapılabilmesi için çalışanlara eğitimlerinin verilmesi ve sürekli olarak yapılan işin kontrolü sağlanmalıdır. Çalışanlara yönelik ödül ceza sistemleri de geliştirilebilir.

Tüm bu çalışma sonunda elde edilen veriler ışığında sorunlar açıklanmış ve çözüm önerileri sunulmuştur. Projelerde israfa dayalı sorunların tespiti sorunun kökünün bulunması açısından önem teşkil etmektedir. Sorunlara dayalı çözüm önerileri sunmak da sorunların giderilmesi için fikir oluşturmaktadır. Amaç kapsamında israfın giderilmesi için yalın üretim ve yalın inşaat ilkelerinin uygulanması önerisi gelişmektedir. Bu ilkelerle işletmeler fayda elde edecek ve inşaat sektörünün gelişimi sağlanacaktır.

11. KAYNAKLAR

- Abdelhamid, T. S. (2004), The Self-Destruction and Renewal of Lean Construction Theory: A Prediction From Boyd's Theory. İçinde Bertelsen, S. & Formoso, C. T., *12th Annual Conference of the International Group for Lean Construction*. Helsingør, Danimarka
- Abdelhamid, T., Mohamed, El-Gafy, & Salem, S. (2008). Lean Construction: Fundamentals and Principles. *The American Professional Constructor*, 11(3), 1607-1612.
- Abdülhamid, T., & Salem, S. (2005). Lean Construction: A New Paradigm For Mananing Costruction Project. *Housing & Building National Research Center Egypt*.
- Ahrens (2006). *Lean Production: Successful Implementation of Organizational Change in Operations Instead of Short Term Cost Reduction Efforts*. Lean Alliance Publishing.
- Akgün, S. (2015). Sağlık Hizmetlerinde Yalın Yönetim “5S” Yaklaşımının Uygulanması . *Sağlık Akademisyenleri Dergisi*, 2(1), 1-7.
- Akil, Y. (2019). 'Tasarımdan Uygulamaya Yalın İnşaat Yaklaşımı: Antalya Konut' , Doktora Tezi, Akdeniz Üniversitesi Sosyal Bilimler Enstitüsü, Antalya, Türkiye.
- Al-Aomar, R. (2012). Analysis of lean construction practices at Abu Dhabi . *Lean Construction Journal*, 105-121.
- Alarcon, L. (1997). *Lean Construction*. Netherland: CRC Press.
- Allaboutlean 2021, Erişim tarihi: 23 Mart 2021 <<http://www.allaboutlean.com>>
- Altun, K., & Göleç, A. (2011). Üretim kontrol sistemlerini kıyaslayıcı bir benzetim çalışması. *Erciyes Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü Dergisi*, 27(2), 200-207.
- Alves, T., & Formoso, L. (2000). Guidelines for managing physical flows in construction sites. İçinde UK: *Proceedings Of The 8th Conference Of The International Group For Lean Construction*.
- Ansah, Sorooshian, Bin Mustafa & Duvvuru, (2016). Lean Construction Tools. İçinde *Proceedings of the 2016 International Conference on Industrial Engineering and Operations Management*.
- Anvari , İsmail, & Hojjati. (2011). A study on total quality management and lean manufacturing: through lean thinking approach. *World Applied Sciences Journal*, 9(12), 1585-1596
- Arditi, D., Akan, G. T., & Gurdamar, S. (2006). Reason for delays in public projects in Turkey. *Construction Management and Economics*, 171-181.
- Arleroth, J. H. (2011). 'A Case Study of A PEAB Construction Site And The Development'. Yüksek Lisans Tezi, Chalmers University of Technology, Gothenburg, Sweden.

- Ashmore. (2001). Kaizen and the art of motorcycle manufacture. *Manufacturing Engineer*. 80(5), 220-222.
- Aydın, N. (2015). Yalın düşünce sisteminin üretime sağladığı katkılar. *ABMYO Dergisi*, (37), 23-37.
- Ballard, G. H. (2000a). Lean Project Delivery System. *LCI White Paper*, (8), 1-7.
- Bertelsen, S., & Koskela, L. (2002). Managing The Three Aspects Of Production In Construction. *Presented Ar the 10th Annual Conference In the International Grup for Lean*. Brazil: Gramado.
- Bossink, B., & Brouwers, H. (1996). Construction waste: quantification and source evaluation. *Journal Of Construction Engineering And Management*, 122(1).
- Çanakçıoğlu, M. (2019). Yalın düşünce felsefesinde israfla mücadele araçları. *Social Sciences Research Journal*, 8(3), 270-282.
- Çetinay, H. (2013). Kaizen El Kitabı - Sürekli İyileştirme. *Treem Eğitim Danışmanlık*.
- Diren, N. S. (2020). 'Development Of A Maturity Framework For Lean', Yüksek Lisans Tezi, Yıldız Teknik Üniversitesi, İnşaat Fakültesi, Türkiye.
- Emiroğlu, A. (2012). Yalın üretim ve tam zamanlı envanter yönetim stratejisi. *Uluslararası Yönetim İktisat ve İşletme Dergisi*, (16)
- Erol, H. H. (2014). 'Identifying the effects of lean construction principles on', Yüksek Lisans Tezi, The Middle East Technical University.
- Erozan, İ. (2019). A comparative study and a proposal of a decision support system for the pull systems. *Fen Bilimleri Dergisi Part C: Tasarım Teknoloji*, 7(3), 523-539.
- Eskin, Tiryakioğlu & Yüceil (2011). *Sanayide Sürekli Gelişme için: "Kaizen"*. İstanbul: İstanbul Sanayi Odası İkinci Baskı.
- Fadiya, O. O., Georgakis, P., & Chinyio, E. (2014). Quantitative analysis of the sources of construction waste. *Journal of Construction Engineering*.
- Gao, S., & Low, S. P. (2014). The Toyota Way model: an alternative framework for lean construction. *The Quality Management*, 25(6), 664-682.
- Gavilan, R. M., & Bernold, L. E. (1994). Source evaluation of solid waste in building construction. *Journal Of Construction Engineering And Management*, 120(3).
- Glenn Ballard, G. A. (2003). Lean project management. *Building Research & Information* 31(2), 119-133.
- Gökçe, İ. (2006). 'Mevcut Üretim Sürecinin Yalın Üretim Yaklaşımıyla Yeniden Yapılandırılması', Yüksek Lisans Tezi, Dokuz Eylül Üniversitesi, Sosyal Bilimler Enstitüsü.
- Hair vd. (2013). *Multivariate Data Analysis*. Pearson Education Limited.
- Henkatr 2021, Erişim 22 Mart 2021 <<https://www.henkatr.com>>
- Hines, P., Holweg, M., & Rich, N. (2004). Learning to evolve A review of contemporary lean thinking. *International Journal Of Operations And Production Management*, 24(10), 994-1011.

- Hirano, H. (1995). 5 Pillars Of The Visual Workplace. İçinde *The Sourcebook for 5S Implementation*. New York: Productivity Press.
- Hirano, H. (1996). 5S For Operators. İçinde *5 Pillars Of The Visual Workplace*. New York: Productivity Press Development Team.
- Howel, G., Ballard, G., & Gregory. (2003). Lean project management. İçinde *Building Research & Information* (s. 119–133). USA: Lean Construction Institute.
- Howell, G. A. (1999). What Is The Lean Construction. İçinde *Proceedings IGLC-7 Seventh Conference of the International Group for Lean Construction*.
- Huovila, P. K. (1998). *Contribution of the Principles of Lean Construction to Meet the Challenges of Sustainable Development*. Guaruja, Brazil: Proceedings IGLC-6.
- Ikau, R., Joseph, C., & Tawie, R. (2016). Factors influencing waste generation in the construction industry in malaysia. *Procedia - Social and Behavioral Sciences*, 11-18.
- Imai (1986). *Kaizen: The Key To Japan's Competitive Success*. McGraw-Hill.
- İMSAD, T. (Nisan 2021). Türkiye İmsad Aylık Sektör Raporu. *Türkiye İmsad Aylık Sektör Raporu*.
- Jin-Woo Bae, Y.-W. K. (2007). Sustainable value on construction projects . *Journal of Green Building*, 3(1).
- Johansen, E., & Walter, L. (2007). Lean construction: prospects for the German. *Lean Construction Journal*, (3).
- Jones, W., & Roos. (1990). The Machine That Changed the World: The Story of Lean Production, İçinde *Toyota's Secret Weapon in the Global Car Wars That Is Now Revolutionizing World Industry*. New York: Free Press.
- Kim (2002). 'Exploratory Study of Lean Construction: Assessment of Lean Implementation'. The University of Texas at Austin.
- Karaboğa, K. (2009). 'Üretim Yönetiminde Kanban Sistemi' , Yüksek Lisans Tezi, Marmara Üniversitesi, Sosyal Bilimler Enstitüsü, Türkiye.
- Kennedy, F., & Brewer. (2006). The lean enterprise and traditional accounting is the honeymoon over. *Journal Of Corporate Accounting And Finance*, 17(6), 63-74.
- Kılıç, A., & Ayvaz, B. (2016). Türkiye Otomotiv Yan Sanayinde Yalın Üretim Uygulaması. *Fen Bilimleri Dergisi* (29), 29-60.
- Koskela, L. (1992). *Appllication of The New Production Philosophy to Construction*, England: CIFE Technical Report 72.
- Koskela, L. (2000). *An Exploration Towards A Production Theory And Its Application To Construction*. VTT Publications 408
- Koskela, L., Howell, G., & Tommelein, I. (2002). The Foundations Of Lean. G. H. Lauri Koskela. İçinde *Design and Construction: Building in Value* (s. 211-226).
- Lee ve diğerleri (1999). Identifying Waste: Applications of Construction Process Analysis. University Of California, USA: *Proceedings IGLC-7*.

- Lean Construction Institute 2021, Erişim 6 şubat 2021 < <https://leanconstruction.org>>
- Lean Enterprise Institute 2021, Erişim 22 Mart 2021 <<https://lean.org.tr>>
- Lean Toolset 2021, Erişim 5 Nisan 2021< <http://leantoolset.com>>
- Liker. (2004). *The Toyota Way* . New York: McGraw-Hill.
- Low, S. G. (2014). The Toyota Way model: an alternative framework for lean. S. G. Low. İçinde, *Total Quality Management* (s. 665).
- Meier, J. K. (2006). A Pratical Guide For Implementing Toyota's 4P. İçinde, *Toyota Way Fieldbook* (s. 307-311). The McGraw-Hill Companies.
- Mohd Arif Marhani, A. J. (2013). Sustainability through Lean Construction Approach: A literature review. *Procedia - Social and Behavioral Sciences*, 101(2013) 90-99
- Monden, Y. (1983). Industrial Engineering And Management. İçinde *Toyota Production System* (s. 247). Norcross.
- Monden, Y. (2012). Toyota Production System. İçinde *An İntegrated Approach To Just-In-Time*. Taylor And Francis Group, LLC.
- Morlock, F., & Meier, H. (2015). Service Value Stream Mapping in Industrial Productservice System Performance Management. *Procedia College International Pour La Recherche En Productique*, 30(2015), 457-461.
- Movaghar (2016). 'Identifying the barriers of implementing lean construction' , Yüksek Lisans Tezi, Middle East Technical University.
- Mustafa, M. S. (2020). 'A Theoretical model of lean warehousing' , Doktora Tezi, Politecnico di Torino, İtaly.
- gn, H., & Doğru, E. (2017). Kaizen felsefesi ile toplam kalite yönetiminin verimlilik ve maliyet üzerine etkisi. *Alanya Academic Review Journal*, 1(1), 1-13.
- M. K. KSZ ve diğerleri (2017) , "Yalın retim Tekniklerinin Endstri 4.0 Perspektifinden Değerlendirilmesi," *4th International Regional Development Conference*, (ss. 758-766).
- Picchi, F. A., & Granja, A. D. (2004). Construction Sites: Using Lean Principles to Seek Broader Implementations. İçinde *Bertelsen, S. & Formoso, C. T., 12th Annual Conference of the International Group for Lean Construction*. Helsingr, Danimarka.
- Pinch, L. (2005). *Lean Construction Eliminating The Waste*. Construction Executive, (ss. 35).
- Polat, G. & Ballard, G. (2004). Waste in Turkish Construction: Need for Lean Construction Techniques. İçinde *Bertelsen, s. & formoso, c. t., 12th Annual Conference of the International Group for Lean Construction*. Helsingr, Danimarka.
- Ansah, Sorooshian, Mustafa (2016). Lean construction an effective approach for project management. *Journal of Engineering and Applied Sciences*. 11(3), 1607-1611.

- Harris, Rother (2002). *Creating Continuous Flow*. USA: Lean Enterprise Institute
- Rother, M., & Shook, J. (1999). *Görmeyi Öğrenmek (Çev. Ayşe Soydan)*. USA: The Lean Enterprise Institute.
- Sarhan, Xia, Fawzia & Karim (2017). Lean construction implementation in the saudi arabian construction industry. *Construction Economics and Building*, 17(1), 46-69
- Senaratne & Wijesiri (2008). Lean construction as a strategic option: testing its suitability and acceptibility in Sri Lanka, *Construction Management and Economic*, 34-48.
- Serpell, A. V. (1995). Characterization of waste in building. İçinde *Lean Construction* (s. 67-77).
- Shimizu, K. (2004). Kaizen, Production Efficiency, and Humanization of Work. K. Shimizu. İçinde *Reorienting Kaizen Activities at Toyota* (s. 262-263).
- Spear, & Bowen. (1999). *The Toyota Production System: An Example Of Managing Complex Social Technical Systems*. ResearchGate.
- Süzen, E., & Abay, P. (2018). Türk yapım şantiyelerinde ıraf kavramı ve çözüm önerileri. *International Journal of Academic Value Studies*, 4(20), 589-597
- Şahin , D., & Akolaş, D. A. (2020). Yalın üretim yöntemlerinin incelenmesi ve otomotiv sektöründe bir uygulama. *Aksaray Üniversitesi İktisadi ve İdaribilimler Fakültesi Dergisi*, 12(1), 37-48.
- Şeker, A. (2016). Yalın üretim sisteminde kanban, tek parça akışı ve u tipi yerleştirme sistemleri. *The Journal Of Academic Social Science Studies*, 50(2), 449-470.
- Abdelhamid ve diğerleri (2008). Lean construction: fundamentals and principles. *The American Professional Constructor-Fall*.
- Temel, B., Güranlı, G. E., & Mahçiçek, S. B. (2021). İnşaat sektöründe oluşan iş değişiklik taleplerini azaltacak bir proje yönetim sistemi önerisi. *Niğde Ömer Halisdemir Üniversitesi Mühendislik Bilimleri Dergisi*, 10(2), 662-673
- Tezel, B. A. (2007). 'A statistical approach to lean construction implementations of construction companies', Yüksek Lisans Tezi, Middle East Technically University.
- Tokat, A. (2015). 'Türk Yapım Şantiyelerindeki İsrarların Ve Nedenlerinin Tespit Edilmesi Ve Yalın İnşaat Uygulamalarıyla Çözüm Önerisi Geliştirilmesi' , Yüksek Lisans Tezi, İstanbul Teknik Üniversitesi, Fen Bilimleri Enstitüsü.
- Turan, İ., Şimşek, Ü., & Aslan, H. (2015). Eğitim araştırmalarında likert ölçeği ve likert-tipi soruların kullanımı ve analizi. *Sakarya Üniversitesi Eğitim Fakültesi Derneği*, (30), 186 – 203.
- TUİK 2021, Erişim: 10.04.2021 < <https://www.tuik.gov.tr> >
- Türkan, Ö. U. (2010). Üretimde yalın dönüşümün temel performans. *Balıkesir Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü Dergisi*, 12(2) 28-41.

- Wahab, A. B., & Lawa, A. F. (2011). An evaluation of waste control measures in construction industry in Nigeria. *African Journal of Environmental Science and Technology*, 5(3), 246-254.
- Wikipedia 2021, Erişim 10 şubat 2021 < <https://tr.wikipedia.org>>
- Womack, & Jones. (1996). *Lean Thinking: Banish Waste And Create Wealthy In Your Corporation*. New York.
- Womack, J. J. (1990). *The Machine That Changed the World*. New York.
- Womack, J., & Jones. (2003). *Lean Thinking*. New York: Free Press.
- Womack, J., Jones, & N, A. (1998). Yalın Düşünce. *İstanbul: Sistem Yayıncılık*, (37), 23 - 37
- Womack, P.J, & Jones. (1996). *Lean Thinking: Banish Waste And Create Wealthy In Your Corporation*. New York: A Division Of Simon and Schuster Incorporated
- Yalın İnşaat 2021, Erişim tarihi: 5 Nisan 2021 < <https://www.yalininsaat.com>>
- Yazgan, Sarı & Seri (1998). Toyota Üretim Sisteminin Özellikleri. *Sakarya Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü Dergisi*, 129-134.
- Yıldız, D., & Uzunsakal, E. (2018). Alan araştırmalarında güvenilirlik testlerinin karşılaştırılması ve tarımsal veriler üzerine bir uygulama. *Uygulamalı Sosyal Bilimler Dergisi*, 2(1), 14-28.

12. EKLER

12.1. EKLER. YÜKSEK LİSANS ANKET FORMU

YÜKSEK LİSANS ANKET FORMU

DÜZCE ÜNİVERSİTESİ

Bu anket şantiyelerde israf kaynaklarının belirlenmesi ve israfa neden olan etkilerin analiz edilmesi amacıyla hazırlanmıştır. Aşağıdaki kutucukları mesleğinize, şirketteki konunuza, yaşıınıza, sektördeki çalışma yılıınıza ve eğitim düzeyinize göre doldurunuz.

Meslek	
İnşaat Mühendisi	
Mimar	
Şantiye Şefi	
İnşaat Teknisyeni	
Danışman	
Diğer	

Şirketteki konumu	
İnşaat Mühendisi	
Mimar	
Şantiye Şefi	
İnşaat Teknisyeni	
Danışman	
Diğer	

Yaş	
20-25	
25-30	
30-40	
40-50	
50+	

Sektörde çalışma yılı	
1-5 yıl	
5-10 yıl	
10-15 yıl	
15-20 yıl	
20 + yıl	

Eğitim düzeyi	
Önlisans	
Lisans	
Yüksek Lisans	
Doktora	

Aşağıda şantiyelerde israfa neden olan etkiler sıralanmıştır. Bu etkileri karşılama sıklığınıza göre işaretleyiniz.

İSRAF NEDENİ	1: Hiç Karşılamıyorum 2: Az Karşılayıyorum 3: Orta Karşılayıyorum 4: Karşılayıyorum 5: Çok Karşılayıyorum				
	1	2	3	4	5
Sık tasarım değişiklikleri ve revizyonlarla ne kadar sık karşılaşıyorsunuz?					
Tasarımın karışık olması durumuyla kadar sık karşılaşıyorsunuz?					
Ürünlerin spesifikasyonu ve ürünlerin boyutlandırılmasının yanlış olması durumuyla kadar sık karşılaşıyorsunuz?					
Tasarımcıların tecrübesizliği durumuyla kadar sık karşılaşıyorsunuz?					
Tasarım hataları durumuyla kadar sık karşılaşıyorsunuz?					
Düşük kaliteli ürün seçimi durumuyla kadar sık karşılaşıyorsunuz?					
Sözleşmelerdeki eksiklik durumuyla kadar sık karşılaşıyorsunuz?					
Zayıf tasarım kalitesi durumuyla kadar sık karşılaşıyorsunuz?					
Çeşitli uzmanlar arasındaki etkileşim durumuyla kadar sık karşılaşıyorsunuz?					
Tasarım bilgisi eksikliği durumuyla kadar sık karşılaşıyorsunuz?					
Çizimlerin onaylanmasında gecikme durumuyla kadar sık karşılaşıyorsunuz?					
Yanlış depolama durumuyla kadar sık karşılaşıyorsunuz?					
Kötü malzeme kullanımı durumuyla kadar sık karşılaşıyorsunuz?					
Malzemenin iki kez taşınması durumuyla kadar sık karşılaşıyorsunuz?					
Ekipman arızası olması durumuyla kadar sık karşılaşıyorsunuz?					
Malzemenin kalitesiz olması durumuyla kadar sık karşılaşıyorsunuz?					
Uygun olmayan aletlerin kullanılması durumuyla kadar sık karşılaşıyorsunuz?					
Taşıma sırasında hata durumuyla kadar sık karşılaşıyorsunuz?					
Teslimatın gecikmesi durumuyla kadar sık karşılaşıyorsunuz?					
İşçilerin neden olduğu hatalarla ne kadar sık karşılaşıyorsunuz?					
Tecrübe eksikliği durumuyla kadar sık karşılaşıyorsunuz?					
İşçilerin için fazla çalışma saati olması durumuyla kadar sık karşılaşıyorsunuz?					
Zayıf işçilik olması durumuyla kadar sık karşılaşıyorsunuz?					
İşçi hatası olması durumuyla kadar sık karşılaşıyorsunuz?					
İşçilerin eğitiminin yetersiz olması durumuyla kadar sık karşılaşıyorsunuz?					
Ekipmanın eskimesi durumuyla kadar sık karşılaşıyorsunuz?					
Malzemenin yanlış kullanılması durumuyla kadar sık karşılaşıyorsunuz?					
Vasıflı işçi sıkıntısı olması durumuyla kadar sık karşılaşıyorsunuz?					
İşçinin yanlış fikirlerinin olması durumuyla kadar sık karşılaşıyorsunuz?					
Yetersiz işçi durumuyla kadar sık karşılaşıyorsunuz?					
Sipariş hataları olması durumuyla kadar sık karşılaşıyorsunuz?					
Nakliye hatası olması durumuyla kadar sık karşılaşıyorsunuz?					
Tedarikçi hatası olması durumuyla kadar sık karşılaşıyorsunuz?					
Metraj hataları olması durumuyla kadar sık karşılaşıyorsunuz?					
Sıralamada hatalar olması durumuyla kadar sık karşılaşıyorsunuz?					
Yetersiz malzeme tedarik programı durumuyla kadar sık karşılaşıyorsunuz?					
Şartnameye aykırı malzeme alınması durumuyla kadar sık karşılaşıyorsunuz?					

İSRAF NEDENİ	1: Hiç Karşılaşmıyorum 2: Az Karşılaşıyorum 3: Orta Karşılaşıyorum 4: Karşılaşıyorum 5: Çok Karşılaşıyorum				
	1	2	3	4	5
Planlamanın zayıf olması durumuyla kadar sık karşılaşıyorsunuz?					
Yönetimin zayıf olması durumuyla kadar sık karşılaşıyorsunuz?					
Kontrolün zayıf olması durumuyla kadar sık karşılaşıyorsunuz?					
Uygun olmayan inşaat yöntemlerinin kullanılması durumuyla kadar sık karşılaşıyorsunuz?					
İletişim problemleriyle ne kadar sık karşılaşıyorsunuz?					
Eski ekipman kullanılması durumuyla kadar sık karşılaşıyorsunuz?					
Atık yönetim planlarının eksikliği durumuyla kadar sık karşılaşıyorsunuz?					
Ekipman bulunmaması durumuyla kadar sık karşılaşıyorsunuz?					
Çevre bilinci eksikliği ile ne kadar sık karşılaşıyorsunuz?					
Taraflar arasında geç bilgi akışı durumuyla kadar sık karşılaşıyorsunuz?					
Ekipman kıtlığı durumuyla kadar sık karşılaşıyorsunuz?					
Yeniden çalışma durumuyla kadar sık karşılaşıyorsunuz?					
Bekleme sürelerinin uzaması durumuyla kadar sık karşılaşıyorsunuz?					
Şantiyede artık malzemelerin bulunması durumuyla kadar sık karşılaşıyorsunuz?					
Şantiyenin kötü kurulması durumuyla kadar sık karşılaşıyorsunuz?					
Şantiyenin tıkanması durumuyla kadar sık karşılaşıyorsunuz?					
Aydınlatma sorunu ile ne kadar sık karşılaşıyorsunuz?					
Ekip müdahalesi durumuyla kadar sık karşılaşıyorsunuz?					
Hava durumunun etkisi ile ne kadar sık karşılaşıyorsunuz?					
Kazalarla ne kadar sık karşılaşıyorsunuz?					
Hırsızlık olması durumuyla kadar sık karşılaşıyorsunuz?					
Üçüncü şahısların neden olduğu hasarlarla ne kadar sık karşılaşıyorsunuz?					
Öngörülemeyen bölgesel durumların olması durumuyla kadar sık karşılaşıyorsunuz?					
Vandalizm ile ne kadar sık karşılaşıyorsunuz?					
Yasal yaptırım eksikliği durumuyla kadar sık karşılaşıyorsunuz?					

ÖZGEÇMİŞ

KİŞİSEL BİLGİLER

Adı Soyadı : Yelda Nur SÖNMEZOĞLU

Yabancı Dili : İngilizce

ÖĞRENİM DURUMU

Derece	Alan	Okul/Üniversite	Mezuniyet Yılı
Y. Lisans	İnşaat Mühendisliği	Düzce Üniversitesi	2021
Lisans	İnşaat Mühendisliği	Düzce Üniversitesi	2019
Lise		Cumhuriyet Anadolu Lisesi	2015

YAYINLAR

Sönmezoğlu, Y. N. (2021). 'Düzce Şantiyelerinde İsrafın Nedenlerinin Belirlenmesi Ve Yalnızca İnşaat Uygulamalarıyla Çözüm Yöntemleri' , Yüksek Lisans Tezi, Düzce Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü, Düzce, Türkiye.