



İnönü Üniversitesi Sosyal Bilimler Enstitüsü

İşletme Ana Bilim Dalı / Üretim Yönetimi ve Pazarlama



**SANAYİ İŞLETMELERİNDE YALIN ÜRETİM
TEKNİKLERİ VE UYGULAMALARI**

DOKTORA TEZİ

DANIŞMAN

HAZIRLAYAN

Doç.Dr. Mustafa YÜCEL

Muhammed Ali YILDIRIM

MALATYA-2017

Lisansüstü Eğitim-Öğretim Sınav Yönetmeliğinin İşletme Anabilim Dalı için
Öngördüğü DOKTORA TEZİ OLARAK hazırlanmıştır.

T.C.
İNÖNÜ ÜNİVERSİTESİ
SOSYAL BİLİMLERİ ENSTİTÜSÜ

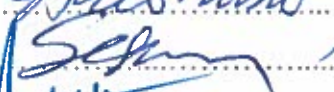
**SANAYİ İŞLETMELERİNDE YALIN ÜRETİM
TEKNİKLERİ VE UYGULAMALARI**

DOKTORA

DANIŞMAN
Doç. Dr. Mustafa YÜCEL

HAZIRLAYAN
Muhammed Ali YILDIRIM

Jürimiz 06.10.2017 tarihinde yapılan savunma sınavı sonucunda bu yüksek lisans tezini (oybirliği ~~ayrıklığı~~) ile başarılı bulunarak İşletme Anabilim, Üretim Yönetimi ve Pazarlama Bilim dalında doktora tezi olarak kabul edilmiştir.

Jüri Üyelerinin Unvan Ad Soyadı	imzası
1. Prof.Dr. Mahmut TEKİN.....	
2. Prof.Dr. Orhan KÜÇÜK.....	
3. Doç.Dr. Abit BULUT.....	
4. Doç.Dr. Serkan BENK.....	
5. Doç.Dr. Mustafa YÜCEL.....	

İnönü Üniversitesi Sosyal Bilimler Enstitüsü Yönetim Kurulunun tarih vesayılı kararıyla bu tezin kabulü onaylanmıştır.

Prof. Dr. Mehmet KUBAT
Sosyal Bilimler Enstitüsü Müdürü



ÖNSÖZ

Tez çalışmamın başından itibaren araştırma konusunun belirlenmesinden tamamlanmasına kadar tüm aşamalarda beni yönlendiren, yoğun akademik görevlerine rağmen her fırsatta bilgisini ve desteğini esirgemeyen danışman hocam Doç.Dr. Mustafa YÜCEL'e, teşekkürlerimi sunarım.

Çalışmamın uygulama kısmında bana her türlü desteği vererek yardımcı olan, fabrikalarının kapılarını açarak, literatürü pratik ile buluşturmamda ilk görüştüğümüz günden itibaren yanımda durarak çalışmalarına destek veren Mustafa AVCI'ya, Masum ÖZDEMİR'e ve Veysel SEZİGEN'e teşekkürlerimi sunarım.

Son olarak beni doktora yapmaya teşvik eden, manevi destekleriyle her zaman yanımda olan değerli babam Suat YILDIRIM'a ve tezimin her aşamasında beni destekleyen, çalışmam esnasında her zaman güçlü iradesi ile yanımda olan eşim Esra YILDIRIM'a teşekkürü borç bilirim.

Ekim 2017

Muhammed Ali YILDIRIM
Endüstri Mühendisi

ÖZET

Günümüz rekabet koşulları içerisinde üretici işletmelerin maliyetlerinin azaltılması, bunun içinde üretim süreçlerindeki israf noktalarını tespit edip, kayıpların minimize edilmesini zorunlu hale gelmiştir. Kayıpların ve israfın azaltılması çalışmaları, süreklilik göstermesi gereken ve sistematik bir yaklaşım içinde yürütülmesi gerekli olan çalışmalardır. Birçok işletme, rekabetçi piyasa koşullarında maliyetlerin azaltılması ve verimliliğin artırılmasına yönelik değişik sistemler uygulamaktadır. Üretim süreçlerindeki verimin arttırılmasına yönelik uygulamaların içinde adı son yıllarda daha fazla duyulan bir kavram Yalın Üretim Sistemidir.

Bu çalışmada yalın üretim teknikleri firma bazında çalışılarak, firmaların üretim süreçlerinin aksayan yönleri tespit edilmiş ve maliyetlerini arttıran dolayısı ile rekabetçiliklerini kısıtlayan alanlar da süreç iyileştirme çalışmaları için alan bazlı çözüm önerileri geliştirilmiştir. Böylelikle firmaların yeni dönem üretim ve kapasite hedeflerine ulaşması için ilave yatırım yapmadan veya minimum ek yatırımlar ile birlikte aksiyon listeleri hazırlanmış ve üretim sırasında ortaya çıkan israf noktaları ortadan kaldırılmaya çalışılmıştır.

Çalışmada yalın üretimle ilgili değerin belirlenmesi ile birlikte israfları kolayca görmemizi sağlayan Değer Akış Haritalandırması, 5S, SMED, Akışa Uygun Yeniden Fabrika Düzenlenmesi (Lay-Out), Beceri Matrisi, Kök Neden Analizi, ECRS-Katma Değer Analizi, Toplam Ekipman Etkinliği (OEE), Kaizen uygulamaları ve Proses Birleştirme uygulamaları gibi ilke ve teknikler üç farklı sektörde üretim yapan üç ayrı işletmenin üretim süreçlerinde uygulanmıştır. Elde edilen sonuçlarla yalın üretim sisteminin firmaların üretim süreçlerinde israfları ve kayıpları azaltıp verimliliği artırma konusundaki etkinliğinin görülmesi sağlanmıştır.

Anahtar kelimeler: Yalın Üretim, Değer Akışı, Değer Akış Haritalama, İsraf

ABSTRACT

In today's competitive environment, to determine the waste points in the production process and to minimize the losses has become necessary to reduce the costs for the producers. Losses and waste reduction efforts are studies that must be carried out in a systematic approach as well as continuous work. Many businesses are implementing different systems to reduce costs and increase productivity in competitive market conditions. Lean Manufacturing System is a concept that is more widely heard in recent years in applications for increasing productivity in production processes.

In this study, the lean production techniques were studied on firm basis and the defective aspects of the production processes of the factories were determined, in addition field based solution proposals were developed for process improvement which increase their costs and thus limit their competitiveness. In this manner, in order to reach the new term production and capacity targets of the companies, action lists were prepared without additional investment or with minimum additional investments, at the same time during production the waste points were tried to be removed.

In the study along with determining value for lean production, principles and techniques have been applied such as; Value Stream Mapping, 5S, SMED, Stream-Based Layout, Skill Matrix, Root Cause Analysis, ECRS-Value Added Analysis, Overall Equipment Effectiveness (OEE), Kaizen applications and Process Combination applications which allows us to easily see the wastes in the production processes of three different companies that produce in three different sectors. With the results obtained, it has been ensured that the lean production system reduces the wastage and losses in the production processes of the firms and enables to see the efficiency of the increase in productivity.

Key Words : Lean Production, Value Stream, Value Stream Mapping, Waste

İÇİNDEKİLER

ÖNSÖZ.....	i
ÖZET.....	ii
ABSTRACT	iii
İÇİNDEKİLER	iv
TABLolar DİZİNİ	vi
ŞEKİLLER DİZİNİ	vii
GRAFİKLER DİZİNİ	viii
ÇALIŞMANIN KONUSU VE AMACI.....	1
ÇALIŞMANIN KISITLARI VE YÖNTEMİ	2
ÇALIŞMANIN MODELİ VE PROBLEMLERİ	4
LİTERATÜR ARAŞTIRMASI	5
GİRİŞ	7
1.YALIN ÜRETİM TANIMI VE TEMEL İLKELERİ	9
1.1. YALIN ÜRETİM TANIMI	9
1.2. TARİHSEL GELİŞİM SÜRECİ	16
1.3. YALIN DÜŞÜNCENİN İLKELERİ	20
1.3.1. İlke 1: Değer	20
1.3.2. İlke 2: Değer Akışı	22
1.3.3. İlke 3: Sürekli Akış	23
1.3.4. İlke 4: Çekme Sistemi	26
1.3.5. İlke 5: Mükemmellik	29
1.4. YALIN ÜRETİM SİSTEMİNİN KARAKTERİSTİK ÖZELLİKLERİ	30
1.4.1. Tam Katılım.....	30
1.4.2. Kalite	31
1.4.3. Üretim Operasyonları ve Sürekli Akış	32
1.5.YALIN ÜRETİMİN GELENEKSEL ÜRETİM SİSTEMLERİ İLE KARŞILAŞTIRILMASI .	33
1.5.1. Geleneksel Üretim Sistemleri.....	34
1.5.2. Geleneksel Üretim (Seri-Kitle Üretim) İle Modern Üretim (Yalın-Esnek Üretim) Sistemlerinin Karşılaştırılması.....	36
2.YALIN ÜRETİM TEKNİKLERİ.....	39
2.1. DEĞER AKIŞ HARİTALAMA	39
2.2. 5S.....	46

2.2.1.	<i>Seiri (Ayıklama)</i>	47
2.2.2.	<i>Seiton (Düzenleme)</i>	48
2.2.3.	<i>Seiso (Temizlik)</i>	48
2.2.4.	<i>Seiketsu (Standartlaştırma)</i>	49
2.2.5.	<i>Shitsuke (Disiplin)</i>	50
2.3.	TAM ZAMANINDA ÜRETİM	51
2.4.	KANBAN (SİNYAL KARTI)	53
2.5.	POKA YOKE (HATA ÖNLEYİCİ)	57
2.5.1.	<i>Poka Yoke Sisteminin Kurulmasını Gerektirecek Hatalar</i>	58
2.6.	JİDOKA (OTONOMASYON)	60
2.7.	SMED (BİR DAKİKADA KALIP DEĞİŞTİRME)	62
3.UYGULAMA		66
3.1.	VALİZ-ÇANTA ÜRETİM FABRİKASI	70
3.1.1.	<i>Mevcut Durum Haritası</i>	70
4.1.2.	<i>Gelecek Durum Değer Akış Haritası</i>	76
4.1.3.	<i>İyileştirme Çalışmaları</i>	81
3.2.	MOBİLYA FABRİKASI	103
3.2.1.	<i>Mevcut Durum Haritası</i>	104
3.2.2.	<i>Gelecek Durum Değer Akış Haritası</i>	109
3.2.3.	<i>İyileştirme Çalışmaları</i>	113
3.3.	PLASTİK BİDON VE KOVA ÜRETİM FABRİKASI	127
3.3.1.	<i>Mevcut Durum Haritası</i>	128
3.3.2.	<i>Gelecek Durum Değer Akış Haritası</i>	134
3.3.3.	<i>İyileştirme Çalışmaları</i>	138
SONUÇ		165
KAYNAKÇA		168

TABLOLAR DİZİNİ

Tablo 1.1 Yıllara Bağlı Performans-İşletme Tipi Değişimi	4
Tablo 1.2 Yıllar İtibariyle Üretim Sisteminin Özellikleri	32
Tablo 1.3 General Motors /Toyota- Performans Karşılaştırması	33
Tablo 2.1 Yalın Üretimde 5S ve Anlamları	42
Tablo 2.2 Kanban'ın İşlevleri ve Açıklamaları	51
Tablo 3.1 Uygulama Çalışması Özet Tablo	62
Tablo 3.2 Valiz İmalatı İçin Takt Zamanı Hesabı	72
Tablo 3.3 Mevcut Durum Valiz İmalatı İstasyon İşlem Süreleri	73
Tablo 3.4 Kasnak Bölümü Vardiyalık Hat Performans Raporu.....	84
Tablo 3.5 OEE Hesaplama Cetveli.....	85
Tablo 3.6 05-09 Aralık 2016 Verileri ve Hesaplanan OEE Değerleri	86
Tablo 3.7 Valiz İmalatı Gelecek Durum OEE Hesaplama Cetveli	89
Tablo 3.8 Valiz İmalatı 5S Aksiyon Listesi	91
Tablo 3.9 Valiz İmalatı Fabrikası-Beceri Matrisi.....	94
Tablo 3.10 Gelecek Durum Valiz İmalatı İstasyon İşlem Süreleri	97
Tablo 3.11 Yatak İmalatı İçin Takt Zamanı Hesabı	105
Tablo 3.12 Mevcut Durum Yatak İmalatı İstasyon İşlem Süreleri	105
Tablo 3.13 Yatak İmalatı 5S Aksiyon Listesi	110
Tablo 3.14 Yatak İmalatı Fabrikası-Beceri Matrisi.....	114
Tablo 3.15 Yatak İmalatı ECRS Analizi	116
Tablo 3.16 Yatak İmalatı ECRS Analizi Kazaç Tablosu	118
Tablo 3.17 Gelecek Durum Yatak İmalatı İstasyon İşlem Süreleri.....	121
Tablo 3.18 Kova İmalatı İçin Takt Zamanı Hesabı.....	131
Tablo 3.19 Mevcut Durum Yatak İmalatı İstasyon İşlem Süreleri	131
Tablo 3.20 Kova İmalatı Kök Neden Analizi-5 Neden Formu	136
Tablo 3.21 Kova İmalatı 5S Aksiyon Listesi	139
Tablo 3.22 Kova İmalatı Fabrikası-Beceri Matrisi.....	144
Tablo 3.23 Kova İmalatı SMED Çalışması.....	147
Tablo 3.24 Enjeksiyon Bölümü Vardiyalık Hat Performans Raporu.....	152
Tablo 3.25 OEE Hesaplama Cetveli.....	153
Tablo 3.26 14-19 Kasım 2016 Verileri ve Hesaplanan OEE Değerleri	154
Tablo 3.27 Kova İmalatı Gelecek Durum OEE Hesaplama Cetveli	157
Tablo 3.28 Gelecek Durum Kova İmalatı İstasyon İşlem Süreleri ve Takt	158

ŞEKİLLER DİZİNİ

Şekil 1.1 Yalın Kavramının Değer Zinciri İçerisindeki Açılımı.....	6
Şekil 1.2 Bir Yalın Uygulamada Tipik Süreç	10
Şekil 1.3 Üretim Süreci.....	30
Şekil 2.1 Değer Akışı Haritalama Adımları.....	37
Şekil 2.2 Değer Akış Haritası Sembolleri.....	40
Şekil 3.1 Valiz İmalatı Fabrika İş Akış Şeması	67
Şekil 3.2 Valiz İmalatı-Mevcut Durum Haritası.....	70
Şekil 3.3 Valiz İmalatı-Gelecek Durum Değer Akış Haritası.....	75
Şekil 3.4 Valiz İmalatı Gelecek Durum Fabrika Yerleşim Planı.....	77
Şekil 3.5 Fabrika Yerleşim Planı- Önce ve Sonra Kaizen 1	78
Şekil 3.6 OEE Çarpanları ve Altı Büyük Kayıp Arasındaki İlişki	82
Şekil 3.7 Yatak İmalatı Fabrika İş Akış Şeması	100
Şekil 3.8 Yatak İmalatı- Mevcut Durum Değer Akış Haritası.....	103
Şekil 3.9 Yatak İmalatı-Gelecek Durum Değer Akış Haritası.....	107
Şekil 3.10 Kova İmalatı Fabrika İş Akış Şeması	126
Şekil 3.12 Kova İmalatı-Mevcut Durum Değer Akış Haritası	129
Şekil 3.12 Kova İmalatı-Gelecek Durum Değer Akış Haritası.....	133
Şekil 3.13 Kova İmalatı Önce-Sonra Kaizen 2.....	140
Şekil 3.14 Kova İmalatı Önce-Sonra Kaizen 3.....	142

GRAFİKLER DİZİNİ

Grafik 3.1 Valiz İmalatı-Mevcut Durum İstasyon İşlem Süreleri ve Takt Zamanı.....	73
Grafik 3.2 Dünya Ölçeğinde ve Çanta İmalatı Firma Bazında Karşılaştırmalı OEE Değerleri.....	87
Grafik 3.3 Valiz İmalatı-Gelecek Durum İstasyon İşlem Süreleri ve Takt Zamanı.....	97
Grafik 3.4 Yatak İmalatı-Mevcut Durum İstasyon İşlem Süreleri ve Takt Zamanı.....	106
Grafik 3.5 Yatak İmalatı Gelecek Durum İstasyon İşlem Süreleri ve Takt Zamanı.....	122
Grafik 3.6 Kova İmalatı-Mevcut Durum İstasyon İşlem Süreleri ve Takt Zamanı.....	131
Grafik 3.7 Dünya Ölçeğinde ve Plastik Kova İmalatı Yapan Firma Bazında Karşılaştırmalı OEE Değerleri.....	155
Grafik 3.8 Kova İmalatı Gelecek Durum İstasyon İşlem Süreleri ve Takt Zamanı.....	159

ÇALIŞMANIN KONUSU VE AMACI

Yalın üretim süreci ürünlerin rekabet güçlerini devamlı geliştirebilmek amacıyla, kalite ve verimliliğin üst sınırlarını sürekli zorlayarak üretimi “sıfır kayıp ve sıfır hata” seviyesine ulaştırmak için uygulanabilecek bir sistemdir. Yapılacak olan uygulama çalışmasında, yalın üretim teknikleri ile üç ayrı sektörde üç farklı işletmede yapılan gözlem ve analizler ile, uygulama sürecinde yaşanan sıkıntıların tanımlanması, analiz edilmesi, uygulanabilir proseslerin seçimi ve uygulaması ile sıkıntıların ne şekilde çözümlenebileceğinin ortaya konması amaçlanmıştır. Bu çalışmanın önemi, işletmelerde uygulana yalın üretim tekniklerinin getirdiği üstünlüklerin değerlendirilmesidir. Yalın üretim ile işletmenin fire ve ıskarta oranı azalacak, maliyetleri düşecek, verimlilikteki artış ile büyüme ve karlılık sağlanabilecektir.

Yapılacak olan tez çalışmasından elde edilecek sonuçlar bir bütün olarak yalın üretim sisteminin gelişimine fayda sağlayacak, bu alanda geliştirilecek başka çözüm önerilerinin önünü açacak ve yalın üretimde kullanılan problem çözme tekniklerinin ileriki dönemde yapılacak olan araştırmalarda farkındalığını arttırarak, farklı araştırma alanlarında farklı endüstri tipleri için kullanımına katkı sağlayacaktır.

ÇALIŞMANIN KISITLARI VE YÖNTEMİ

Rekabetin giderek arttığı günümüzde, işletmelerin sahip oldukları varlıkları verimli kullanabilmeleri çok önemlidir. Yalın üretim en genel anlamda tüm çalışanların katılımının ön görüldüğü, küçük grup faaliyetleri aracılığı ile gerçekleşen fabrikadaki tüm süreçleri içine alan, sürekli iyileştirmeyi hedef alan sistemli çalışmalar olarak tanımlanabilir. Aynı zamanda bir yönetim sistemi olarak Yalın üretim, şirket üst yönetiminin tam desteğinin olduğu, tüm çalışanların özellikle de operatör seviyesindeki çalışanların ve oluşturulan iyileştirme gruplarının faaliyetlerinin gerçekleştiği, tüm işletmeyi kapsayan, verimli bir yönetim sistemidir.

Tezin uygulama aşamasında uygulama yapılacak fabrikalar, 3 ayrı sektörden 3 farklı fabrika olarak belirlenmiştir. İsrafi, fire ve ıskartayı yok etmeye odaklanmış bir sistem olarak yalın üretim, KOBİ'lerin büyümesini, gelişmesini ve ileriye gitmesini sağlayacak niteliktedir. Uygulama yeri olarak ise; veri toplama kolaylığından dolayı KOBİ düzeyinde faaliyet gösteren 45 kişi istihdam eden bir valiz üretim firması, 10 kişi istihdam eden mobilya üreticisi ve 18 kişi istihdam eden plastik bidon ve kova üreticileri seçilmiştir. Yalın üretim sistemini uygulayabilecek olan firma sayısı az olduğundan en yakın seçenek olarak seçilen firmalara yer verilmiştir.

Çalışmanın yöntemi kısaca vaka olay incelemesidir. Seçilen işletmede yapılan yalın iyileştirmeler öncesi ve sonrası durumun analizi için işletme kalite ve üretim raporları ile veriler kullanılacaktır. Bu çalışmada, üretim faaliyetleri sırasında görülen maliyetleri arttıran ve verimliliği olumsuz yönde etkileyen kayıplar, fazla duruşlar ve israf kaynakları açıklanarak yalın üretim teknikleri üretici pozisyonundaki 3 farklı alanda faaliyet gösteren fabrikalarda incelenecektir.

Çalışmanın kısıtları ;

- Araştırma yalın üretim tekniklerinden, Değer Akış Haritalama olmak üzere, 5S, SMED, Akışa Uygun Yeniden Fabrika Düzenlenmesi (Lay-Out), Beceri Matrisi, Kök Neden Analizi, ECRS-Katma Değer Analizi, Toplam Ekipman Etkinliği (OEE), Kaizen uygulamaları ve Proses Birleştirme ile sınırlıdır.
- Yalın üretim, disiplini gerektirir ve uygulaması için gerekli ideal koşulların hepsinin birden oluşturulması oldukça güçtür.
- Yalın üretimi tepe yönetiminin desteklemesinin yanında diğer orta kademe ve tüm çalışanlara yalın üretim için gerekli değişiklikler ve uygulama yöntemlerinin yaygınlaştırılması güçtür.

Uygulamalar sonucunda; işgücü verimliliği ve teslim zamanlarında verimlilik düzeylerindeki artışlar ortaya konulacak ve bu uygulamanın işletmeye katkıları özetlenecektir. Ayrıca seçilen işletmede yapılan yalın iyileştirmeler öncesi ve sonrası durumun analizi için işletme kalite ve üretim raporları ile veriler kullanılacaktır.

ÇALIŞMANIN MODELİ VE PROBLEMLERİ

Araştırma verileri gözlem, görüşme ve doküman incelemesi yapılarak elde edilecektir. Ayrıca yetkililerle yapılan görüşmeler doğrultusunda işletmelerde daha önce yalın üretim sistemlerinin uygulanması ile herhangi bir girişimin gerçekleştirilmediği belirlenmiştir.

Planlama bölümünden üretim planlaması, hammadde ve malzeme sipariş sürelerinin hangi zaman aralıklarında gerçekleştirildiği ve bitmiş ürün sevkiyatının dağıtım süresinin ne kadar olduğu hakkında bilgiler alınacaktır. Her bir bölüm için çevrim süresini hesaplayabilmek amacıyla öncelikle günlük üretim miktarları takip edilerek kayıt altına alınacaktır.

Çalışmaya ait 2 adet problem belirlenmiştir:

1. Maliyetlerin azaltılarak rekabet gücünün artması ile işlem zamanlarının kısaltılması ve israfın azaltılması arasında pozitif bir ilişki var mıdır?
2. Geleneksel üretim yapan bir işletmede, yalın üretim tekniklerinin kullanılması verimliliği artırır mı?

LİTERATÜR ARAŞTIRMASI

Womack ve Jones'un 1996 yılında hazırladıkları ve 2003 yılında güncelledikleri "Lean Thinking" adındaki çalışmada yalın üretimin ilkeleri anlatılmıştır. Dünyanın farklı bölgelerindeki üretim işletmelerinde yalın dönüşüm süreci ayrıntılı olarak örneklerle anlatılmıştır. Bu sistemin işleyebilmesi için öncelikle yöneticilerin yeni üretim felsefelerini benimsemeleri gerektiğinin sonucuna varılmıştır.

Rother ve Shook'un (1999), 1999 yılında hazırladıkları "Görmeyi Öğrenmek" adındaki çalışmada yalın üretim tekniklerinin omurgasını oluşturan Değer Akışı Haritalama tekniği ayrıntılı bir şekilde tanımlamıştır. Değer akışı haritası yapılırken nelere ihtiyaç olduğu, nasıl yapılması gerektiği, mevcut durum haritası ve gelecek durum haritası örneklerle açıklanmıştır. Değer akışı haritasında kullanılan semboller ayrıntılı bir şekilde açıklanmıştır. Mevcut ve gelecek durum haritaları hazırlanmanın yalın üretimin temelini oluşturduğunun üzerinde durulmuştur.

Yüksel'in (2000), 2000 yılında hazırladığı "Yalın Üretim ve Bazı Yalın Üretim Teknikleri" adındaki çalışmada yalın üretim ve tekniklerinden bahsedilmiştir. Yalın üretim tekniklerinden SMED, TPM, tek parça akış ve kalite çemberleri ayrıntılı olarak açıklanmıştır. Yalın üretim tekniklerinin birbirine bağlı olduğunu ve bu tekniklerin bir bütünü oluşturduğunu belirtmektedir.

Womack ve Jones'un (2016), 2016 yılında hazırladıkları "Yalın Çözümler" adındaki çalışmada yalın üretimin bakış açısını müşteri odaklı olarak değiştirmiştir. Tüketicilerin farklı sektörlerde yaşadığı sorunları örneklerle belirterek, bu sorunları çözmek için yalın çözümler anlatılmıştır. Karşılaşılan veya karşılaşılabilecek düşünülen problemler ne olursa olsun bu problemlerin kalıcı bir şekilde çözülmesinin gerekliliği sonucunu çıkarmışlardır. Yani geçici çözümlerin sistemi kurtaramayacağını anlatmışlardır.

Tekin vd. (2015), “Implementation of Lean Manufacturing Philosophy and Techniques in a Textile Business” isimli çalışmasında dünya çapında kot pantolon üretimi yapan bir fabrikada yalın üretim tekniklerinden biri olan SMED (Tekli Dakikalarda Kalıp Değişimi) tekniğinin kalıp değişim sürelerini aşağı çekerek, süreç verimliliğinin nasıl arttırdığı araştırılmıştır. SMED ile beraber uygulanan yalın uygulamalar sonucu bekleme, yürüme ve makineden kaynaklı kayıplarda somut iyileştirmeler sağlanmıştır.

Gökçe’nin (2006), “Mevcut Üretim Sürecinin Yalın Üretim Yaklaşımıyla Yeniden Yapılandırılması Ve Bir Uygulama” İsimli Yüksek Lisans Tezinde Yalın Üretim Sistemi’nin felsefesi, amaçları ve araçları ana hatlarıyla açıklanmaya çalışılmıştır. Çalışmada çağın dinamik yapısına ayak uydurmak, değişiklik ve yeniliklere açık olmak gerekliliği vurgulanmış, aksi takdirde rakipler karşısında geride kalınacağı vurgulanmıştır.

Perez ve Sanchez (2000), tarafından İspanya’da 28 otomotiv tedarikçisinde yapılan araştırma yalın üretim ve tedarikçi ilişkilerini incelemiştir. Bu anket çalışmasının neticesinde, görevlerin rotasyonu ve takım çalışmasının eğitim ve standart (yaygın) parçaların kullanımı ile pozitif yönde bağlı olduğu belirlenmiştir. Tam zamanında ulaştırma işleminin, şirket içerisinde eğitim gören çalışanların yüzdesi ile ve modüler parçaları kullanma seviyesi ile pozitif yönde bağlı olduğu çalışma neticesinde ortaya çıkmıştır.

Birgün, Güven ve Özkan (2006), “Yalın Üretime Geçiş Sürecinde Değer Akışı Haritalama Tekniğinin Kullanılması: İmalat Sektöründe Bir Uygulama” çalışmasında hidrolik kapak üretimi yapan bir imalatçı firmada hidrolik kapak üretim hattı üzerindeki aksaklıkların değer akış haritalama yöntemi ile üretim süreci içerisinde ürünün hidrolik kapak hattına girip çıkıncaya kadar ki katettiği yol haritalandırılmıştır. Haritalandırma ile değer akışı üzerinde değer nasıl aktığı, stok ve israf kaynaklarının neler olduğu açıklığa kavuşturulmaya çalışılmıştır. Mevcut sistem analiz edilmiş ve sistem performansını yükseltecek gelişmeler önerilmiştir.

GİRİŞ

Kuruluşlar arasındaki rekabetin giderek arttığı, müşteri taleplerinin hızla değiştiği günümüzde, firmalar varlıklarını devam ettirebilmek için yeni yönetim biçimleri ve yeni teknikleri kullanmaya başlamışlardır. Ortaya çıkan yeniliklerin bir tanesi de üretim yapan fabrikalarda karşımıza çıkan en önemli kavram olan Yalın Üretim kavramıdır. Yalın üretim, işletmenin performansını arttırmaya odaklanmış sistematik bir yaklaşımdır. Bu sistematik yaklaşım, üretim süreçlerinde kayıpları azaltarak verimliliğin artmasını, bunu yaparken de işletme kültüründe bir değişimi sağlar. Kısaca yalın üretim, “en az kaynakla, en kısa zamanda, en ucuz ve hatasız üretimi, müşteri talebine de bire bir uyabilecek/yanıt verebilecek şekilde, en az israfla (daha doğrusu israfsız), ve nihayet tüm üretim faktörlerini en esnek şekilde kullanıp, potansiyellerinin tümünden faydalanmayı hedef alan bir yaklaşımın sonucudur. Yalın üretim, bu hedeflerin tümünü aynı anda gerçekleştirme ilkesine dayanır ve Batı’da 1900’lerin başlarından beri hakim olmuş seri üretim yaklaşımını tersyüz eden, bir anlamda alışılmışın dışına çıkan bir sistemdir. Genel geçer kabul edilmiş tüm kural ve ilkeleri sorgulayan, hiçbir yerleşik kanıyı mutlak görmeyen şüpheci bir yaklaşımın, ya da felsefenin ürünü olarak doğmuş ve bugünlere gelerek Dünya’da pek çok firmanın üretim sistemi haline gelmiştir. Bu üretim sisteminin temelleri ilk olarak 1950’lerde Toyoda ailesinin mühendisleri Eiji Toyoda ve beraber çalıştığı mühendis Taichi Ohno’nun öncülüğünde, Japon Toyota firmasında atılmıştır. Japon mühendislerin Amerikan Ford firmasını incelemek üzere Amerika’ya yaptıkları gezilerinden edindikleri bilgiler ışığında Ford’un yüzyılın başından itibaren öncülük ettiğini kitle üretim sisteminin Japonya için hiç de uygun olmadığına karar vermişler ve bu seyahat Japonya’ya döndüklerinde yepyeni bir üretim ve yönetim anlayışının ilk adımlarının atılmasına sebep olmuştur.

Üretici pozisyonunda olan işletmelerin iş akışları incelendiğinde faaliyetlerini yürütürken, farkında olmadan üretim sürecine dahil ettikleri ancak çıktı olarak üretim sonunda elde edilen ürüne herhangi bir katkısı olmayan faaliyetleri de

yapmaktadırlar. Bu işlemlerin birçoğu üründe veya müşteri nezdine herhangi bir değer meydana getirmez. Mesela; bir makinenin, sürekli akış sağlanmadığı için kendinden önceki bir makineden iş gelmesini beklemesi, değersiz bir işlemdir. Benzer şekilde, operatörlerin gereksiz olarak yürümeleri, kullanacağı ekipman ve malzemeleri fabrika içinde aramaları ürün üzerine herhangi bir değer katmaz. Bu sebeple işletmeler ürün maliyetini azaltmak, kaliteli ürün üretmek ve üretim sürelerini kısaltıp müşteriye daha kısa sürede ürünü ulaştırmak için üretim süreçlerini ve iş akışlarını iyileştirmek durumundadırlar.

Tez çalışmasına konu yalın teknikleri tam da bu noktada işletmelere maliyet olarak yansıyan ve gerek iş kaybı gerekse zaman kaybı olarak ortaya çıkan üretim süreçlerindeki israfların ve kayıpların tespit edilip bunlarla ilgili çözüm önerileri getirilmesinde ve dolayısı ile işletme kayıplarının azaltılarak karlılıklarını arttıracaktır. Üç bölümden oluşan çalışmada, ilk olarak yalın üretim ve yalın üretimin temel ilkeleri hakkında kısa tanımlamalar yapılarak yalın üretim sisteminin karakteristik özelliklerine değinilmiştir. Daha sonra yalın üretim sisteminin tarihsel gelişim süreci hakkında bilgiler verilmiştir. Birinci bölümün ilerleyen konularında yalın üretim sisteminin diğer üretim sistemlerine göre avantajları ve yalın üretim sisteminin geleneksel üretim sistemleri ile karşılaştırılması irdelenmiş ve konu ile ilgili yapılan çalışmalara ayrıntılı olarak değinilerek ne gibi sonuçlar elde edildiği açıklanmıştır. İkinci bölümde ise, yalın üretim sisteminin uygulanmasına yönelik temel teknikler teorik biçimde değerlendirilmiştir. Son olarak üçüncü bölümde, önceki bölümlerde anlatılan literatüre ait bilgilerin valiz imalatı, mobilya imalatı ve plastik kova imalatı yapan 3 ayrı KOBİ’de nasıl kazanımlar sağlayacağı ve uygulanan yalın tekniklerle üretim süreçlerini nasıl iyileştirdikleri aktarılmıştır.

1. YALIN ÜRETİM TANIMI VE TEMEL İLKELERİ

1.1. Yalın Üretim Tanımı

Yalın üretimin basit ve detaylı bir şekilde ne anlama geldiğini anlayabilmek için yalın üretim tanımları ve bu tanımlarda geçen bazı temel yalın kavramları bilmek gerekir. Yalın üretim Womack, Jones ve Ross'a göre (1990: 16); yapısında hiçbir gereksiz unsur taşımayan ve hata, maliyet, stok işçilik, geliştirme süreci, üretim alanı, fire, müşteri memnuniyetsizliği gibi unsurların, en aza indirildiği üretim sistemidir.

Yalın Üretim çok basit bir tanımlamayla daha az zamanda, daha az stok miktarları, daha az boş çalışan ve sermaye kullanımı ile daha fazla üretim yapma esasına dayanmaktadır. Yalın üretim sistemine, tam zamanında üretimi de içeren kapsamlı bir üretim sistemi gözüyle bakılmaktadır. Daha geniş bir ifade ile yalın üretim en az kaynak kullanımıyla, en kısa zamanda, en ucuz ve hatasız üretimi müşteri talebine bire bir cevap verecek şekilde en az israfla ve nihayet tüm üretim faktörlerini en esnek şekilde kullanıp potansiyellerin tümünden yararlanmak olarak tanımlanabilmektedir. Okur'un da (1997: 31) ifade ettiği gibi yalın üretim; mutlak kabul görmüş tüm kural ve ilkeleri sorgulayan, hiçbir yerleşik kanıyı mutlak görmeyen şüpheli bir yaklaşımın, ya da felsefenin ürünü olarak doğmuş ve gelişmiştir.

Bugün yalın üretim diye adlandırılan üretim ve yönetim sisteminin temel ilkeleri, ilk kez 1950'lerde Toyoda ailesinin bireylerinden mühendis Eiji Toyoda ve beraber çalıştığı deha, mühendis Taiichi Ohno'nun öncülüğünde, Japon Toyota firmasında atılmıştır (Gökşen, 2003: 32). Bu ikili Eiji Toyoda'nın 1950'de Ford firmasını incelemek üzere Amerika'ya yaptığı gezisinde edindiği bilgilerin de ışığında Ford'un yüzyılın başlarından itibaren öncülük ettiği kitle üretim sisteminin Japonya için hiç de uygun olmadığına karar vermişlerdir ve bu karar yepyeni bir üretim ve yönetim anlayışının ilk adımlarının atılmasına yol açmıştır.

Gökşen (2003), Ohno öncülüğünde Toyota'nın yakaladığı bu başarıyı resmederken Toyota'nın kısa sürede nasıl bir sıçrama gerçekleştirdiğini araştırmasında rakamlarla ortaya koymuştur. Şöyle ki; 1950 yıllarında dünyanın en büyük şirketleri arasında Toyota'nın ismi listelerde yer almazken, 1970 yılında 6. sırada, 1990 yılında 3. sırada 2003 yılında General Motors'un ardından 2. sırada gelmiştir. Bu yükselmeyi rakiplerine göre 10 kat daha az işgücü, daha az işçilik saati (31 saate karşılık 16 saat), daha az hata (yüz otomobilde 145 hataya karşılık 45 hata) ve büyük preslerde kalıp değiştirme süresini 8 saatten 3 dakikaya indirerek sağlamıştır.

Aşağıdaki tabloda performans kriterleri ve ideal işletme tipindeki değişimleri yıllar bazında göstermektedir.

Tablo 1.1 Yıllara Bağlı Performans-İşletme Tipi Değişimi

<i>YILLAR</i>	<i>PERFORMANS KRİTERİ</i>	<i>İDEAL İŞLETME TİPİ</i>
1960	Fiyat	Etkin İşletme
1970	Fiyat + Kalite	Kaliteli işletme
1980	Fiyat + Kalite + Ürün Çeşitliliği	Esnek işletme
1990	Fiyat + Kalite + Ürün Çeşitliliği + Farklı ve Hızlı Olma	Yenilikçi işletme
2000	Kalitenin işletmedeki her birimin sorumluluğunda olduğu Müşteri Odaklılık, bilgi katma değeri	Mükemmeli arayan işletme

Kaynak: (Gökşen, 2003: 44)

Tablo 1.1'de yıllar içerisinde süreç içerisinde ideal işletme tipinde firmaların mükemmelliğe ulaşmaya çalışılırken her boyutta düşünce ve eylemlerini değiştiren en önemli unsurun müşteri talebindeki değişim ve hızlı dönüşüm olduğu karşımıza çıkmaktadır. Dolayısıyla işletmeler bu dönüşüme yanıt verebilmek için müşterinin gereksinim duymasından daha önce hareket ederek kısa sürede, en uygun fiyatta, beklenen kalitede ve istenen yerde yeni ürünleri üretmelidir.

Örneğin cep telefonu üreticisi olan Samsung'un uzun yıllar yaptığı Ar-Ge çalışmalarının neticesinde Note serisini sürekli geliştirerek müşterinin bir adım sonra gereksinim duyacağı özellikte ürünleri üretip pazara sunduğu için kendi sektöründe lider firma konumuna ulaştığı söylenebilir.

Özkan (2014), yalın düşüncüyü anlayabilmek için bilinmesi gereken 2 önemli temel kavramı “değer ve israf” olarak ortaya koymuştur.

Değer:

- Burada değer müşteriye sunulan fayda olup;
- İhtiyaçları karşılayacak özelliklere sahip
- Tercih edilen zamanda ve yerde bulunabilen
- Müşterinin bedelini ödemeye istekli olduğu ürün veya hizmettir

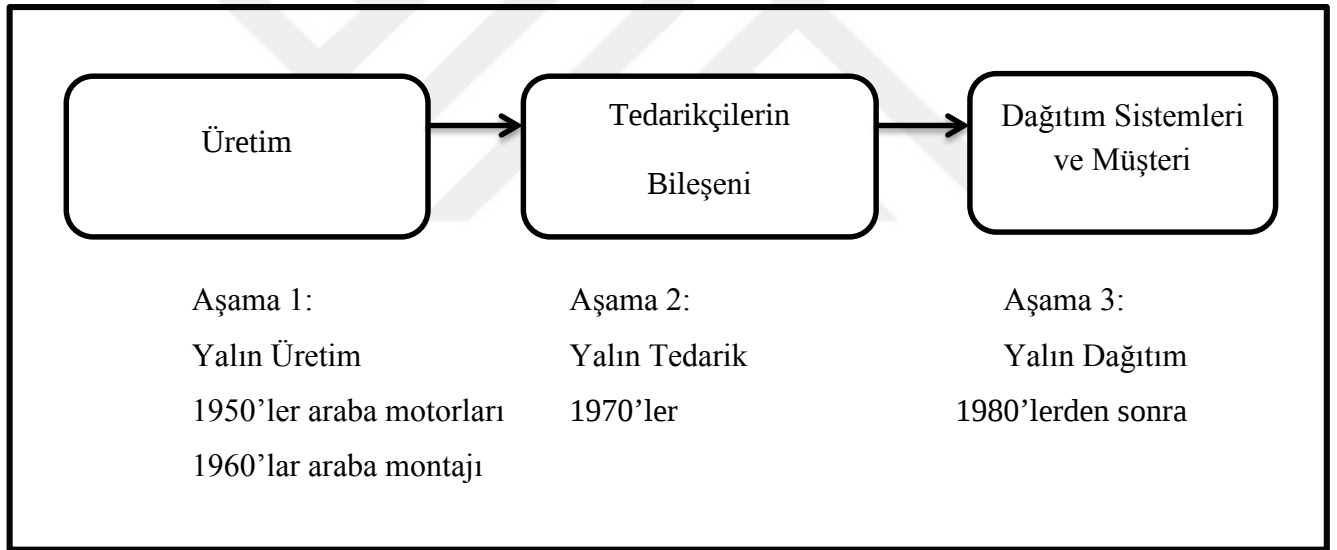
İsraf: İsraf değer oluşturmaksızın maliyete eklenen her şeydir.

Yalın düşüncenin temel amacı, değer ilk ham maddeden başlayarak, değer oluşturma süreci boyunca hiç kesintisiz akıtılarak hızla nihai müşteriye ulaştırılmasıdır (Kulaç, 2003). Bunu başarabilmek için tüm değer zincirine bir bütünlük çerçevesinde bakmak, israfları yok etmek ve tüm faaliyetleri müşteri için mükemmel değer oluşturmak amacına yönlendirmek gerekir. Yalın düşüncede israf, bilinen anlamının ötesinde ürün ya da hizmetin kullanıcıya herhangi bir fayda sunmayan, müşterinin fazladan bedel ödemeyi kabul etmeyeceği her şeydir. Tasarımdan sevkiyata tüm ürün/hizmet oluşturma aşamalarındaki her türlü israfın (hatalar, aşırı üretim, stoklar, beklemler, gereksiz iler, gereksiz hareketler, gereksiz taşımalar) yok edilmesi ile maliyetlerin düşürülmesi, müşteri memnuniyetinin artırılması, piyasa koşullarına uyum esnekliğinin kazanılması, nakit akışının hızlandırılması dolayısı ile firma kârlılığının artırılması hedeflenir.

Tatikonda (2007: 2) yalınlık tabirini ifade ederken “sürekli olarak süreçlerin basitleştirilmesini ve değersiz işlemlerin ortadan kaldırılmasını içeren düşüncedir” diye tanımlamaktadır. Bu felsefe her organizasyon yapısında uygulanabilen basit ve kolay anlaşılabilir araçlar kullanır. Çalışanlarının yaratıcı düşünmesini sağlayarak, işletmeler yalın prensiplerini yüksek sermaye yatırımları olmadan uygulayabilirler.

Yalın prensiplerini uygulayan işletmeler üretkenlik artışı, hata oranlarında azalma, stoklarda düşüş, zamanında teslimat ve nakit akışı gibi önemli sonuçlar fark ederler.

Tarihi süreç içerisindeki yalın kavramının gelişimini kısaca Şekil 1.1’de özetlenmiştir.



Şekil 1.1 Yalın Kavramının Değer Zinciri İçerisindeki Açılımı

Kaynak: (Mahfouz, 2014: 3)

Yalın üretim soyut olarak; bir felsefe, uygulama paketleri ve bir takım ilkeler şeklinde farklı düzeylerde tanımlanabilir. Okur (1997), *2000’li Yıllarda Sanayi İçin Yapılanma Modeli: Yalın Üretim* kitabında yalın üretimi: En az kaynakla, en kısa zamanda, ucuz ve sıfır hatalı üretimi müşteri talebine yanıt verebilecek şekilde, en az israfla ve tüm üretim faktörlerini esnek bir şekilde kullanarak işletmenin potansiyel kaynaklarının tamamından yararlanarak gerçekleştirilen bir üretim sistemi şeklinde tanımlamıştır. Cesur (2000) ise; yalın üretimin sistemler bütünü olarak ifade etmiş

ve verimlilik, kalite ve müşterilere gerektiği anda cevap verebilme yeteneğini eş zamanlı olarak geliştirmeyi amaçlayan çeşitli uygulamaların birleşimi olarak daha kapsamlı bir tarif getirmiştir.

Yalın üretimin temel felsefesi, faaliyetlerin önündeki tüm engellerin kaldırılarak üretim faktörünün yalnızca kendi faaliyeti ile ilgilenmesidir. Özkol (2004: 127), bu tür engellerin işletmelerin karşısına “israf” şeklinde çıktığını ve “israf”ın önlenmesi ile de üretimin hızlı, verimli ve müşteri odaklı yapılabileceğini söylemektedir.

Womack, Jones ve Ross (1990: 70) sekiz tür israfı tanımlamışlardır. Bunlar:

- 1) Hatalar
- 2) Düzeltme (hataları)
- 3) Kimsenin istemediği öğelerin üretimi
- 4) Gereksiz üretim aşamaları
- 5) Çalışanların gereksiz hareketi veya taşınması
- 6) Ürünlerin gereksiz hareketi veya taşınması
- 7) Alt grupta çalışanların beklemesi
- 8) Ürün veya hizmetlerin müşteri ihtiyaçlarını karşılamaması

Yalın üretimin amacı, her üretim adımında ürünlerin değerini müşteri algısı olarak arttırmaktır. Değer oluşturma tam tersi, kaynaklar tarafından kullanılan ancak değer yaratmayan faaliyetler boş zaman kayıplarıdır.

Akgeyik (2000: 9) yalın üretim ile ilgili 4 temel prensibi tespit etmiş ve yalın üretim sisteminin genelini kapsadığını ifade etmiştir. Bu prensipler;

- 1) Sürekli geliştirme esasına dayalı ürün tasarımı,
- 2) Daha esnek makine kullanımı,
- 3) Stoku engellemek ve üretim akışını geliştirmek amacıyla imalat sürecinin yeniden organizasyonu,
- 4) İş gücünün güncel bilgisinden üretimde daha fazla yararlanmak için yeni bir çalışma organizasyonunun oluşturulması.

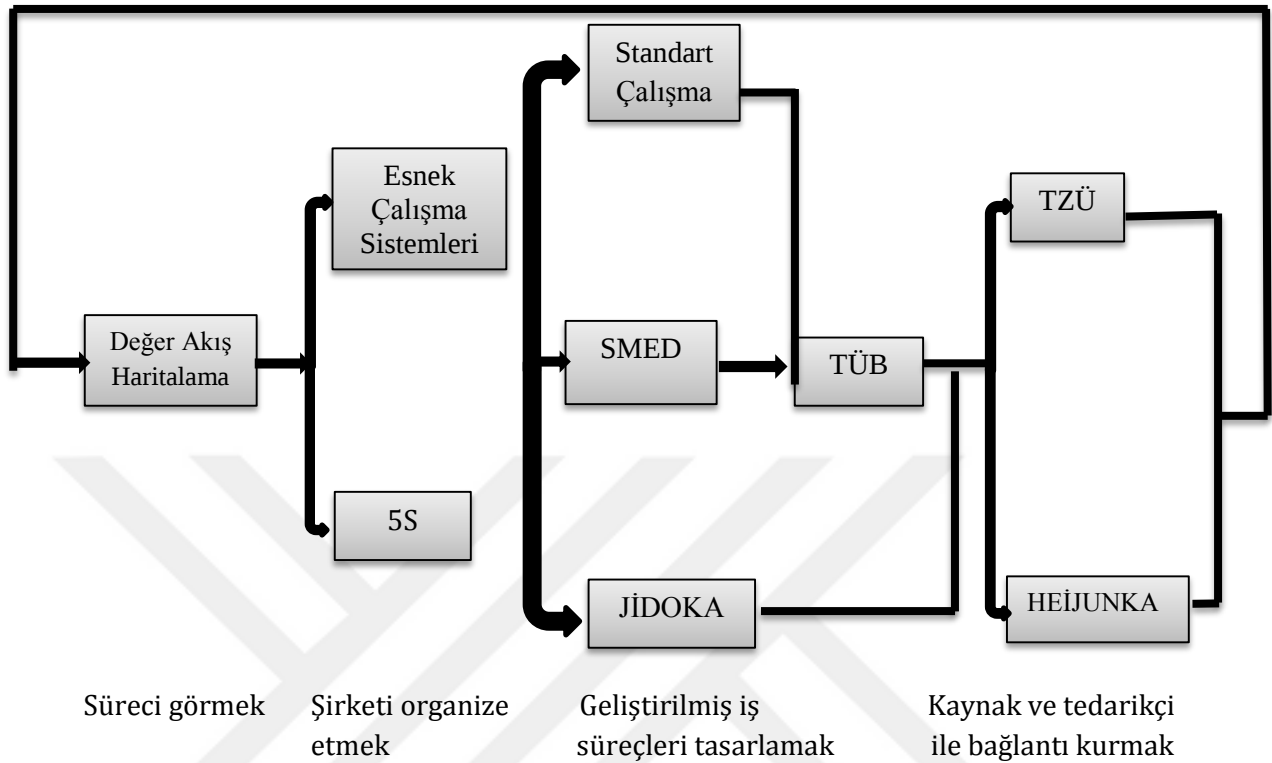
Üretim süreci, girdilerin belirli değişimlerden sonra çıktı olarak meydana geldiği bir süreçtir. Bu süreç, birçok işlemler ve değişimleri kapsamaktadır. Bir işlemin bittiği yerde diğer işlem devreye girer, bir çalışma başladığı anda diğer işlem tamamlanmış olur. İşlemler birer düğüm olarak belirtilebilir ve tüm düğümler girdi-çıkış sistemini oluştururlar. Değişim ve dönüşümler ise, girdi-çıkış sisteminde temel kavramlardır (Gökşen, 2003: 33). İşletmede Gökşen'in de (2003), belirttiği girdi ve çıktıların yanı sıra tedarikçi ve müşteriler de yer almaktadır. Tedarikçiler hammadde ve malzemenin karşılanmasında kaynakları oluşturur. Üretim sürecinin aksamadan ilerleyebilmesi hammadde ve malzemenin tam zamanında karşılanabilmesine bağlıdır. Ancak üretimde aksaklıkların yaşanmasını önlemek için önceden tedarik edilen hammadde ve malzeme işletme için stok tutulmasını gerektirir. Bu durum da stok ve bekleme maliyetlerinin arttırır. Müşteriler ise nihai kullanıcı olması nedeniyle ürün ve üretim sürecinde büyük öneme sahiptir. Müşterinin istediği ürünü istediği kalitede, fiyatta ve zamanda karşılayabilmek işletmelerin en önemli amaçlarından biridir.

Değer katmayan faaliyetler israfın temel kaynağıdır. Bu çerçevede yalın üretim mantığı ile düşünüldüğünde stoklarda israf kaynağı olarak ortadan kaldırılmaya ya da en aza indirgenmeye çalışılmalıdır. Ancak stokların ortadan kalkması ile işletmeler, önemli bir kaynağı tekrar kazanarak daha verimli faaliyetlerde değerlendirebilecekler ve stoklar nedeniyle görülemeyen sorunları daha net ve açık bir şekilde ele alıp, ortadan kaldırabileceklerdir. Stok düzeyinin iyi kontrol edilmesi sağlanarak şirketlerin gelir düzeyinin ve etkinliğinin arttırılmasının

yanı sıra müşteriler, toptancılar ve taşımacılarla ilişkilerin iyi yönde gelişmesine de katkıda bulunmaktadır.

Talep dalgalanmalarının yoğun olduğu pazarlarda talepleri karşılamak çoğu zaman elde stok bulundurmayı gerektirmektedir. Ancak stoklama maliyetleri göz önüne alındığında stok miktarları işletme için mali olarak büyük önem taşımaktadır Akdeniz ve Aksaraylı (2003: 11) stok sınıflandırılmasını yaparken üretim süreci içerisinde belirli aşamalarda hammadde, mamul ve malzeme stokları şeklinde 3 şekilde sınıflandırmıştır. İşletmenin bünyesinde gerekenden fazla stok bulundurması ise stoklara bağlanan fonlar ve elde bulundurma nedeniyle maliyetleri artırdığı düşünülmektedir. Karakaya'ya göre (1997: 389) üretim sistemlerindeki yeni eğilim; stok miktarlarını düşürmek, stokta bekleme süresini en aza indirmek ve böylece düşük bir stok seviyesi ile faaliyetleri gerçekleştirmektir. Sıfır stokla üretim, talebe göre yapılan üretim sistemidir. Bunun anlamı ise, bir ürünü ihtiyaç duyulduğu anda üretmek ve sadece müşteriler tarafından talep edilen miktarda üretmektir. İşletmenin sıfır stokla çalışma sistemi her şeyden önce oluşan israf kaynaklarının önlenmesinin ifadesidir

Yalın üretim sistemi kapsamında süreçteki iyileşmeyi sağlayacak farklı teknikler vardır. Bu tekniklerin her biri farklı amaca hizmet etmektedir. Rivera ve Chen (2007: 688), yalın üretim sisteminde uygulanan teknikleri ve her tekniğin kısa amacını anlatan süreci Şekil 1.2'de özetle vermiştir.



Şekil 1.2 Bir Yalın Uygulamada Tipik Süreç

Yalın üretim ilkeleri bir bütündür ve başarı elde edebilmek için bir bütün olarak kavranıp uygulanması gerekmektedir; tek tek ya da birkaçı ayrı olarak uygulandığında istenilen hedefe ulaşılamaz.

1.2. Tarihsel Gelişim Süreci

Japon üretim sistemi olan tam zamanında üretim (JIT) sistemini uygulayan işletmelerde sağlanan başarılar 1990'lı yılların başlarında, yalın üretim kavramının ortaya atılmasına neden olmuştur. Temelini, kitle üretim sisteminin Japonya'da başarılı olamayacağı düşüncesinden hareketle Toyota'da geliştirilen sistemden alan yalın üretim yaklaşımı, atölye ortamında gerçekleştirilen üretim ile yığın üretimin aşarılı bir kombinasyonu olarak değerlendirilebilir.

2.Dünya savaşı sonrası dönemde Toyota'nın üretim mühendisi olan Taiichi Ohno, yeni modellerle ürün karmaşasını zenginleştirme stratejisini geliştirebilmek için, kitle üretim sisteminden farklı bir yapının gerekli olduğunu düşünmüştür (Womack ve Jones, 2016: 17).

Bugün bizim "yalın üretim" diye adlandırdığımız yalın üretimin temelleri ilk olarak 1950'lerde Toyoda ailesinin bireyleri mühendis Eiji Toyoda ve beraber çalıştığı deha mühendis Taichi Ohno'nun öncülüğünde, Japon Toyota firmasında atılmıştır. Womack, Jones ve Ross, (1990 :49) *Dünyayı Değiştiren Makine* adlı kitabında bu ikilinin 1950'de Ford firmasını incelemek üzere Amerika'ya yaptıkları gezilerinden edindikleri bilgiler ışığında Ford'un yüzyılın başından itibaren öncülük ettiğini kitle üretim sisteminin Japonya için hiç de uygun olmadığına karar verdiklerinden bahsederek, ABD'ye yapılan bu seyahatin yepyeni bir üretim ve yönetim anlayışının ilk adımlarının atılmasına sebep olduğundan bahseder

Okur (1997: 25-30) ise bu ikilinin Japonya'ya döndükten sonraki saptamalarını kitabında özetle şöyle vurgular: Kitle üretiminde, her üretim faktörü ya da unsuru olması gerekenden çok sayıda kullanılmakta ve üretim pek çok gereksizlik ya da israf (muda) içermektedir. İsrafın, sistemin aşırı iş bölümüne dayanması, yani, gerek makineler gerek de işçilerin, çoğu kez sadece tek bir ürün için tek bir operasyon gerçekleştirecek şekilde organize edilmeleri ve tek bir işe/operasyona adanmış olmalarından dolayı kaynaklanmaktadır. Makineler özellikle bu tür bir adanmışlık sağlayacak şekilde tasarlanmıştır. Üretim organizasyonuna bu şekilde yaklaşılması, bir yandan üretim faktörlerinin gereksiz yere kitlesel boyutta kullanılmalarına yol açmakta, öte yandan da üretime aşırı bir katılık ve hiyerarşi getirip, üretimde esnekliğe set çekmektedir. Ayrıca işçiler birer el gücü olarak algılanıp, beyin güçleri üretimin iyileştirilmesine kanalize edilmemekte, en kötüsü değişken maliyet olarak görülüp işlerin kötü gittiği dönemlerde rahatlıkla işten çıkarılabilmektedirler. Sonuç, üretim faktörlerinin olabilecek azami potansiyellerinden yararlanılmamasıdır.

Bununla beraber Kavrakoğlu (1998), geleneksel üretimdeki büyük partiler halinde olan "lot" üretimi zorunluluğunu firmaların üretimdeki aşırı adanmışlık ve esneksizliğin doğal bir sonucu olarak kabul etmiştir. Çünkü kalıp değiştirme ya da bir üründen diğerine geçebilme için gerekli ayarlamalar çok uzun süre aldığından dolayısıyla büyük "lot" üretim zorunluluğu doğmaktadır. Büyük "lot" üretimin en önemli yan etkisi, özellikle işlenmekte olan ürün stokunun çok yüksek düzeylere çıkmasıdır (Örneğin, Ford'da tek bir hatta 500,000 adet sağ kapı paneli basılıp, bu

paneller son montaj için gerekli olana kadar stokta bekletilmekteydi). Yüksek stok, hem önemli bir maliyet kaynağıdır, hem de üretime bir tür “rehavet” de getirmekte, üretimde “kalitenin yüzde yüz sağlanması gereken bir olgu olarak görülmemesine neden olmaktadır (Kavrakoğlu, 1998: 87). Nasılsa, ıskarta durumunda, yedekteki stoktan takviye edilme şansı vardır. Oysa, ıskarta ve akabinde gelen “onarım” bir yandan maliyetleri yükseltmekte, diğer yandan da müşteri memnuniyetsizliği ve güvensizliğine yol açmaktadır.

Yüksek stok, hem önemli bir maliyet kaynağıdır, hem de üretime bir tür rehavet getirmektedir. Üretimde kalitenin %100 sağlanması gereken bir olgu olarak görülmemesine neden olmaktadır. ıskarta durumunda yedekteki stoktan takviye edebilme şansı vardır. Oysa, ıskarta akabinde gelen onarım bir yandan maliyetleri yükseltmekte, diğer yandan da müşteri memnuniyetsizliğine ve güvensizliğine yol açmaktadır. Sistemin bütünü incelendiğinde, kitle üretim sistemi esneklikten yoksundur; katı bir hiyerarşiye dayanmaktadır ve kitlesellik israf içermektedir. Ancak tüm bunlar 1950’ler Amerika’sında sorun yaratmamaktadır. Çünkü kısıtlı tipte aracın bolca satılabileceği, çoğunluğunu elinde harcayacak parası olan orta sınıfın oluşturduğu, henüz doymamış bir pazardır. Japonya’da ise tam aksi bir görünüm söz konusuydu; Japon pazarı çok daha küçük bir pazardı ve kişi başına milli gelir oldukça düşüktü.

Pazarın küçük olmasına karşı farklı tipte araçlara talep vardı ve rekabet Amerika’ya göre çok daha yüksekti. Bu koşullarda Japon üreticileri için adanmış işçi ve makineler topluluğu ile kısıtlı tipte araçtan yılda milyonlarca üretmek mümkün olmamakta idi. Cusumano (1989) 1950’lerin Japonya’sını tetkik ederken o zamanlarda Japon üreticilerin gündeminde olan, aynı anda, farklı tip araçları hem de her birinden çok düşük sayıda üretilip, yine de düşük maliyet tutturma zorunluluğu olduğunu gözler önüne koymuştur. Teknik olarak ta çok az sayıdaki üretim faktörünü esnek ve etkin kullanmanın yollarını bulmak ve üretimi maliyeti artırıcı tüm etkenlerden, gereksizliklerden ve israftan arındırmak zorunludur. Bununla birlikte 1950’lerde getirilen yeni yasalarla, gerek işçi sınıfı gerek de yan sanayiler, önemli bir pazarlık gücü elde etmişlerdir ve Amerika’daki gibi istenildiği zaman işten

çıkarılacak, ya da sözleşmesi feshedilecek birer değişken maliyet olarak algılanmaya karşı çıkmıştır

1950’li yıllarda Toyota’nın toplam yıllık üretim miktarı birkaç bin adet ile sınırlıydı. Ohno (2015) öncelikle küçük partiler halinde üretimi engelleyen makine hazırlık süreleri üzerine gitmiş, kalıp hazırlama atölyesinde yaptığı çalışmalar sonucunda bu atölyede, kalıp hazırlama işlemi için gerekli hazırlık süresini, bir günden üç dakikaya indirerek, yaklaşık 10 yıllık bir çalışmanın sonucunda, inanılması güç bir başarı elde etmiştir. Aynı çalışmanın sonunda, kalıp hazırlama üzerinde uzmanlaşmış personel ihtiyacını da ortadan kaldırmıştır. Ayrıca, tüm bunların sonunda beklenmeyen bir sonuçla karşılaşmış ve büyük partiler halinde üretime kıyasla, küçük partiler halinde üretimin parça başına maliyetleri düşürdüğünü görmüştür. Yapılan araştırmalar neticesinde Womack ve Jones (2016: 23-24) bu sonucun iki nedenden kaynaklandığını göstermiştir. İlk olarak, küçük partiler halinde üretim, kütle üretim sistemlerinin gerektirdiği yüksek stokları ortadan kaldırmıştır. Ancak, bundan da önemlisi, üretim parti büyüklüklerinin azalmasıyla hatalı parçaların arabaya monte edilmeden önce tespit edilmesi sağlanmıştır. Sonuçta kalıp atölyesinde çalışanların kaliteyle daha fazla ilgilendikleri görülmüş ve hataların nedenlerinin araştırılarak ortadan kaldırılmasıyla yeniden işleme, fire, tamir gibi maliyetlerden tasarruf sağlanmaya başlamıştır.

1980’lere gelindiğinde, bireyler birden fazla otomobil sahibi olmaya ve standart büyüklükte otomobilleri tercih etmeye başlamışlar, farklı modellerde güvenilirlik arayışına girmişlerdir. Cesur (2000) batılı sanayiciler ve Japon üreticilerin üretim süreçlerini irdelerken; kitle üretime yönelmiş sistemlerde model çeşitliliğine gidilmesi, yıllar süren ve yüksek maliyetli bir çalışma gerektirdiğini, Toyota’nın sahip olduğu esneklik avantajı ve üretim mühendislik maliyetlerini düşürebilme yeteneği, müşterinin arzuladığı çeşidi, minimum fiyat farkıyla tasarlama ve müşteriye sunabilme olanağı ortaya koyduğunu belirtmiştir. Yeni bir model tasarlamak için, yığın üretim yapan bir üreticinin, bir yalın üreticinin iki katı zaman ve çaba harcaması gerekmektedir. Batılı işletmeler, model sayısını düşürme yoluna giderlerken, Japon otomobil üreticileri ürün hatlarını genişletmeyi sürdürmektedirler

Kısaca yalın üretim, “en az kaynakla, en kısa zamanda, en ucuz ve hatasız üretimi, müşteri talebine de bire bir uyabilecek/yanıt verebilecek şekilde, en az israfla (daha doğrusu israfsız), ve nihayet tüm üretim faktörlerini en esnek şekilde kullanıp, potansiyellerinin tümünden faydalanmayı hedef alan bir yaklaşımın sonucudur. Yalın üretim, bu hedeflerin tümünü aynı anda gerçekleştirme ilkesine dayanır ve Batı’da 1900’lerin başlarından beri hakim olmuş seri üretim yaklaşımını tersyüz eden, bir anlamda her şeye alışılmışın tam tersi yönünde yaklaşan bir sistemdir. Genel geçer kabul edilmiş tüm kural ve ilkeleri sorgulayan, hiçbir yerleşik kanıyı mutlak görmeyen şüpheli bir yaklaşımın, ya da felsefenin ürünü olarak doğmuş ve gelişmiştir.

1.3. Yalın Düşüncenin İlkeleri

Womack ve Jones, (2016) *Yalın Düşünce* adlı kitabında Yalın düşüncüyü tanımlarken aynı zamanda, mudayı (israfı) değere dönüştürmeye yönelik çabalara anında geri bildirim sağlayarak daha tatmin edici iş çıkarılmasının bir yolunu da gösterir ve israfı önlemeyi hedefleyen yalın üretim sisteminin ilkelerini beş başlık altında ortaya koyar.

- 1) Belirli bir ürün için değeri kesin olarak belirlemek,
- 2) Her ürünün değer akımını saptamak,
- 3) Değerin, kesintisiz akışını sağlamak,
- 4) Müşterinin değeri üreticiden çekmesini sağlamak ve
- 5) Mükemmellik peşinde koşmak

1.3.1. İlke 1: Değer

Yalın Üretim kavramı, yalın düşüncenin temel ilkelerinden olan değer kavramının tanımlanması ile başlar. Yalın düşüncenin başlangıç noktası “değer”dir. Değeri üretici oluşturur ama değer ancak nihai müşteri tarafından tanımlanabilir (Okur, 1997). Womack ve Jones (2016) yalın üretimde “değeri” ifade ederken , “ürünün fiyat ve diğer özellikleri bakımından müşterinin ihtiyaçlarına cevap verip verememesinin ölçüsü” olarak tanımlamıştır.

Müşteri açısından değer, müşterinin ödediği karşılığında beklediğinden fazlasını elde ettiği zamanki durumu ve anlamı içermektedir (Okur, 1997). Buradaki önemli nokta beklenen, umut edilen, algılanan durumdur. Müşteri açısından üretici, değeri meydana getirendir. Bu nedenle üreticilerin, müşterilerce yapılan değer tanımlarına göre üretim yapmaları daha faydalı sonuçlar getirecektir. Ancak değeri oluşturan üreticiler çoğu zaman değeri doğru tanımlayamazlar. Okur (1997), bu konuya *2000’li Yıllarda Sanayi İçin Yapılanma Modeli: Yalın Üretim* adlı kitabında bir örnekle açıklık getirir. Örneğin; Alman firmaları, değeri ürünlerdeki teknik karmaşıklık ve teknoloji ile bağlantılı olarak tanımlarken; Amerikan firmaları kısa dönemli rekabet taktikleri yöntemleri ile değer yarattıklarını düşünürler.

Japon firmalarda ise değer tanımında, nerede meydana getirildiği konusu önem kazanmaktadır. Ortaya çıkarılan değer müşteri yönlü ve onun ihtiyaçlarına yönelik değilse fazla bir anlam taşımaz. Çünkü sunulan değeri ve yararları müşterinin kendisi belirler. Belirlenen değer, müşteri ile kuruluş arasında duygusal bir bağ oluşmasını sağlar. Bu durum da, yeniden tercih etme ve satın almayı ve dolayısıyla müşteri sadakatini ortaya çıkarabilmektedir. Womack ve Jones (2016) değer tanımının anlamlı olması için müşterinin ihtiyaçlarını belli bir zamanda belli bir fiyattan karşılayan belli bir ürün (mal, hizmet veya sıklıkla ikisinin bileşimi) cinsinden ifade edilmesi gerektiğinden bahseder. Ürünün doğru tanımlanabilmesi için, üreticilerin müşterilerle yeni iletişim kurma biçimleri geliştirmeleri ve değer akımı üzerinde yer alan firmalar arasındaki ilişkilerin yeniden düzenlenmesi gerekir. Üreticilerin bu yeniden tanımlama aşamasını kabullenmeleri hayati bir önem taşır, çünkü ürünü yeniden tanımlama, genellikle yeni müşteriler bulmanın tek yoludur ve yalın düşüncenin başarısında, hızla yeni müşteriler ve yeni satış olanakları bulabilme becerisi kritik bir rol oynamaktadır.

Günümüzde üretici sayısını artması ile birlikte rekabette aynı oranda artmış, müşterilerin seçenek sayısı da yine aynı miktarda artmıştır. Bu nedenle üreticiler müşterinin istediğini üretme yoluna gitmeye başlamışlardır. Yanlış ürün ya da hizmetin, doğru, veya doğru ürünün, zamanından önce üretilmesi sadece israftır.

Muda, değer yaratmadan kaynakları tüketen faaliyetleri gösterir. Okur (1997) mudanın tanımını yaptıktan sonra mudaya sebep olan işlemleri; yeniden işlenmeyi gerektiren hatalı ürünler, talep edilmeden üretilen ve stok olarak tutulan üretim, gerekli olmayan süreç aşamaları, ürünlerin ve çalışanların bir yerden bir yere nakledilmeleri, önceki işlemlerde tamamlanmayan işlemler nedeniyle sonraki aşamalarda boş bekleyen çalışanlar ve müşteri beklentilerini karşılamayan ürün ve hizmetleri mudaya sebebiyet veren işlemler olarak sıralamıştır. Ürün bazında değer, müşteri tanımlarına uygun bir şekilde üretici tarafından yaratılan, müşterinin gereksinimlerini belli bir zaman diliminde, belli bir fiyattan karşılayan, belli özelliklere sahip ürün ya da hizmettir.

Bu nedenle klasik firmaların ilk yapması gereken, değer tanımlarını sorgulayarak değeri yeniden tanımlamak olacaktır. Değeri tanımlamak için öncelikle belli bir müşteri grubu belirlenmeli, bu müşterilerle ilişkiye geçilmeli. Müşterinin üründe olmasını istediği özellikler belirlenmelidir. Mevcut üretim kaynakları engel olarak görülmemeli, ürünle ilgilenecek özel ekipler oluşturulup ürüne ait birim maliyet belirlenmelidir (Okur, 1997). Özetle üretici ve müşteriler, işe yanlış yerden başladıkları için yanlış yere varmakta, nihai değeri düşünmeye başladıklarında da maliyetleri düşürme, ürün çeşitliliğini artırma gibi çözümler üzerinde durmaktadırlar. Asıl düşünülmesi gereken, üretici ve müşterinin değeri birlikte analiz ederek gerçek gereksinimleri saptamak üzere eski tanımları sorgulamaya başlamalarıdır.

1.3.2. İlke 2: Değer Akışı

Yalın düşüncenin değerden sonraki en önemli ilkesi değer akışıdır. Değer akışı ürünün, ilk hammaddeden başlayarak tüm üretim proseslerinden geçerek nihai müşteriye ulaşması arasında geçen tüm zamanı kapsamaktadır.

Değer akımı, her ürün için esas olan ana akışlar boyunca bir ürünü meydana getirmek için ihtiyaç duyulan, katma değer meydana getiren ve getirmeyen faaliyetlerin bütünüdür (Rother ve Shook, 1999: 3). Bu yönüyle değer akışı ham

maddenin nihai ürüne dönüşme sürecindeki bir üreticiden diğer üreticiye ve son kullanıcıya kadar olan tüm aşamaları içerir ve inanılmaz boyutlarda israf barındırır.

Rother ve Shook (1999: 3-4) üretimde üç tip aktiviteden bahseder. Bunlar;

- 1) Müşterinin istediği yönde dönüşümü sağlayan “değer oluşturan” aktiviteler (boyama, montaj, dokuma gibi)
- 2) Müşteri açısından anlamı olmayan ancak işin yapılabilmesi için gerekli olan “değer yaratmayan fakat zorunlu” işler (kalıp bağlama, ayar, nakliye gibi)
- 3) Bekleme, sayma, sıralama, hata, tamir gibi “değer yaratmayan ve kaçınılmaz” işler

Yapılan araştırmalar bu faaliyetler sırasında sürecin her adımında çok fazla israfın yapıldığını ortaya koymaktadır. Firmalar, yalın düşüncenin ikinci adımı olan değer akışı ile üretim sürecinde maruz kaldıkları israfları görebilmektedir. Bu israfların yok edilmesi zaman ve maliyet boyutunda radikal iyileşmeleri getirecektir. Womack ve Jones (2016) değer akışını analizinin üretim süreci içerisindeki amacını; değer akış yollarının haritalandırılması metodu kullanılarak, akış yolu üzerindeki israflar tespit edilip israfların ortadan kaldırılması olarak belirtmiştir. Değer tanımlanıp değer akışındaki israflar ayıklandıktan sonra geride kalan değer oluşturan aşamaların art arda sürekli akış halinde gerçekleştirilmesini sağlamak, yalın düşüncenin bir diğer ilkesi ve önemli boyutta tasarruf potansiyeli taşıyan aşamasıdır.

1.3.3. İlke 3: Sürekli Akış

Yalın düşüncenin üçüncü ilkesi sürekli akıştır. Değer akımında israflar ve kayıplar belirlendikten sonra artık yapılması gereken sürekli akışı sağlamaktır. Değerin tanımlanmasıyla birlikte, değer akımının üzerinde israfa yol açan aşamaları kaldıran yalın işletmede bir sonraki aşamaya geçilebilmektedir. Yani değeri oluşturan aşamaların bir akış halinde dizilmesini sağlamaktır. Ancak akışın sağlanması yeterli değildir. İstenmeyen ürünleri hızla akıtmak sonuçta sadece israf olacaktır. Yalın Enstitü (2012) derneğinin Türkiye’de Yalın adlı raporunda, yalın üretimin müşteriye istemediği ürünlerin itilmesi yerine müşterinin ürünü çekmesini sağlamak pek çok israf kaynağını ortadan kaldıracağı tespitinde bulunmuştur. Sürekli

akış uygulandığında ürün geliştirme, sipariş alma, fiziksel üretim işleri çok kısa sürede tamamlanabilir hale gelecektir. Bu müşterinin gerçekten istediği şeyleri, tam istediği zamanda tasarlayabilme, planlayabilme ve üretebilme imkânı verdiğiinden satış tahmini yapmak, karmaşık planlama yazılımları kullanmak stokta kalan ürünleri itmek için kampanyalar düzenlemek zorunluluklarını ortadan kaldırarak sadece istenen şeylerin daha iyi üretilmesine odaklanabilmeyi de sağlayacaktır.

Akış ilkesinin potansiyelini ilk algılayanlar Henry Ford ve ortakları olmuştur. 1913 yılında T model arabanın üretimi için gerekli çaba, son montaj hattında sürekli akış uygulanarak %90 oranında azaltılmıştır (Rother ve Shook, 1999). Ancak bu yaklaşım özel koşullarla sınırlı kalmıştır. Çünkü on dokuz yıl boyunca hep aynı modelden çok yüksek miktarlarda üretim yapmak ancak o günün pazar koşullarında mümkün olmuştur İkinci Dünya Savaşı'ndan sonra Ohno ve asistanları, bir üründen çok sayıda üretmek yerine sadece talebi olan küçük partileri sürekli akış formunda üretmenin gerekliliği konusunda görüş birliğine varmışlardır. Ohno ve arkadaşları tezgah boyutlarını ufaltarak ve bir üründen diğerine geçişteki süreleri kısaltarak farklı süreçlerden geçen ürünlerin sürekli akışını sağlamışlardır.

Ohno'ya (2015) göre seri üretimde hattın devamlı yürümesini sağlamak için hataların geçip gitmesine izin vermek, hataların sonu gelmez biçimde artmasına neden oluyordu. İşçiler mantıklı olarak, hataların hattın sonunda yakalanacağını ve hattı kendilerinin durdurmaları durumunda ceza görececeklerini biliyorlardı. Karmaşık bir araca hatalı monte edilmiş sağlam parça veya kendisi hatalı olan parça için düzeltme işlemi gerekebiliyordu. Böyle bir sorun hattın sonuna kadar fark edilmediği için de sorun bulunana kadar pek çok arızalı aracın üretimi gerçekleşmiş oluyordu. Hattın sonundaki yeniden işleme alanındaki sanatkar işçiler ise ürüne kattıklarını düşündükleri kalite nedeniyle gurur duyuyorlardı (Ohno, 2015). Aslında yaptıkları iş standart dışı parçaları alıştırmak, ayarlanacağı düşüncesiyle tasarlanmış parçaların ayarını yapmak veya montaj hatalarını düzeltmekti. Ancak burada görülen tek şey mudaydı. Çünkü ürünün istenen kalitede ve bir kerede üretimi sağlanmadığı için fazladan işçi çalışmaktadır. Böyle bir sistemde bir başka sorun ise, parça imalatının büyük partiler halinde yapılması nedeniyle süreç içinde hareket eden envanterin takibinin nasıl yapılacağı ve doğru parçanın doğru zamanda doğru operasyona

gönderilmesinin nasıl sağlanacağıdır. Aynı parçadan belki yüzlerce üretilmekte ve herhangi biri hatalı üretilmiş olsa bile stoka gideceği için o anda fark edilmemektedir. Parça hatalı üretilse bile bunun yerine sağlamı kullanılacağı için bu durum fazla önemsenmez. Bunların bir sonucu olarak üretimde gerekecek olan parçalar stok yığınları arasında aranırken define avcılığı yapılacaktır. Diyebiliriz ki taşınan envanter miktarı ne kadar çoğalırsa, ihtiyaç duyulan tek bir parçayı bulma olasılığı da aynı oranda azalacaktır.

Womack ve Jones (2016) değer akışı ile ilgili yaptığı çalışmalarda tüm işlemlerin belli bir pattern içinde olması gerektiğini ve düzenli bir akışın sağlanabilmesi için her bir işçi ve makineye önemli görevler düştüğünü belirtmiştir. Bunun için ise öncelikle işçi ve makinelerin istendiği anda çalışmaya başlaması ve ürettikleri her parçanın kesinlikle kusursuz olması gerekir. Sistem tüm ekipmanın aynı anda çalışacağı ya da sistemin hiçbir parçasının çalışmayacağı şekilde tasarlanmıştır. Bunun için de işçilerin tüm görevler için çapraz beceri sahibi olmaları ve makinelerdeki arıza oranlarının da düşürülmesi beklenir. Bunların yanı sıra bir sonraki aşamaya hatalı parça gönderilmesinin de önlenmesi sistemin sağlıklı olarak çalışması açısından çok önemlidir.

Kulaç (2003), Yalın Enstitü Derneğinde yayınlanan makalesinde, klasik kitle üretiminden bahsederken klasik üretimimde her iş için ayrı bölümler oluşturulduğunu ve işlemlerin tasarım, üretim, ya da satış faaliyetleri için yapılması gereken işlemler tiplerine göre gruplandırıldığını dile getirmiştir. Ürün üretim hattına girdikten sonra bölümler arasında ve işlem gören diğer ürünler arasında sırasını bekleyerek dolaşmaya başlar. Bu arada yaşanan gecikmeler, geriye dönüşler, gözden kaçan problemler israf olarak ortaya çıkar. Yalın üretimde akışın sağlanması yeterli değildir. İstenmeyen ürünleri hızla akıtmak sonuçta sadece israf olacaktır. Bunun yerine müşteriye istemediği ürünlerin itilmesi yerine müşteri istediğinde ürünü çekmesini sağlamak ise pek çok israf kaynağını ortadan kaldıracaktır.

Günümüzde bir üründen milyonlarca yerine sadece onlarca veya yüzlerce talep edilen ufak parti üretim ortamında, tüm ürün çeşitleri için sürekli akışı gerçekleştirmek ve bunu müşteri talebindeki dalgalanmalara uydurmak

gerekmektedir. Bunu başaran işletmelerde üretkenlik ve kalite düzeyinde ciddi sıçramalar sağlanabilmiştir.

Sürekli akış uygulandığında ürün geliştirme, sipariş alma, fiziksel üretim işleri çok kısa surede tamamlanabilir hale gelecektir. Rother ve Shook (1999)' a göre bu müşterinin gerçekten istediği şeyleri, tam istediği zamanda tasarlayabilme, planlayabilme ve üretebilme imkanını verdiğinden satış tahmini yapmak, karmaşık planlama yazılımları kullanmak, stokta kalan ürünleri itmek için kampanyalar düzenlemek zorunluluklarını ortadan kaldırarak sadece istenen şeylerin daha iyi üretilmesine odaklanabilmeyi de sağlayacaktır. Bu amaçla akışı sağlanan ürün üstüne odaklanılır ve akışı engelleyen iş tanımları, prosedürler, talimatlar, fonksiyonlar ve bölümlerin getirdiği engeller elimine edilir. Özgün iş sistemlerini kurarak akış yollarında israfların (duruş, geri dönüş, hurda vb.) oluşması engellenir. Rother ve Shook (1999: 40-42) sürekli akış için ele alınması gereken süreçleri aşağıdaki gibi sırlamıştır:

- Ürün geliştirme süreci (Pazarlama, ürün mühendisliği, satın alma, planlama ve metot mühendisliği disiplinlerinin uygulandığı, ürüne atanmış takımlar).
- Bilgi yönetim süreci (müşteri siparişinin alınmasından, satın alma siparişinin verilmesine kadar bilgi teknolojilerinin kullanılması, sistemin varsayımlara göre değil, sonuçlara göre çalışması).
- Fiziksel dönüşüm süreci (yerleşim planının kesintisiz akışa uygun düzenlenmesi, çalışma ortamının iyileştirilmesi, makine ve işçi yeterliliklerinin artırılması, hatalı parça üretiminin engellenmesi).
- Üretim süreci (sıfır arıza, sıfır hata, sıfır devamsızlık, hat dengeleme, talebe uygun üretim temposu, yalın üretim sistemi).

1.3.4. İlke 4: Çekme Sistemi

Yalın düşüncenin dördüncü ilkesi çekme sistemidir. Yalın düşüncenin çekme ilkesi değerini müşteri tarafından kaynağından çekilmesini öngörür. Okur (1997: 39-40), çekmeyi en basit haliyle, “sonraki aşamalarda yer alan müşteri istemeden, önceki aşamalarda hiçbir şekilde ürün veya hizmet üretilmemesi” olarak tanımlar. Çekme düşüncesindeki mantığı anlamının en iyi yolu, işe, müşterinin belli bir ürün

için yaptığı taleple başlamak ve ürünün müşteriye ulaşmasına kadar geçen tüm aşamaları geriye doğru incelemektir.

Kitle üretim sistemlerinde üretim akışı en baştan başlayıp sona, montaj hattına doğru ilerler, yani bir önceki istasyon bir sonrakinin işleyeceği parçayı 'iter'. Talepte oluşacak bir dalgalanma durumunda ise her proses için çizelge değişikliği yapılacaktır. Üretim çizelgelerinin sıkça değiştirilmesi zor olduğundan, proseslerde oluşabilecek sorunları ve talep değişimlerini absorbe edebilmek için tüm prosesler arasında güvenlik stokları oluşturmak gerekecektir. Bunun sonucu olarak gereksiz ekipman, aylak işçiler ve düşük kalitede ürünlerin oluşmasına yol açan dengesiz bir stok yapısı ortaya çıkacaktır.

Yalın düşüncenin çekme ilkesini incelediğimizde aslında tam zamanında üretim sisteminin ana bileşeni oluşturduğunu ve bu doğrultuda “değer”in müşteri tarafından kaynağından çekilmesi ilkesine dayandığını görürüz. Üretim sürecinde bir üretim hattını ele alırsak çekme; sonraki aşamalarda yer alan müşteri istemeden önceki aşamalarda hiçbir şekilde ürün ya da hizmet üretilmemesi anlamına gelir. Ve çekme ilkesi, nihai müşterinin belli bir ürün için yaptığı taleple başlar, ürün müşteriye ulaşana kadar geçen tüm aşamaları geriye doğru izleyip her aşamanın bir öncekinden talep etmesiyle üretimi başlatmak sureti ile uygulanır.

Üretimde çekme işleminin uygulanması ile stoklara gerek kalmaz, istenmeyen üretimin yol açtığı hurda ve fireler engellenir, her tezgah için çizelgeleme yapmak gerekmez, sürecin baş tarafına doğru talep dalgalanmaları oluşumu engellenir, tüm ürünlerin her türlü kombinasyonda üretilmesi mümkün olur ve talepteki değişimlere anında uyum sağlanır (Okur, 1997). Müşteriler beklentilerinin zamanında karşılanacağından emin oldukları ve stokta kalmış ürünleri elden çıkarmak için kampanyalar gerekmediği için talep de istikrar kazanır. Çekme sisteminin önemi firmalar arası değer akışına uygulandığında daha da artar. Organizasyonlar değeri doğru tanımlamaya başlayıp, değer akışının bütününde her adımı sorgulayarak, ürünün değeri oluşturan aşamalar boyunca sürekli akmasını ve müşterilerin değeri işletmeden çekmelerini sağladıklarında süre, maliyet ve hataları azaltmanın bir alt

limiti olmadığını görmeye başlarlar. İyileştirme faaliyeti ne kadar tekrarlanırsa tekrarlansın çalışanlar her defasında israfı daha da azaltacak yeni yollar bulabilmektedirler.

Gökçe (2006: 11), hali hazırda geleneksel üretim yapan bir işletmenin yalın üretim sistemini geçişini incelediği araştırmasında çekme olayının başladığı yer olarak montaj hattını işaret etmiştir. Bu hatta çalışan bir işçi, kendisinden istenen üretimi yapabilmesi için gerekli miktarı bir önceki aşamadan ister. Onun bu parçaları çekmesi, önceki aşama için yeni üretime başlama sinyalidir. Bu aşamadaki işçi de yeni üretimin miktar ve çeşitliliğine göre ihtiyacı olan parçaları kendinden bir önceki aşamadan çeker. Aynı ilişkiler, tedarikçilere kadar uzanarak gerekmeyen parçaların üretilmesi engellenmiş olur.

Gökçe (2006: 12), aynı araştırmasında çekme sistemini uygulanma amaçlarını aşağıdaki gibi sıralamıştır:

- Sonraki aşamaların talebinde olabilecek dalgalanmaları önceki aşamalara aktarabilmek,
- Ara stoklardaki değişkenliği azaltarak stok kontrolünü daha kolay hale getirmek,
- Tıpkı stokların kontrolü gibi üretimin kontrolünü de üretim proseslerindeki formlere dağıtarak üretim sistemini basitleştirmek.

Çekme sistemini incelediğimizde temel mantığın stokların sıfırlanmasıdır. Bu sistem yalnızca ara stokların ortadan kaldırılması sağlanmış olmaz, aynı zamanda talebin değişmesi durumunda tüm proseslerin çizelgelerini değiştirme zorunluluğu da terk edilir. Yalnızca montaj bölümü değişen çizelgeden haberdar olur, önceki proseslerin üreteceği ürün tipi ve miktarları ise Kanban denilen ve bilgi iletimini sağlayan kartlarla bildirilir.

Okur, (1997) için değer de bir akıştır ve değer; müşterinin istediği zamanda, istediği ürünler için ve talep ettiği hızda üretilmeli ve akmalıdır. Bu durumda talep edilmeyen mal üretilmez, değer zinciri üzerinde istenmeyen stoklar oluşmaz, atıl stok, tasarım değişikliği nedeniyle ürünün yeniden işleme tabi tutulması veya

atılması gibi problemlerle karşılaşmaz. Üretimde çekme sistemi için, küçük partiler halinde üretim yapılması ve uygun yerlerde tek parça akışının sağlanması ve dağıtımda çekme sistemi için, parti büyüklüklerinin küçültülmesi, ambar içi yerleşimin, parçaların kullanım sıklığı ve büyüklüğüne bağlı olarak gruplandırılıp, yeniden organize edilmesi gereklidir.

1.3.5. İlke 5: Mükemmellik

Yalın düşüncenin son ilkesi mükemmeliyettir. Yalın üretim sistemi uygulayan firmalarda işgücü verimliliği, tedarik süresi, stoklar, hatalı ürünler ile hurda oranları gibi parametrelerin hepsinde birden birtakım iyileştirmeler görülecektir. Gökçe (2006), işletmede meydana gelen bu iyileştirmelerin; yani iş yükü, maliyet ve hataları azaltma süreçlerinin sonu olmadığını ve bu noktada akla gelen ilk kavramın 'mükemmellik' olmasının kaçınılmaz olduğunu belirtmiştir. Yalın üretimle beraber israfın sistematik olarak azaltılması, kuruluşun işletme maliyetlerini azaltacak ve en düşük fiyatta en yüksek müşteri memnuniyeti sağlayacaktır.

Yalın yaklaşım uygulandığında işgücü verimliliği, işin tamamlanma zamanı, stoklar, müşteriye ulaşan hatalı ürünler ile hurda oranları, ürünü pazara sunma süresi gibi parametrelerin hepsinde birden radikal iyileşmeler görülecek, çok küçük ilave maliyetlerle ürün çeşitliliği arttırılabilecek ve bunlar yeni teknoloji yatırımlarına gerek kalmadan, hatta mevcut bazı ekipmanlar satılarak negatif sermaye yatırımı ile ve birkaç yıllık bir süre içinde başarılabilecektir. Rother ve Shook (1999) yapmış oldukları araştırmada yalın üretimi uygulayan şirketler üretim akış süresinde %90 azalma, üretkenlikte %100 artış, stoklarda %80 azalma, ürün geliştirme süresinde dört misli hızlanma ve kapasitede %30 artış sağlayabildiğini göstermiştir. Bununla birlikte mükemmellekle, gerekli sermaye yatırımları çok düşük seviyelerde kalacak, hatta mevcut ekipmanlardan gereksiz olanları satılabilirse negatif değerlere bile düşecektir.

Yalın üretim doğası gereği hiçbir zaman mevcutla yetinmek yeterli olamayacağından mükemmeliyetin ardından yenilik ve KAIZEN uygulamalarının birbiri ardı sıra kullanımı ile sonsuz iyileştirmeler gelebilecektir. Bir yenilik uygulandığında sürekli çabalarla geliştirilmezse, ulaşılan performans düzeyi

düşecektir. Bu yüzden bir yenilik doruk noktasına ulaştığında, ulaşılan düzey bir dizi KAIZEN çalışması ile korunmalı ve iyileştirilmelidir.

Okur (1997) değer zinciri üzerinde yer alan tüm şirketlerin radikal bir iyileştirme ile sonuca ulaşılmasında ele alınması gereken süreçleri özetle aşağıdaki gibi ele almıştır :

- Değişime iç bünyede başlanması
- Değişimin sonuçlarının müşteri ve tedarikçilere gösterilip, ikna edilmesi ve değişimin sonuçlarının müşteri ve tedarikçilere aktarılması
- Radikal ve topyekun iyileştirmelere gidilmesi ile olabilir.

Daşçı (2010: 87) bu yaklaşımı irdelerken anılan süreçlerin aynı zamanda toplam kalite sistemlerinde de mevcut olduğundan bahsetmiştir. Ancak yalın üretimin, toplam kaliteden farkı, problemin tekrarını önlemeyi hızla mümkün kılmasıdır. Çünkü sistem sürekli akış halindedir, hatalı parça stokları yığılmadan problem olduğu anda fark edilebilir, nedenleri kolaylıkla izlenebilir ve en önemlisi stok seviyesi azaldığından problem kısa sürede giderilemezse tüm sistem duracağı için organizasyonun bütün birimlerinde acil müdahale sorumluluğunu zorunlu kılar.

1.4. Yalın Üretim Sisteminin Karakteristik Özellikleri

1.4.1. Tam Katılım

Yalın işletmeler; kendini sürekli gelişmeye adanmış, mükemmellik vizyonuna sahip, birlikte çalıştığı insanları israfı elimine etmeye motive eden ve böylece rekabetçi değer meydana getiren yöneticilere sahiptir. Sürekli gelişme için gereksinim duyulan kültürel değişiklikler, yönetimin liderliği, görüş açısı ve katılım çok önemlidir. Dünya çapında üretim yapan işletmeler kendi sektörlerinde en iyi politika ve uygulamaları araştırmak ve değerlendirmek için çeşitli karşılaştırma metodları kullanırlar ve ulaşılamayan hedeflere ulaşmaya çabalarlar. Rekabetçi karşılaştırmalar, ürün geliştirme, kalite planlama, ürün ve proses geliştirme ve işletme hedeflerini oluşturmada çok önemli rol oynar. Dünya çapındaki rekabette daha iyi veya yeterince iyi olabilmek için, mevcut mükemmellik standartlarını bilmek gereklidir.

Yönel (2012), bu aşamada, “dünya çapındaki üretimin beklenen yararları ve performansın kriterleri nelerdir?” sorusun işletmelerin kendilerine sorması gerektiğini ve bu hususta, aşağıdaki performans ölçütlerini üretim yapan çoğu işletme için uygun parametreler olabileceğinden bahsetmiştir.

- Hazırlık süreleri saatler değil dakikalarla;
- Ara ürün stoklama süreleri hafta değil, gün veya saatlerle ifade edilmelidir.
- Dış müşteri iadeleri, milyonda 50 partiyi aşmamalıdır
- İç müşteri iadeleri, milyonda 200-250 partiyi aşmamalıdır
- Kalite maliyeti, satışların % 5’ini aşmamalıdır. Ayrıca, zamanında dağıtım % 95-98 gibi yüksek bir başarı oranı ile gerçekleşmelidir.

Yalın işletmeler; yalnızca işletme amaçlarını, hedeflerini ve işletmenin ürün ve hizmetlerine sürekli değer ekleyen politika ve uygulamaları uygulamak için operasyonel planları tanımlayan değil aynı zamanda etkili uygulama için gereksinim duyulan bilgi, araç ve becerileri tanımlayan uzun dönemli stratejik planlara sahiptir (Okur, 1997: 34-35). Yalın işletmeler; organizasyonun bütün seviyelerinde çalışanların katılımını sağlarlar. Bunun için çalışanlardan beklenen verimi ve işgücü kalitesini sağlamak adına gerekli bilgi ve becerileri çalışanlarına kazandırmak için geniş eğitim programlarına sahiptirler.

1.4.2. Kalite

Müşterinin tüm istek, öneri ve eleştirileri sadece dinlemekle bırakılmamalı ve müşterilerin üretim sürecini takip edebilmeleri için etkin katılımları sağlanmalıdır. Yalın işletmelerde ürün geliştirme ve pazarlama için müşteri odaklı stratejilere odaklanır. Bu stratejiler; ürün kavramları, performansı ve kalite spesifikasyonlarını tanımlamak için müşterilerle ilişki kurmayı ve pazar araştırmalarını vurgular (Kavrakoğlu, 1998: 95). Şu andaki ve gelecekteki müşteri gereksinimlerini ve beklentilerini belirlemek günümüz endüstrisinin anahtar konusudur. Bu saptamalar, yeni ürün geliştirmek ve mevcut ürünleri, hizmetleri iyileştirmek açısından büyük önem taşımaktadır.

Yalın işletmeler; kaliteyi herkesin görevi ve sorumluluğu olarak kabul ederler. Ancak, organizasyona yönelik sürekli kalite geliştirme çabalarını teşvik etmek için, bir destek ve koordinasyon fonksiyonu olarak hizmet eden kalite güvence departmanına yetki verirler. Ohno (2015: 49) Yalın üretimde kalite anlayışını; “müşterinin bir mal veya hizmeti satın alırken bu mal veya hizmette var olduğunu ümit ettiği ve kullanım esnasında ihtiyaç duyacağı tüm beklentilerinin eksiksiz karşılanması” olarak ifade etmiştir.

Bir ürünün kalitesi o ürünün tasarımından, imalatına ve piyasaya sürülerek kullanılmasına kadar olan bütün aşamalarında belirlenir. İstatistik proses kontrol prensipleri (Histogram, Pareto Analizi, Sebep-Sonuç Analizi, Balık Kılçığı) söz konusu bütün aşamalarda kullanılabilmeyle birlikte esas olarak üretim aşaması için önemlidir. Bu aşamada sağlanan sürekli bilgi akışı ile, gerek otomatik üretim tesislerinde ve gerekse el imalatına kadar her türlü imalat teknolojisi için uygun bir tekniktir (Kavrakoğlu, 1998). Büyük ölçekli sanayi tesislerinde olduğu kadar, çok küçük ölçekli hatta tek bir tezgahın çalıştığı atölyelerde bile başarı ile uygulanabilir.

Yalın işletmeler; istatistiksel ölçülere dayalı proses kontrolüne odaklanırlar ve müşteri ihtiyaçlarını karşılamak için anahtar değişkenlerde lokal veri kaynaklarını kullanarak iş görme seviyesinde, anında karar vermeyi teşvik ederler.

1.4.3. Üretim Operasyonları ve Sürekli Akış

Yalın düşüncenin temel ögesinden biri olan sürekli akış oluşturmanın en kritik koşullarından biri mümkün olan en az stokla üretimi gerçekleştirmektir (Özkan, 2014). İsrafların ortadan kaldırılması üretimin minimum stokla gerçekleşmesi için şarttır. Değer akışındaki israfları ortadan kaldırmak gerekmektedir. Yalın üretim yapan işletmeler; üretim operasyonları ve ilişkili talimatları 5S gibi metotlarla standardize etmeye, basitleştirmeye ve odaklamaya yönelik olarak çalışırlar.

Özkan (2014), sürekli-akış prosesi ile üretim ön zamanlarını 10-20 haftadan 10-13 güne kadar düşürülebildiğini gözlemlemiştir. İşletmeler proses içerisinde envanter düzeylerini düşürmek için öncelikle çözülebilen ve çözülmesi zorunlu olan saklı problemleri ortaya çıkarmayı hedeflerler.

Yalın üretim yapan işletmeler; değişen prosedürleri standardize etmek ve basitleştirmek için çoklu disiplinlerden gelen, çoklu seviyeli çalışma gruplarını kullanır (Monden, 1996). Böylece iş değişimleri sırasında ekipman arızaları azaltılır ve esnek üretim için anahtar bir gereksinim olarak daha küçük parti miktarlarında üretime izin verir.

Womack ve Jones (2016), yalın üretim süreçlerinin nihai hedeflerini incelerken; üretim süreci boyutunda, süreçlerin korunmasını, düzeltici önlemler alınmasını ve süreçlerin iyileştirilmesini; zaman boyutunda, pazardaki değişmelere, gelişmelere hızlı cevap verebilme, hızla yenilik yapma ürün çeşitliliği vb. maliyetleri düşürerek geliştirme ve böylece faaliyetlerin daha kısa sürede yapılması gerekliliğini ortaya koymuştur. Teknoloji boyutunda ise, maliyetleri düşürme, teknolojileri birbirine dönüştürme, standartlaştırma ve basitleştirme uygulamaları gerçekleştirilmesinin kaçınılmaz olduğunu vurgulamıştır. Böylelikle yalın işletmeler otomatikleşmeden önce üretim prosesinin bütünlüğünü sağlamak ve standardize etmek ve basitleştirmek üzerine odaklanırlar.

1.5. Yalın Üretimin Geleneksel Üretim Sistemleri İle Karşılaştırılması

Dünya'daki üretim sistemlerine baktığımızda 18.yy. da sanayi devrimi ile başlayan endüstriyel üretiminin seyri yıllar içinde gelişerek belirli aşamalardan geçmiştir. Sanayi devriminden 1920'li yıllara kadar kitlesel üretime de olanak sağlayan dünyada emek-yoğun üretim yöntemi uygulanmıştır. Emek-yoğun üretim sisteminde, iyi eğitilmiş işçi ile beraber, basit ama çok amaçlı makineler kullanılmıştır. I. Dünya Savaşından sonra Amerika'da Henry Ford dünya otomotiv sanayiini emek-yoğun ağırlıklı üretim tarzından seri üretim dönemine taşımayı başarmıştır. 1920 yılından sonra ise Henry Ford ile birlikte General Motors'dan Alfred Sloan kitle üretim yöntemini geliştirdiler. Kobu (2013), kitle üretim metodunu belirli konularda yetişmiş profesyonellerin dizayn ile vasıfsız veya az vasıflı işçi

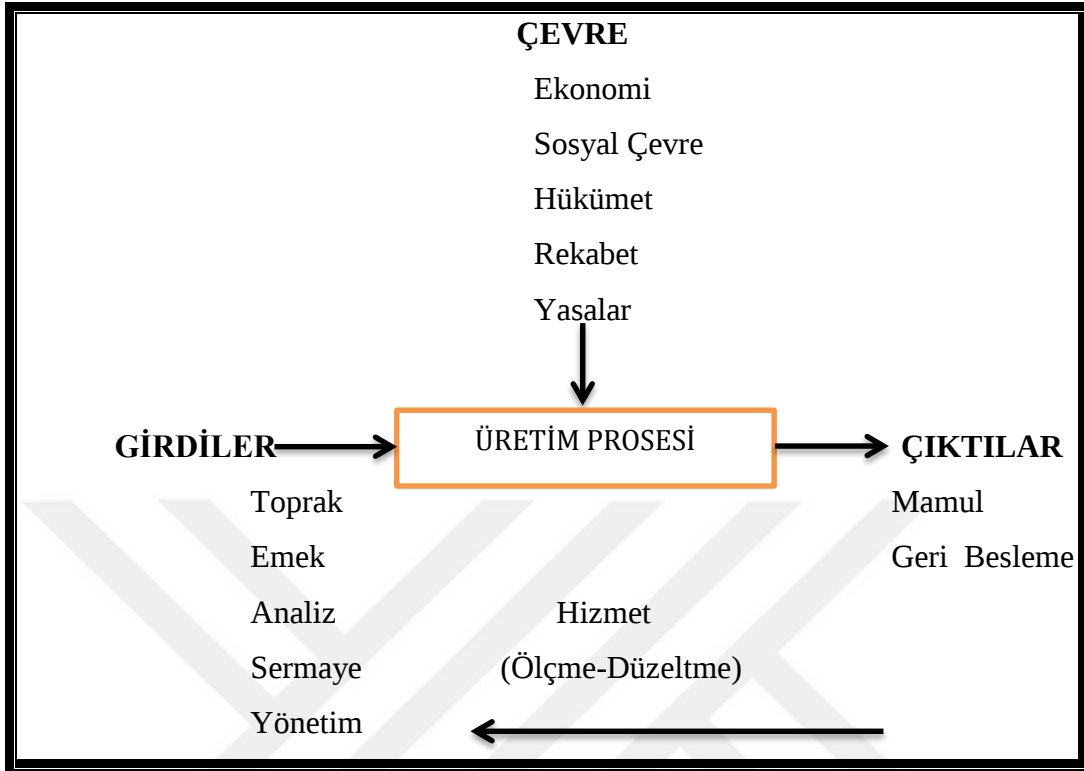
kullanarak, pahalı ve tek amaçlı makinalarla üretim yapması olarak tarif etmiştir.

Bu üretim modelinin o dönemde fabrikalar tarafından benimsenmesi ile hızlıca gelişmesi ile Amerika Birleşik Devletleri kısa sürede dünya ekonomisine hakim olmuştur. II.Dünya Savaşından sonra ise, Japonya 'da Toyota Motor İşletmesinden Eiji Toyoda ve Taiichi Ohno yalın üretim kavramını tüm dünyaya tanıttılar. Diğer Japon şirket ve endüstrilerinin de bu olağanüstü sistemi kopya etmeleri üzerine Japonya, ABD'nin elinde tuttuğu özellikle otomotiv sektöründe tekeli kırıp kısa zamanda bugünkü ekonomik üstünlüğüne ulaşmıştır.

1.5.1. Geleneksel Üretim Sistemleri

Geleneksel olarak üretim; ekonomistler tarafından fayda meydana getirmek olarak tanımlanırken; Kobu (2013: 3) bir mühendis bakış açısıyla üretimi; “Bir fiziksel varlık üzerinde onun değerini artıracak bir değişiklik yapma veya hammadde ve yarı mamulleri kullanılabilir bir mamule dönüştürme” olarak tanımlanmaktadır. Bu dönüştürme sürecinde girdiler, çıktı haline getirilmektedir.

Sürecin sonucunda ise Şekil 1.3'te gösterildiği gibi mamul veya hizmet oluşmaktadır.



Şekil 1.3 Üretim Süreci

Kaynak: (Kobu, 2013: 33)

Yamak'ın (1999: 15) yapmış olduğu bir diğer tanımlamada ise; üretim yalnızca bir ürünün ortaya çıkması, oluşturulması amacıyla yapılan faaliyetler ile sınırlı değildir; bir ürüne değer katan, onun değerini artıran faaliyetler de üretim olarak tanımlanır. Üretim faaliyetlerinde asıl olan yeni bir ürün meydana getirmek kadar; toprak, emek, sermaye ve yönetim gibi üretim kaynaklarının da verimli kullanılmasının sağlanmasıdır. Yamak (1999), üretim kaynaklarının verimli ve etkin olarak kullanılmasını sağlanması için, siparişin alınmasından fabrikadan çıkışına kadar olan süreçte, üretim yönetiminin miktar, kalite, hız, esneklik ve maliyetler yönünden en iyilenmesinin önemini belirtmiştir. Böylece çıktı, meydana getirilen değer girdilerin toplamından daha büyük olmaktadır. Sonuç olarak üretim, bir değer oluşturma süreci olarak görülmelidir.

1.5.2. Geleneksel Üretim (Seri-Kitle Üretim) İle Modern Üretim (Yalın-Esnek Üretim) Sistemlerinin Karşılaştırılması

Ohno'nun (2015), geleneksel üretim yöntemini ABD gezisi sonrası iyice tahlil etmiş, eksiklerini ortaya koyduktan sonra yalın üretim sistemi ile arasındaki en önemli farkın süreçteki amaçlarında olduğunu belirtmiştir. Çünkü geleneksel üreticiler önceden belirlenmiş olan kısıtlı bir hedefe ulaşmak isterler. Bu da, azami sayıda, standardize edilmiş ürünler anlamına gelir. Daha iyisini yapmak, bu anlayışa göre çok pahalıya mal olacaktır veya insanın doğal yeteneklerini aşacaktır. Diğer tarafta, yalın üreticiler ise mükemmelliği hedef almışlardır. Devamlı düşen maliyetler, sıfır bozuk mal, sıfır stok ve sonu gelmeyen ürün çeşitliliği vs. Yalın üretici bu hedefe ulaşmak için sürekli mükemmellik arayışı içindedir. Yalın üretim sürekli gelişme, yenilenme perspektifi içerisinde daha fazla profesyonel yeteneklerin öğrenilmesini ve bunların katı bir hiyerarşiden ziyade katılımcı bir anlayışla bir ekip ruhu içerisinde uygulanmasını gerektirmektedir. Amaç, sorumluluğu kuruluşun ana yapısını oluşturan alt kademelerdeki kişilere yaymaktır.

Günümüzde tüketicinin tatmini daha çok ön plana çıkmıştır. Tüketicilerin ihtiyaçlarının karşılanması için firmalar arasındaki rekabet 80'li yıllara oranla çok daha yoğunlaşmıştır. Böyle bir ortamda üretim sistemlerinin ve yönetim düşünce tarzlarının sürekli yenilenmesi ve gelişmesi doğal bir gereksinim haline gelmiştir.

Bu yeniden yapılanma sürecinde benimsenen üretim sistemlerinin kontrol alanı, iş standardizasyonu, stoklar, üretimin yapısındaki gereksiz unsurlar, onarım alanları, ekip çalışması açısından karşılaştırmasını Tablo 1.2'de özet bir şekilde gösterilmiştir.

Tablo 1.2 Yıllar İtibariyle Üretim Sisteminin Özellikleri

ÜRETİM	ZANAATLAR DÖNEMİ(1900+)	SAF FORDİZM (1920'Lİ YILLAR)	FORDİZM SONRASI (1960'Lİ YILLAR)	MODERN ÜRETİM(1980+)
İş Standardizasyonu	Düşük	Yüksek, yöneticiler tarafından	Yüksek, yöneticiler tarafından	Yüksek, ekipler tarafından
Kontrol alanı	Geniş	Dar	Dar	Orta
Stoklar	Büyük	Orta	Büyük	Küçük
Üretim yapısındaki gereksiz unsurlar	Büyük	Büyük	Büyük	Küçük
Onarım alanları	Küçük	Küçük	Büyük	Çok küçük
Ekip çalışması	Orta	Düşük	Düşük	Yüksek

Kaynak: (Krafcik, 1988: 44)

Womack, Daniel ve Ross'un (1990) otomobil endüstrisi üzerine yaptığı çalışmalara dayanan ve yalın üretimi konu alan *Dünyayı Değiştiren Makine*, adlı kitabında, seri üretim ve yalın üretim sistemlerinin gerçek uygulamalarından örnekler vererek bu iki üretim yaklaşımını karşılaştırmalı olarak değerlendirmiştir.

Karşılaştırma için; General Motors Framingham ve Toyota Takaoka fabrikaları belirlenmiştir. Burada Amerikan General Motors şirketine ait Framingham fabrikasında seri üretim, Japon Toyota firmasına ait olan Takaoka fabrikasında ise yalın üretim uygulanmaktadır. Tablo 1.3'de bu araştırmadan elde edilen değerler göstermiştir.

Tablo 1.3 General Motors /Toyota- Performans Karşılaştırması

GENERAL MOTORS / TOYOTA (1990)		
<i>Karşılaştırma Parametresi</i>	General Motors	TOYOTA
Araç Başına Brüt Montaj Süresi (saat)	40.7	18
Araç Başına Ayarlanmış Montaj Süresi (saat) *	31	16
Her 100 Otomobildeki Montaj Hataları	130	45
Araç Başına Montaj Alanı (feet ² / yıllık üretim)	8.1	4.8
Ortalama Parça Stokları	2 hafta	2 saat

Kaynak: (Womack, Daniel ve Ross, 1990: 16)

**Burada araç başına ayarlanmış montaj süresi, araç başına montaj süresi değerinden faaliyetlerin aynı hacimde olmasının sağlanmasıyla elde edilmiştir.*

Araştırmanın sonuçlarına bakıldığında iki üretim sisteminin arasındaki fark açıkça görülmektedir. Toyota fabrikası standart otomobil üzerinde aynı standart faaliyetleri yerine getirmekte, General Motors fabrikasından yaklaşık iki kat daha üretken ve üç kat daha kusursuz, imalat sahası açısından % 40 daha verimlidir. Ayrıca Toyota fabrikasındaki parça stokları, General Motors fabrikasının stoklarının çok küçük bir bölümü kadardır.

Yalın üretim çok daha fazla profesyonel yeteneğin öğrenilmesini ve bunların katı bir hiyerarşiden ziyade yenilikçi bir şekilde bir takım atmosferi içerisinde uygulanmasını gerektirmektedir. Bunun bir sonucu olarak da yalın üretimde herkes bilgi ve yeteneklerini ortaya koymak ve başkaları ile paylaşmak durumundadır. Bu ve buna benzer özellikler yalın üretimi seri üretime göre daha esnek, yeniklere açık ve üretken bir sistem haline dönüştürmektedir.

2. YALIN ÜRETİM TEKNİKLERİ

Yalın üretim, üretim sürecindeki tüm israf unsurlarını ortadan kaldırarak üretimin daha sağlıklı, verimli ve etkili bir şekilde olmasını amaçlayan bir kavramdır. İleri teknoloji ile birlikte kalitenin arttığı ve teslim sürelerinin kısaldığı, rekabet odaklı iş dünyasında yalın üretim teknikleri üretim alanlarında performansın, verimliliğin, kârlılığın artırılması konusunda önemli rol oynamaktadır. Bu sebeple işletmeler ürün maliyetini azaltmak, kaliteli ürün üretmek ve üretim sürelerini kısaltıp müşteriye daha kısa sürede ürünü ulaştırmak için yalın üretim tekniklerine başvurumaktadırlar.

2.1. Değer Akış Haritalama

Yalın üretim sistemlerinin başlangıç çalışmalarından biri de “Değer Akış Analizi” dir. Bu analiz üretim süreçlerine uygulandığı gibi, tüm fonksiyonel süreçlere de uygulanabilir.

Okur’a göre (1997), değeri üretici oluşturur ama değer ancak nihai müşteri tarafından tanımlanabilir. Womack ve Jones (2016), yalın üretimde “değeri” ifade ederken , “ürünün fiyat ve diğer özellikleri bakımından müşterinin ihtiyaçlarına cevap verip verememesinin ölçüsü” olarak tanımlamıştır. Prensipte olarak, değer, müşterinin para ödemeye istekli olduğu işlem veya hizmet olarak ifade edilebilir. Bu para eden değer ortaya çıkarılırken belli ara kademelerden geçer. Bu ara işlemlerin bir bölümü, müşterinin ödeme yapmaya istekli olduğu bir değer yaratır. Bazı işlemler de herhangi bir değer yaratmaz. Örneğin; bir makinenin, kendinden önceki makineden iş gelmesini beklemesi, değersiz bir işlemdir. Benzer şekilde, bitmiş ürün ya da ara malzemelerin, ambarda ya da üretimde beklemesi-depolanması da ürün üzerine herhangi bir değer katmaz.

Müşteriler, satın aldıkları ürünün üreticide ne kadar yol kat ettiği, kaç kere muayene edildiği, ne kadar süre zorunlu ya da gereksiz bekletildiği gibi konularla ilgilenmez ve bu gerekçelere ödeme yapmayı üstlenmezler. Bunların hepsi israftır.

Müşteri, satın aldığı malın kendi gereksinimlerini karşılayıp karşılamadığını, istediği kaliteyi sağlayıp sağlamadığı yada işini görüp görmediği gibi faktörlerle

ilgilidir. Buna göre yalın düşüncenin başlangıç noktası olan “değer”i en yalın ifade ile Tapping (2005: 143) müşterinin ödemek istediği ve ihtiyaçlarını belirli zaman diliminde, belirli fiyattan karşılayan, belirli özelliklere sahip belirli bir ürün ve/veya hizmet yaratılması olarak tanımlar.

Rother ve Shook, (1999: 3) değer akış haritalandırmayı anlatırken kitabın en başında değer akışını; “her ürün için esas olan ana akışlar boyunca bir ürünü meydana getirmek için ihtiyaç duyulan, katma değer oluşturan ve oluşturmayan faaliyetlerin bütünü”, daha sade hali ile ürünün geçtiği değer akışı boyunca oluşan malzeme ve bilgi akışını görmeye ve anlamaya imkan sunan bir “kağıt kalem” tekniği olarak tanımlar. Bu açıdan bakıldığında Değer Akışı, her ürün için esas olan ana akışlar boyunca bir ürünü meydana getirmek için ihtiyaç duyulan, katma değer meydana getiren ve getirmeyen faaliyetlerin bütünüdür. Rother ve Shook, (1999), her ürün için geçerli olan ana akışları 2’ye ayırmıştır.

- Hammaddeden müşteriye üretim akışı,
- Kavramdan kurulumla tasarım akışı (ürün geliştirme süreci)

Yalın üretim tekniklerinin kullanılmasında ilk basamak, değer katan ve katmayan üretim eylemlerinin tanımlanmasıdır. Bu nedenle değer akış haritalama yalın üretim sisteminin temel ögesidir. Rother ve Shook (1999: 3-4) üretimde üç tip aktiviteden bahseder. Bunlar;

- 1) Müşterinin istediği yönde dönüşümü sağlayan “değer katan” aktiviteler (boyama, montaj, dokuma gibi)
- 2) Müşteri açısından anlamı olmayan ancak işin yapılabilmesi için gerekli olan “değer katmayan fakat zorunlu” işler (kalıp bağlama, ayar, nakliye gibi)
- 3) Bekleme, sayma, sıralama, hata, tamir gibi “değer katmayan ve kaçınılmaz” işler

Yapılan araştırmalar bu faaliyetler sırasında sürecin her adımında çok fazla israfın yapıldığını ortaya koymaktadır.

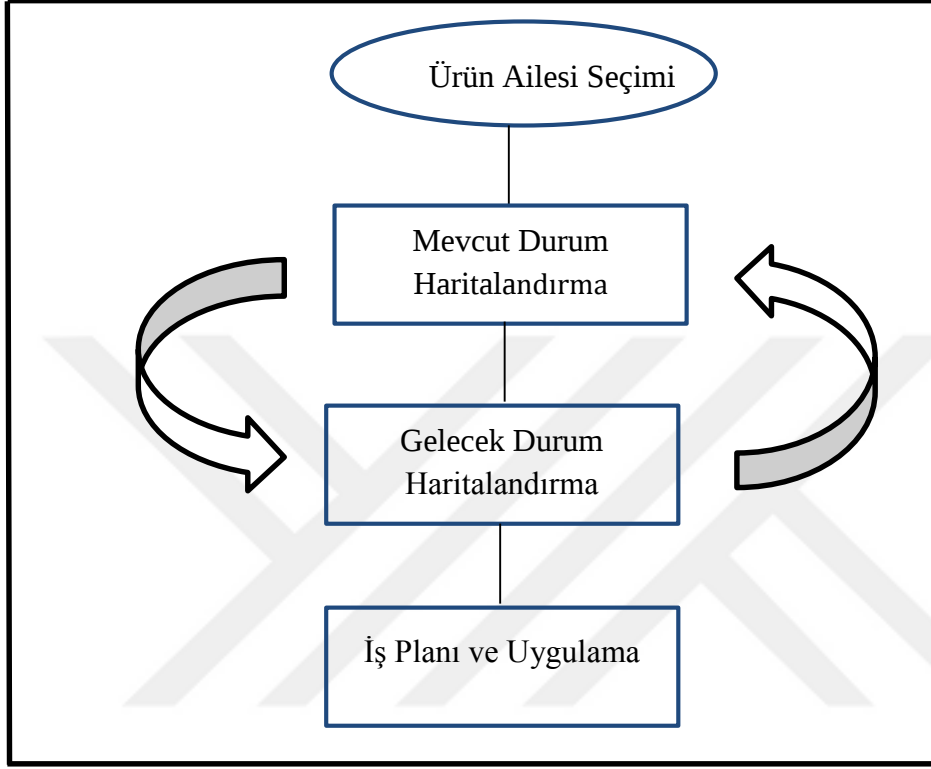
Müşteriler tarafından algılanan ‘değerin’ belirlenmesi sonrasında başlatılan değer akışı haritalandırmada ilk adım, seçilen bir ürün veya hizmet ailesi için değer

akışının tanımlanmasıdır. Tanımlanan değer akışı için sahadan bilgi toplayarak mevcut durumun haritası çizilir. Mevcut durum haritası, gelecek durumun tasarlanması için ihtiyaç duyulan bilgiyi sağlamaktadır. Değer akımının tanımlanması için kullanılan en etkin yöntemlerden birisi “Değer Akış Haritaları”nın hazırlanmasıdır. Değer akım haritalamadan beklenen fayda bir ürünü gerçekleştirirken yürütülen değer katan ve katmayan faaliyetlerin gözlemlenebilmesidir.

Liker (2006: 43-44), değer akışını haritalamanın gerekliliğini nedenler sunarak açıklamaktadır. Değer akış haritalama:

- Yalın kavramlar ile teknikleri birbirine bağlar.
- Yalın uygulama için bir uygulama planına temel oluşturmaktadır.
- Üretimdeki tek bir procesten, montaj, kaynak vb., daha fazlasını görmeye yardım eder.
- Sadece israfları değil, israf kaynaklarını da göstermektedir.
- Üretim prosesleri ile ilgili ortak bir konuşma dilinin oluşmasını sağlar.
- Akışla ilgili kararlar görünür olduğu için onlar tartışılabilir. Aksi takdirde, üretim alanında alınan birçok karar ve israf kaynakları hakkındaki bilgi hatalı sonuçlara neden olabilmektedir Bilgi ve malzeme akışları arasındaki ilişkiyi gösterir. Başka hiçbir araç bunu yapamaz.
- Herhangi bir katma değer yaratmayan stok seviyesi gibi sayısal değerleri sunan nicel teknik ve yerleşim planı hazırlamak yerine akışı yaratmak için işletmeyi nasıl çalıştırmak gerektiğini detaylı şekilde tanımlamayı sağlamaktadır.

Değer akım haritalama tekniğinin kullanılabilmesi için sırasıyla takip edilmesi gereken adımlar aşağıda şematik olarak gösterilmiştir.



Şekil 2.1 Değer Akışı Haritalama Adımları

Kaynak: (Rother ve Shook, 1999: 57)

Allen vd. (2001:174-175) ve Birgün vd. (2006: 49-50), değer akış haritalandırma işlem basamaklarını açıklarken, ilk adım olarak mevcut durumu ortaya koymak adına sahadan bilgi toplanması gerektiğini vurgulamıştır, böylece mevcut durum haritası çizilecektir. Bu ikinci adım olan gelecek durumu tasarlamak için ihtiyacınız olan bilgiyi sağlar. Ayrıca, mevcut ve gelecek durumda birbirlerini etkileyen çalışmalar vardır. Mevcut ve gelecek durumdaki gelişmeler birbirini etkileyen çalışmalardır. Gelecek durum ile ilgili fikirler, mevcut durum haritası çizilirken oluşturulur. Gelecek durumun çizimi, mevcut durumla ilgili daha önce gözden kaçırılan önemli bilgileri ortaya çıkaracaktır. Son adım iyileştirme planının hazırlanması ve aktif olarak kullanılmaya başlanmasıdır. Faaliyet planı, mevcut durumdan tasarlanan yeni duruma geçişin nasıl, ne zaman ve kimler tarafından

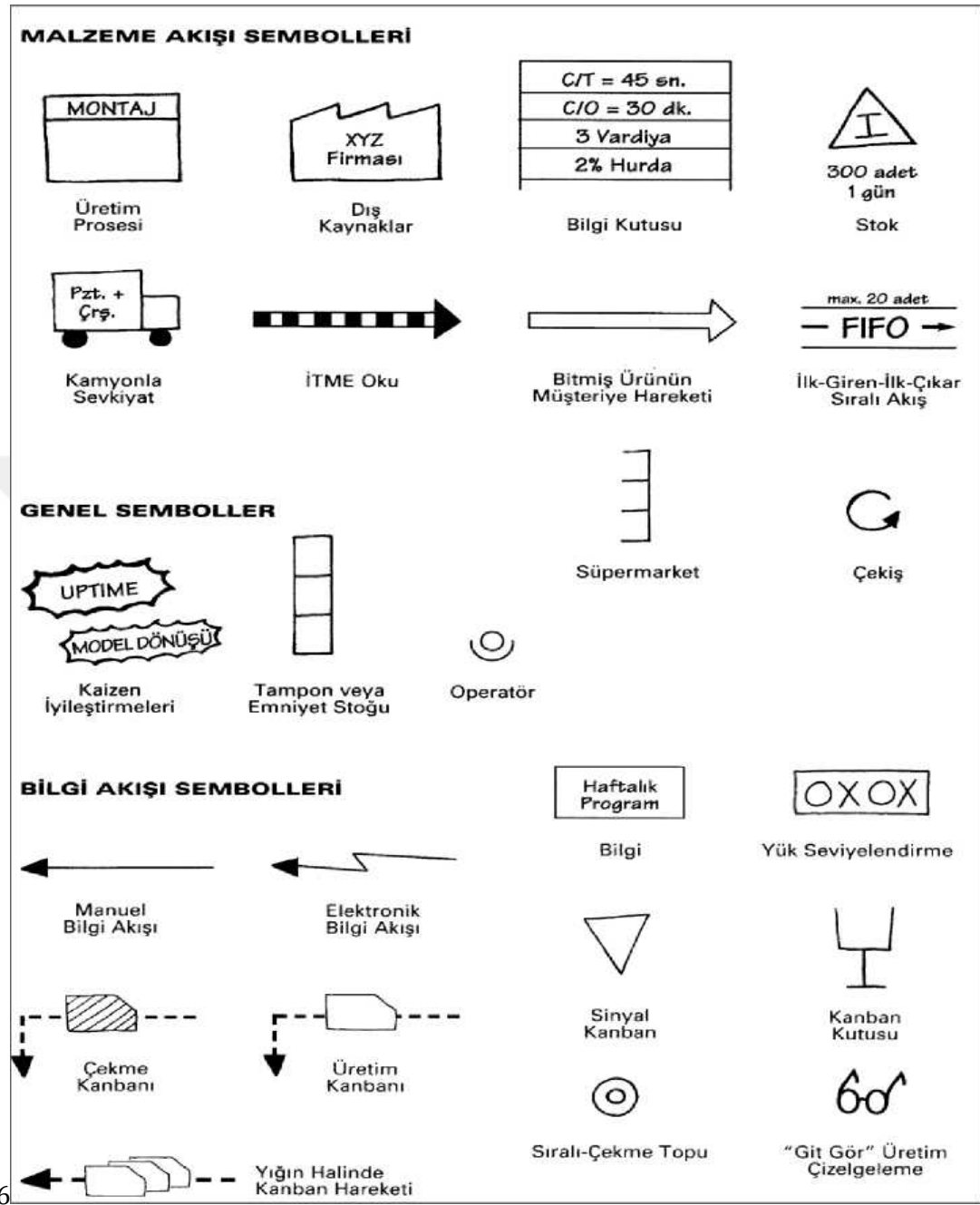
gerçekleştirileceğini açıklar. Gelecek durum ile ilgili planlar hayata geçirildikçe belirli bir zaman içerisinde yeni bir mevcut duruma dönüşecektir ve böylece yeni bir gelecek durum haritası çıkartılarak haritalandırma prosesi tekrarlanacaktır. Diğer bir deyişle değer akışı sürecinde bir “sürekli iyileştirme” sağlanmaktadır. Değer akışı haritalandırma, değer akışını geliştirmeyi amaçlayan kararları uygulamaya sokmaya yardımcı olacak üretim süreci ile ilgili ortak bir dil meydana getirir.

Değer akış haritalamanın esası müşterinin bakış açısından akışı anlamaktır. Bu anlamda değer akış haritalama müşteriden tedarikçiye ürünün üretim yolunun izlenerek malzeme ve bilgi akışında yer alan her prosesin dikkatli bir şekilde sembollerle çizilmesidir. Bu sayede yalın uygulayıcılarında sıklıkla üzerinde durdukları müşterinin ödemeye gönüllü olmadığı, ürüne değer katmayan adımlar, israflar açık bir şekilde görülmektedir. Şekil 2.1. de özet olarak belirtilen değer akış haritalandırma yönteminin uygulama adımlarını, Rother ve Shook, (1999) ve Allen vd. (2001) aşağıdaki gibi sıralamıştır:

- 1) Tek bir ürün ailesi seçilir ve haritalama çalışması bu ürün ailesi üzerinden yapılır.
- 2) Değer akış yöneticisi belirlenir. Bu kişi ürün ailesinin değer akışını anlama ve iyileştirme sorumluluğunu üstlenmelidir.
- 3) Haritalama işlemine “kapıdan kapıya” seviyesinden başlanır. Yani tek bir ürün ailesi için fabrika içinde kapıdan-kapıya yani, malzeme ve bilgi akışı ile ilgili proses adımları boyunca yürümek ve onları şematik hale getirmek demektir.
- 4) Malzeme ve bilgi akışları birlikte gözlemlenerek haritalama yapılır.
- 5) Üreticinin var olan durumunu yani fabrikanın süreç akışlarını grafiksel olarak sunan mevcut durum değer akış haritalandırması yapılır.
- 6) Mevcut durum değer akış haritalama yapılırken çevrim süresi, kalıp değiştirme süresi, operatör sayısı, vb. süreç bilgileri haritalama sürecinde toplanarak haritaya kaydedilir.

- 7) Mevcut durum değer akış haritasından hareketle israf kaynaklarının ortadan kaldırılması ve müşteri için değerin arttırılması için yalın teknikler kullanılarak gelecek durum değer akış haritası çizilir.
- 8) Gelecek durum haritası için bir iş planı oluşturulur.
- 9) Belirlenmiş sürekli iyileştirme faaliyetleri ile gelecek durumu gerçekleştirilir.

Haritalama için malzeme akışı, bilgi akışı ve genel olmak üzere üç kategoride belirli semboller kullanılmaktadır (Rother & Shook, 1999). Bu semboller değer akış haritaları üzerinde çalışan, inceleyen herkes için ortak bir dil görevi görmektedir. Başlıca kullanılan semboller şekil 2.2’de sunulmuştur.



Şekil 2.2 Değer Akış Haritası Sembolleri

Kaynak: (Rother ve Shook, 1999)

2.2. 5S

İşletmeler, küresel ekonomiye katılmak ve uluslararası üretim ile avantajlı olan şirketlerle rekabet edebilmek için maliyetleri düşürmenin, kaliteyi ve verimliliği artırmanın yollarını aramaktadırlar. Bu nedenle işletmeler, çıktının kalitesini artırırken verimlilik iyileştirmeleri de sağlayan yalın üretim tekniklerini uygulamaktadırlar. 5S süreci, yalın üretimin en temel ve yaygın olarak uygulanan bileşenlerinden biridir.

Kumar vd. (2006: 416), Hindistan'daki KOBİ'ler için yalın tekniklerin uygulanması üzerine yaptıkları çalışmada, 5S tekniğinin uygulandığı işletmelerde uygulamanın, çalışma alanını düzenlediğini ve gereksiz olan her şeyi azaltarak sonuçta etkin bir çalışma ortamı sağladığını gözlemlemişlerdir. 5S bir işyeri düzenlemesinde bir takım eylemleri kalıcı hale getirerek fabrikadaki gizli israfları ortadan kaldırmayı amaçlayan Toyota tarafından geliştirilmiştir. Sırasıyla uygulanan bu adımlar ile iş yapılan ortamda daha önce fark edilmeyen hatalar ortadan kaldırılmaktadır. İsrarların önüne geçilmektedir. İşler daha kısa sürede tamamlanabilmektedir. Monden (1994: 200) 5S'i Japoncadan tercüme ederken 5S'in Seiri, Seiton, Seison, Seiketsu ve Shitsuke kelimelerini ifade etmekte olduğunu belirtmiştir. 5S' in yalın üretim sistemindeki kullanım şekli başka Türkçe ve İngilizce karşılıkları Tablo 2.1'de aşağıdaki gibi gösterilmiştir.

Tablo 2.1 Yalın Üretimde 5S ve Anlamları

<i>JAPONCA</i>	<i>İNGİLİZCE</i>	<i>TÜRKÇE</i>
Seiri	Sort	Sınıflandır
Seiton	Set in order	Sırala / Düzenle
Seiso	Sweep/ Shine	Sil / Temizle
Seiketsu	Standardize	Standartlaştır
Shitsuke	Sustain / Self discipline	Sahiplen / Sistemi koru

Kaynak: (Monden, 1994: 200)

İşletmelerde atölyelerin, ofislerin yani tüm üretim alanlarının temiz, düzenli ve güvenli olmalarını sağlamayı hedefleyen 5S tekniği, tüm dünyada en çok bilinen ve uygulanmaya çalışılan yalın üretim tekniğidir. 5S tekniğinin temizlik ve düzen ile ulaşmak istediği seviye, israfta, iş kazasında, arıza oranlarında, kalıp değiştirme sürelerinde, makina ayarlarında, gecikmelerde, beklemlerde ve şikâyetle sıfır noktasına ulaşmaktır.

2.2.1. Seiri (Ayıklama)

İşletme içinde sadece gereksinim duyulacak malzemeyi bulundurmaya yönelik malzemeleri ayırmak ve gereksiz olanlardan kurtulmak suretiyle işletme içi karmaşayı önlemek ve düzeni sağlamaktır. Seiri Japonca 'da ayıklama anlamına gelmektedir. Henderson ve Larco (1999: 41-44), geleneksel işletmelerin yalın işletmelere nasıl dönüşmesi gerekliliğini anlattıkları kitabında 5S tekniğini anlatırken bu tekniğin uygulanmasında ilk aşamanın “Ayıklama” olduğunu açıklamışlardır. Ardından, ayıklama işine ise çalışma alanında bulunan tüm öğeleri “*kesinlikle gerekli*”, “*belki gerekebilir*” ve “*gereksiz*” gibi kategorilere ayrılıp ve ayıklanmasının üretimde işçiler için büyük kolaylıklar sağlayacağını vurgulamışlardır. Ayıklama işleminde tüm öğeler “kırmızı kart” adı verilen kartlar kullanılarak etiketlenir. Kırmızı kart aslında neyin gerekli olduğu ve nereye ait olduğu içindir. Bu kart kullanılarak çalışma alanındaki öğenin genel olarak hangi

kategoriye ait olduğu (ekipman, hammadde, vb.), etiketlenme nedeni (dağınık halde durma, hurda, yerinde olmama, vb.) ve kullanılma sıklığı bilgilerini içermektedir. Üretim sahasındaki bu ayıklama ile çalışma alanı rahatlamaktadır.

2.2.2. Seiton (Düzenleme)

Monden (1994: 201), 5S ikinci aşama olan Seitonu, çalışanların kullanacakları takım ve donatının kolayca kullanımını sağlayacak şekilde yerleştirilmesi ve arandığında kolayca bulunacak biçimde etiketlenmesi olarak ifade etmiştir. İşyerinde düzenli olmak üretim faaliyetlerinde ve büro işlerinde hareket kaybı, aramadan kaynaklanan kayıplar gibi birçok kaybı önlemektedir. Japonca Seiton kelimesi Monden' in (1994) ifadesi ile tam olarak her şeyin en uygun biçimde konumlandırılması anlamına gelmektedir. Herkesin aradığı şeyi hızlı bir şekilde bulmasını sağlamaktadır. Kısaca; her şeyin bir yeri olması ve her şeyin yerli yerinde bulunması şeklinde ifade edilmektedir. En sık kullanılanların daha yakın yerlere konumlandırılması, görsel tekniklerin uygulanması (renklendirme, etiketlendirme) gibi ayrıntılarla düzenleme yapılmaktadır. Düzenleme adımı üretim alanında bulunması gereken her bir öge için sırasıyla; bir yer bulunması, ögeyi muhafaza edecek alan (dolap, raf, vb.) hazırlanması, her bir ögenin yerinin belirtilmesi, ögeye ait kodun (aynı kod ögenin muhafaza edildiğı alanda da mutlaka olmalı) ve miktarının belirtilmesi ve son olarak da bu adımın bir alışkanlık haline getirilmesi şeklinde beş adımlık bir yolun takip edilmelidir.

2.2.3. Seiso (Temizlik)

5S uygulamasının üçüncü aşaması olan “Seiso” aşamasında yapılması gerekenleri Allen vd. (2001: 174-175), çalışma alanlarında ve makinelerde oluşan çevre, üretim ve makine kaynaklı her türlü kirliliğın temizlenmesi ve kirlilik kaynaklarının tespit edilerek önlenmesi olarak özetlemişlerdir. Temizlik aynı zamanda oluşabilecek arızaların, önceden haber verebilen bir gözle kontrol yöntemidir. Temizlik, çalışma alanında kirlilik meydana getiren kaynakların neler olduğunun belirlenerek ortadan kaldırılması ve kirliliğın en aza indirilmesi için uygulanan aşamadır.

5S çalışması esasında sadece fabrika için değil aynı zamanda tüm çalışma alanlarında uygulanacak bir sistemdir. Bu anlamda 5S teknikleri her yerlerde uygulanabilir. Seiso, çalışma alanında bulunan kir, toz, akışkanlar ve diğer birikintilerin uzaklaştırılması işlemidir. Aynı zamanda önleyici bakım süreci içinde oldukça önemlidir. Bu aşamada ayrıyeten bir sonraki aşamalarda kullanılacak iş tanımlamalarını yapmak amacıyla çalışanların sorumlulukları tanımlanır, ne sıklıkla temizlik yapılacağı belirlenir ve kontrol edilir.

5S te çalışma alanının temizliğinin yapılması, işletme içerisinde birtakım kazanımlar sağlanır. Bu avantajları Bozkurt (2013: 37), bir kamu işletmesinde yapmış olduğu 5S çalışması sonucunda aşağıdaki gibi sıralamıştır:

- Zaman içerisinde çalışma ortamında meydana gelen kir ve toz, makine ve ekipmana zarar vermekte ve makine parçalarının aşınmasına ve normal ömründen daha önce bozulmasına neden olmaktadır. Bu nedenlerden dolayı kir ve toz kaynakları ortadan kaldırılır
- Çalışma alanının düzenli olarak temiz ve düzenli olması sonucu, çalışanların motivasyonu yüksek olur
- Makine ekipmandan kaynaklanan yağ sızıntısı, sızıntı gibi anormal durumlar hemen fark edilir
- Psikolojik etki sonucunda, çalışanların tepkileri ve performansları artar
- İş güvenliği sağlanmış olur.

2.2.4. Seiketsu (Standartlaştırma)

Yukarıda açıklanan diğer üç aşamanın belirli bir sistematiğe yürütülmesi için yapılmaktadır. 5S tekniğinin uygulanan ilk üç aşamasının alışkanlık haline getirilmesi ve gerekli görsel ve fonksiyonel araçlarla desteklenmesidir. Bu aşamada, düzenleme ve temizlikten sonra varılan çizginin sürdürülmesi için gerekli sistemler oluşturulur. İlk 3S, bundan sonraki dördüncü ve beşinci S'e göre nispeten daha kolaydır ve asıl süreç tüm bu yapılanların standartlaştırıldığı bu adımda başlar. Yapılan çalışmaların sonuçlarının gözlemlenmesi, eksikliklerin tespit edilip

düzeltilmesi ve aynen yapıldığı şekliyle kalarak yeniden eski durumuna gelmemesi gereklidir.

Apilioğulları (2012), 5S uygulamasında en önemli aşamanın sürekliliği sağlamak olduğunu vurgulamış ve dördüncü aşama olan standardizasyon aşaması işletmelerin ilk hallerine tekrar dönmeme kararı verdiği aşama olduğunu açıklamıştır. Bu aşamayı kontrol etmek içinde genel olarak işletme içi yalın uygulamalarda 1 ile 5 arasında yapılan iyileştirmelerin uygulanıp uygulanmadığına göre puanlar verip ve puanlamayı uyarı panoları, araçlar, malzeme stokları gibi bölümlere göre dağıtmak önerilmektedir.

Apilioğulları'na göre (2012), görsel kontrolün sağlanmasından sonra standartlaştırma sürecinde aşağıda verilen çalışmaların gerçekleştirilmesi gerekmektedir.

- Tüm alanlar tanımlanmalı ve uygun renk kodları ile işaretlenmelidir.
- Sık kullanılan malzemeler için parça numarası, tanımı ve minimum, maksimum adetleri tanımlanmalıdır.
- Atılması gereken malzemeler için gruplandırılmış çöp ve atık kutuları bulundurulmalıdır.
- Kişisel alet kutuları mümkün mertebe azaltılmalı, iş istasyonunda çekmece, kapalı raf bulundurulmamalıdır.
- Fabrika alanını bölgelere ayırarak sorumlular atanmalı ve her sorumlunun belirli bir plan dâhilinde kendi bölümlerindeki standartların yerleştirilmesi konusunda çalışma yapması sağlanmalıdır.

2.2.5. Shitsuke (Disiplin)

Shitsuke aşaması 5S'in en son ve en zor olan aşamasıdır. Çünkü şimdiye kadar yapılan tüm çalışmaların başarılı olması için, çalışanların üretim alanındaki her şeyin kolay erişilebilir bir şekilde yer almasını alışkanlık haline getirmesi gerekmektedir. Sadece 5S bilgisine sahip olmak yeterli değil, 5S'i sürekli uygulamak gerekmektedir. Yapılan tüm çalışmalar sonucunda elde edilen standartların korunması ve sürekliliğinin sağlanması gereklidir.

Apilioğulları (2012), 5S'i bir tükenmez kalem yayına benzeterek, yalın dönüşüm içinde eğer ilk 4S te yapıldıktan sonra, bırakılırsa bir tükenmez kalem gibi eski halini hemen geri alır.

O nedenle 5S çalışmalarının sonucunda disiplin kesinlikle elden bırakılmamalıdır. Bu, çalışanların çaba harcayarak yaptıkları bir iş olmak yerine doğal bir davranış haline gelmelidir. Monden (1994), bu sistemin uygulandığı ve sistemin felsefesinin doğduğu Japonya'da dahi şunu gözlemlemiştir ki; İnsan doğası değişime karşı direnç göstermekte ve işletmeler kendilerini 5S uygulamalarını izleyen birkaç ay içinde yeniden ve yavaş yavaş kirli karışık bir çalışma alanı içinde bulmaktadırlar. Burada görev lider yöneticilere düşmektedir. Yöneticiler, 5S'in neden önemli olduğunu ve işletmeye sağlayacağı faydaları çeşitli eğitimlerle çalışanlara anlatmalıdır.

2.3. Tam Zamanında Üretim

Tam zamanında üretim Schonberger (2015) tarafından sistem şu şekilde ifade edilmiştir; Fabrika içinde yapılacak parçaların tam zamanında satın alınması, parçaların tam zamanında alt montajlara gönderilmesi, alt montajda işlem gören parçaların tam zamanında son montaja, son montajdan da üretimi ve dağıtımı tamamlanmış olarak müşterilere ulaştırılmasıdır. Broyles vd. (2005) tarafından Tam Zamanında Üretim, “Sadece gerekli olan parçaların, gerekli olan miktarlarda, gerekli görülen zamanda ve yerde üretilmesi” şeklinde tanımlanmıştır

Bir işletmede ancak tüm israfın önlenilebileceği noktada tam zamanında üretim gerçekleşecektir. Başka bir anlatımla tam zamanında üretim gerçekleşebilmesi, israfın ne ölçüde engellenebildiğine bağlıdır. Tam zamanında üretim felsefesi; ürünün değerini arttırmayan tüm unsurları “israf” olarak algılar. Bu anlamda üretimin her aşamasında stoklar ile kalitesizlik, imalat eksiklikleri hataları, en temel israf unsurları olarak belirlenmiştir.

Tam zamanında üretim felsefesini, idealize edilmiş işletme hedefleri olarak tanımlanan yukarıda anılan hedefleri gerçekleştirmek pratik olarak mümkün değildir.

Ancak burada önemli olan, bu iki hedef (sıfır stok, sıfır hata) doğrultusunda sürekli gelişme çabalarını yoğunlaştırmak ve bu yolla israfı önleyip maliyetleri azaltabilmektir. Maliyetler azaltıldığında ise işletme karlılığı da artacaktır. Broyles vd. (2005), tam zamanında üretim felsefesini diğer klasik üretim sistemlerinden farklı ve yeni olan yönleriyle ayırır. Broyles'e göre (2005), bu felsefe üretim ortamındaki problem alanlarını kapatmak ve olumsuz etkilerini azaltmaya çalışmak yerine problemlerin temeline inerek çözmeye çalışmıştır. Bu amaçla sürekli çaba harcamayı ve hemen hemen tüm tekniklerde grup çalışmasını özendirilmektedir.

Sıfır stokla çalışmak yalın felsefenin, önceki bölümde de açıklanan mükemmelliğe ulaşmada belirlediği vizyon el bir hedefidir. Bu nedenle amaç minimum seviyeyi yakalamaktır. Gerçekten yalın olan bir değer akışında, bir üretim anlayışında çok az stokla çalışılır. Bu stok akış yönündeki bir sonraki müşterinin gereksinimlerini karşılayacak minimum miktarda hammadde, işlem içi stok ve bitmiş ürün stoklarından oluşur. Womack (2016: 15-23), yalın düşünce sistemini detaylandırırken anılan stokları bulundururken akış yönündeki talepteki dalgalanmalar, akışın tersindeki işlemlerin kapasitesi (müşteri taleplerindeki değişikliklere cevap verme hızı) ve üretim işlemleri arasında parti büyüklükleri ve sevkiyat büyüklükleri için gerekli stok miktarları göz önüne alınması gerektiğine önemle vurgu yapmıştır. Bir üretim ortamında tam zamanında üretim yöntemi ile üretime yönelmek aynı zamanda yalın üretimde kullanılan Poka Yoke, Jidoka ve diğer teknikleri de öğrenerek, işletmede kullanılmasını sağlayacak ve böylelikle makine arızaları, kalite kontrol, üretimin kesilmesi ve hemen müdahaleyi gerektiren sorunların açığa çıkarılmasını sağlayacaktır.

Tam zamanında üretim işletmenin sadece stok ve üretim işlemlerini değil aynı zamanda işletmenin bütün fonksiyonlarına da uygulanmaktadır. Bu açıdan değerlendirildiğinde tam zamanında üretim, başlangıçta belirtilen hedeflere ulaşma çabası içerisinde israfı ve stoku sürekli azaltarak işletmenin tüm fonksiyonları arasında süreçleri optimize etmeyi hedefleyen bir üretim. Bir sonraki ara bölümde değinilecek olan bir diğer yalın teknik olan “Kanban” ı, Monden (1994: 15-25) tam zamanında üretim ile doğrudan ilişkilendirerek, tam zamanında üretim için gerekli

birimlerin istenilen miktarda ve istenilen zamanda yapılabilmesi amacı ile stok düzeyini görünür tutabilmek ve üretimi yönetmek için kullanılması elzem olan bir faaliyet olarak görmüştür. Bu işlem üretim yönetimini destekleyen bir bilgi sistemidir.

Kanbanlar sayesinde üretim sisteminde itme esasına göre değil, çekme esasına göre üretim yapılmaktadır. Üretimin her bir aşaması, hemen arkasından gelenin tamamlanmasına olanak sağlamak için tam zamanında tamamlanır ve tam zamanında teslimatla müşteri garanti altına alınır (Monden 1994: 184). Tam zamanında üretim sisteminin başarısı, büyük ölçüde işçilerin bir nevi esnek işçi gibi hareket edip, bir işten diğer bir işe geçebilmesine ve bir sorun çıktığında ekip olarak çalışma konusunda istekli oluşlarına bağlıdır. Bu da işgücü ihtiyacını en aza indirir, iş güvenliğini artırır, işten sıkılmayı azaltır ve toplam verimliliği artırır.

2.4. KANBAN (Sinyal Kartı)

Yalın üretim sisteminde, her üretim istasyonunun kendisinden bir sonraki istasyonun hemen işleme geçebileceği miktarda parçayı tam zamanında üretmesi prensibiyle, tüm üretim aşamalarının ya da istasyonlarının gereksiz üretim yapmalarının önlenmesi hedeflenmektedir. Toyota firması tarafından geliştirilen ve kartlara dayalı olarak sistematize edilen yöntem, Japonya’da kanban olarak adlandırılmaktadır. Ohno (2015: 87) Kanban’ı kısaca açıklarken Japonca’da “Kan” kelime olarak kart, “ban” kelimesi sinyal anlamına geldiğinden “Kanban” ı sinyal kartı olarak tanımlamıştır.

Ohno (2015: 87), yalın üretim sisteminin elemanlarını kurgularken “Kanban”ı Toyota üretim sisteminin çalışma metodu olarak ifade etmiştir. Çok yaygın kullanılan formu, vinil bir dikdörtgen zarfın içinde yer alan bir parça kağıttır ve bu kağıt parçası üç kategoride bilgiler taşır, bunlar;

- Sevkiyat bilgisi,
- Taşıma bilgisi,
- Üretim bilgisi

Monden (1994: 16), Kanban sistemini sistematik bir akış ve bilgi sistemi olarak tanımlayarak, bir fabrikanın her süreci ve aynı zamanda firmalar (yan sanayiler) arasında gerekli zamanda, gerekli miktarda gerekli ürünlerin üretimini uyumlu bir şekilde kontrol eden bir bilgi sistemi şeklinde olması gerektiğini vurgulamıştır. Kanban, Toyota’da tüm Toyota üretim sisteminin bir alt sistemi olarak kabul edilmektedir. Ohno (2015: 87), Kanban sistemini üretim sistemleri içerisinde de tanımlayarak, mevcut aşamadaki üretimin izleyen aşamaların talebine bağlı olması yönüyle “çekme sistemi” olarak da ifade eder.

Çeken sistemlerde talebin son üretim aşamasına gönderilmesi ve son aşamadan geriye doğru malzeme akışı kanbanlar aracılığıyla yerine getirilir. Bu sistemlerde talep değişmelerine uyum kanbanlarla sağlanır. Bu ortamda, son üretim aşaması dışındaki süreçlere üretim çizelgesi gönderilmemekte, son aşama dışındaki diğer üretim aşamalarına çizelge bilgileri kanban aracılığıyla iletilmektedir.

Bu sistemde, hangi parçadan ve miktarda üretileceği, kanbanlar üzerinde belirtilmiştir. Acar ve diğerleri (2006: 49), tam zamanında üretim sisteminde kanbanların kullanılması üzerine yaptığı uygulama çalışmasında, kanbanların daima üretim akışına ters yönde ancak fiziksel birimlerle birlikte sondan başa doğru hareket ederek üretim aşamalarını birbirlerine bağladığını ortaya koymuştur. Üretim aşamalarının bu şekilde birbirlerine bağlanması sonucunda ise sadece gereken parçalar, gerekli olan miktarda ve gerektiği zaman üretilmekte ve aşamalar arasında ara stoklara ihtiyaç kalmamaktadır. Bu zincirin, işletme dışında satıcılara kadar uzatılması durumunda ise hammadde stokları da kaldırılmış olacaktır. Kanban kelime anlamı olarak üstüne yazı yazılabilen kart olsa da, günümüzde artık aynı işlevi yerine getirmek için bilgisayarlar daha fazla kullanılmaktadır. Bu sayede istasyonlar arasındaki uzaklıklar anlamını yitirmekte ve farklı şehirlerde bulunan birimler bile ekranlarından gerekli siparişleri takip edebilmektedirler.

Tam zamanında üretim sadece gerekli parçaların, gerekli olduğu miktarlarda ve gerektiği zaman üretilmesi olarak tanımlanmaktadır. Üretimi "tam zamanında" gerçekleştirebilmenin ön koşulu ise, tüm süreçlere ne zaman ve ne miktarlarda üretim yapacaklarını zamanında bildiren bir bilgi sisteminin kurulmasıdır. Tam zamanında üretim ortamında bu işlemi gerçekleştiren sistem kanban sistemidir. Monden (1994), bu sistemi tam zamanında üretim sisteminin bir parçası olarak kabul edip malzeme hareketlerinin kontrolü ve bu bağlamda üretim etkinliklerinin planlanması amacıyla kullanılan yeni bir üretim kontrol (çizelgeleme) yaklaşımıdır.

Kanban'ın üretim sistemi içerisinde birden fazla işlevi vardır. Bu işlevler ve açıklamaları genel olarak Tablo 2.2'de aşağıdaki gibi açıklanmaktadır.

Tablo 2.2 Kanban'ın İşlevleri ve Açıklamaları

<i>KANBAN İŞLEVİ</i>	<i>AÇIKLAMASI</i>
Sipariş ya da nakliye fişi yerine geçer.	Üretime yönelik bilgilerin toplanmasında kanban bir araç olarak kullanılır ve üretim siparişleri ile ürünlerin nakliyesine yönelik bilgileri içerir.
Üretim siparişi yerine geçer.	
Üretim fazlasının önlenmesini sağlar.	Kanban kullanılmadan üretilmesini ve çekilmesini yasaklar.
Atölyedeki ürünlerin ihtiyacı karşılmasını garanti eder.	Her ürüne bir kanbanın iliştilmesini anlatır.
Hatalı üretimi önleyerek ürünlerin kalitesini garanti eder.	Hatalı hiçbir ürünün bir sonraki süreçte geçirilmemesini anlatır.
Sorunlar belirlenir ve depo kontrol altında tutulur.	Üretim sürecindeki kanban sayısının azami şekilde düşürülmesi gerektiğini belirtir.

Kaynak: (Ohno, 2015: 88)

Kanban kuşkusuz tam zamanında üretim sisteminin önemli bir ögesidir. Çünkü tam zamanında üretimi gerçekleştirmek üretimde esnekliğin sağlanabilmesi ile olur ve üretimde bu esneklik, yani gerektiğinde üretilen miktar ve çeşitliliğin ekonomik bir şekilde ayarlanması kanban ile sağlanabilir. Acar ve diğerleri (2006), 2006 da ki uygulamalı çalışmasında elde ettiği sonuçlar göstermiştir ki; kanban sisteminin önemli avantajlarından birisi de kanban kullanımı ile kayıpların nerede ve ne zaman ortaya çıktığı hızla belirlenebilmekte, bu kayıplar anında incelenebilmekte ve gerekli çözüm yolları aranmaktadır.

Uygulamada en çok görülen kanban çeşitleri üretim sipariş kanbanı olan “İtme” ve “Çekme” kabanlarıdır (Okur, 1997: 40). Hiranabe (2008), itme ve çekme kanbanlarını açıkladığı makalesinde, üretim sipariş kanbanını “itme” sistemleri olarak adlandırılan geleneksel üretim sistemlerinde bir üretim aşamasında üretilmesi gereken ürün miktarı olarak ifade ederken “çekme” kanbanı ise sonraki üretim aşamasının önceki üretim aşamasından çekmesi gereken ürün miktarını gösteren kart şeklinde açıklamıştır. İtme kanbanları belli büyüklükte bir konteynırı doldurmak için gerekli sayıda parçanın üretilmesine onay verir. Çekme kanbanları ise bir iş merkezinin çıktısının, girdi olarak kullanılmak üzere bir sonraki iş merkezine gönderilmesi için onay veren kartlardır.

Okur (1997: 40-41) üretim kanbanı ile çekme kanbanını karşılaştırırken, aşağıdaki saptamalarda bulunmuştur:

- Üretim kanbanı ait olduğu atölye ya da hattın üretmesi gereken ürünün çeşit ve miktarını belirler. Üretime geç sinyali vermesiyle her bir atölyenin ya da yan sanayi firmasının kendi içinde üretiminin gerçekleştirilmesi sırasında kullanılır. Ayrıca iten sistemlerde, üretim ve envanter kontrolü tahmin edilen talep değerlerine dayanır, bu değerlere göre üretim çizelgesi saptanır. Bu ortamda, üretim süreçleri daima bir sonraki sürecin ihtiyacını karşılayacak şekilde üretim yaparlar.

- Çekme kanbanı üretim kanbanının aksine montaj hattından başlayarak farklı atölyeler arasında ve sonunda fabrika ile yan sanayiler arasında ürün ya da parça çekilmesi esnasında kullanılır. Bu sistemler, sonraki süreçlerin önceki süreçlerden, yalnız tükettikleri miktarlarda ve zamanda parça talep ettikleri ve çektikleri sistemler olup, talebin çektiği sistemler olarak da adlandırılırlar.

2.5. Poka Yoke (Hata Önleyici)

Kusursuz üretim, tüm işletmelerin hedeflediği bir durumdur. Ne var ki insan faktörünün olduğu sistemlerde hataları tamamen ortadan kaldırmak mümkün olmamaktadır. Hataları en aza indirmek daha rasyonel bir hedef oluşturmaktadır. Günümüzde gelişmiş olan ülkelerdeki birçok işletmeler hataları en aza indirebilmek için büyük çabalar sarf etmektedirler.

Dünya genelinde geleneksel görüşe sahip birçok işletmede, kalitenin yalnızca karmaşık yöntemlerle ve maliyetlerin artırılması karşılığında sağlanabileceği görüşüne tezat olarak, Shigeo Shingo 1960 yılında Japonca terimi olan “Poka Yoke” olan yani “hata önleme” sistemini Toyota firmasına uygulayarak bu fikri çürütmüştür. “Poka” Japonca ’da “beklenmedik hata” anlamına gelmekte iken “Yoke” terimi ise “önleme“ anlamını taşımaktadır (Robinson, 1997:1). Poka Yoke’nin altında yatan düşünce çalışanların dikkatsizliklerini önleme çabasıdır.

Ohno (2015), Poka-Yoke tekniğini yanlış, eksik ve hatalı parçanın bir sonraki işleme geçişini önleyen genellikle montaj hatlarında kullanılan elektromekanik cihazlar olarak ifade etmektedir. Bu şekilde hata yerinde tespit edilmektedir. Dinamik bir süreç olan üretim sürecinde çeşitli nedenlerle hata ve kusurlar ortaya çıkabilir. Poka Yoke’yi ortaya koyan Shingo hata ile kusurun birbirinden farklı kavramlar olduğunu belirtmiş ve hataların kaçınılmaz olduğunu ancak kusurların ise engellenebileceğini savunmuştur. Shingo’nun 1960’larda geliştirdiği yöntem hataları önlemek için basit ve etkili bir araçtır. Poka–Yoke, hataları meydana gelmeden önleme ya da hata yapmaya meydan vermeyen ortamı oluşturmaya yardım eder. Robinson’ unda (1997) belirttiği üzere Shingo’nun yaptığı en önemli şey hata ile kusuru ayırt etmesidir. Ona göre hatalar kaçınılmazdır,

insanlardan tüm zamanlarda konsantre halinde bulunmaları ve onlara verilen eğitimleri tamamıyla anlayıp uygulamaları beklenemez.

2.5.1. Poka Yoke Sisteminin Kurulmasını Gerektirecek Hatalar

Üretim sırasında pek çok hata oluşabilir. Parıltı (2003: 147-148), *Müşteri Memnuniyetinin Sağlanmasında Hatasız Üretim Aracı: Poka Yoke* adlı makalesinde günlük hayatın çeşitli bölümlerinde karşılaşılabilecek bu hatalardan bir kısmını aşağıdaki gibi sıralamıştır.

- *Unutkanlık:* İnsanlar bazı nedenlerle işlerine tam olarak konsantre olamazlar ve bazı önemli noktaları gözden kaçırabilirler. Örneğin yatmadan önce saatin kurulması gerektiğinin unutulmasını önlemek için saatin kurulu olup olmadığını otomatik olarak kontrol edecek bir düzenek bu tür bir hatayı ortadan kaldırabilir.
- *Alışkanlıklardan Kaynaklanan Hatalar:* Normal otomobil kullanmakta olan insanların otomatik otomobil kullanma sırasında fren ve debriyaj pedallarını karıştırmaları gibi. Çalışma prosedürlerinin standartlaştırılması ileriye yönelik kontrol ve eğitimle bu çeşit hatalar yok edilebilir.
- *Tanımlama ve Teşhis Hataları:* Algılamadan ve genellikle göz yanılmasına dayalı hatalar. Örneğin fiyat etiketlerindeki bir sıfır eksik olarak algılanması 1.000.000 TL.'nin 10.000.000 TL. ile karıştırılması gibi.
- *Amatör Hataları:* Genellikle tecrübesizlikten kaynaklanan hatalardır. İşe yeni başlayan bir kişinin sebep olabileceği hatalardır ve eğitim-iş standardizasyonu ile önlenabilir.
- *Farkında Olunan Hatalar:* Bilerek ve farkında olarak yapılan hatalardır. Trafikte kırmızı ışığın yandığını görerek karşıya geçmeye çalışmak gibi. Temel eğitim ve tecrübe ile azaltılabilir.

- *Yavaş Davranma ve Kararsızlığa Dayalı Hatalar:* İnsanların zamanında karar verememelerinde kaynaklanan hatalardır. Otomobil kullanmaya yeni aşlayan kişilerin frene geç basmaları gibi. Yetenek geliştirme eğitimleri ile çözülebilir.
- *Standart eksikliğinden Kaynaklanan Hatalar:* Daha önce yapılmamış alışılmamış durumlar karşısında yapılan hatalardır. Bir ölçümün yapılması söz konusu olduğunda işlemin işi yapacak kişinin inisiyatifine bırakılması. Talimatlar ve iş standardizasyonu ile çözümlenebilir.
- *Sürpriz Hatalar:* Bazı durumlarda hiç beklenmeyen hatalar oluşabilir. Bir makinenin beklenmeyen bir nedenle arızalanması gibi. Toplam verimli bakım ve iş standardizasyonu ile çözülebilir.
- *Kasti Hatalar:* Bazı insanlar kasıtlı olarak ta hata yapabilirler. Üretim sürecini sabote etmek gibi. Temel eğitim ve iş disiplini koruyucu önlem olarak alınabilir.

Burada sayılan bu hatalar çeşitli sebeplerden kaynaklanmış olabilirler. Bu hata ve kusurlar için gerekli zamanı ayırarak nerden ve ne zaman ortaya çıktıklarını belirledikten sonra birçoğu Poka Yoke araçları tarafından önlenilmektedir. Bu çaba Poka Yoke analizi olarak ifade edilmektedir.

2.6. JİDOKA (Otonomasyon)

Makine ve/ya operatörler için anormal bir durum olduğu zaman otomatik olarak bunu fark edilebilir hale getirip hatanın tespitini ve üretimi/makinayı durdurma imkanını sağlayan sistemin adıdır. Jidoka Türkçe “Otonomasyon” olarak adlandırılır. Yükselen (2012), otomasyon ile otonomasyonun farklı olduğunu; otomasyonu, bir işin kişiden/operatörden bağımsızlığını anlatırken; otonomasyonu ise o işte yaşanacak herhangi bir problemin tespitinin ve/ya kontrolünün teminatının otomasyonu şeklinde birebirinden ayırmıştır. Bu teminatı makina ve/ya operatör gerçekleştirir.

Womack ve Jones (2016: 77), *Yalın Düşünce* adlı kitabında Jidoka’yı; Makinelerin üretilen tek bir hatalı parçayı bile yakalayarak, kendilerini anında durdurup yardım istemelerini sağlamak üzere, insan zekâsının otomatik makinelere transfer edilmesi olarak tarif etmiştir. Bu açıdan Jidoka ile prosesteki hata ve sapmalara karşı derhal reaksiyon vererek, hatalı bir ürünün bir sonraki iş adımına gitmesi engellenir. Liker ve Meier (2006), tüm süreçlerin israflardan arındırılmasından bahsederken, bu tekniğin felsefesinin altında, hatalı parça üretmektense hiçbir şey üretmemenin daha doğru olduğu düşüncesi yattığını öne sürer. Kısaca otonomasyondan beklenen üretim sırasında makinenin hatayı bularak, hataya devam edip arızalı üretim yapmaktansa işlemi durdurmasıdır.

Liker ve Meier (2006: 178-179), yalın üretim sisteminin uygulamalı örneklerini gösterirken Jidoka’ nın operatöre herhangi bir problemle karşılaşıldığında verdiği uyarılarından bahseder. Örneğin; bir üretimde Stok düzeyleri çok düşükse, bir kalite probleminde geriye dönmek için fazla bir yedek söz konusu olmaz. Operasyon A’ da ki problem operasyon B’ yi çabucak durduracaktır. Donanım durunca, bayraklar ya da ışıklar, genellikle bir müzik ya da alarm eşliğinde bir kalite problemini çözmek için yardıma ihtiyaç olduğunu belirten bir işaret verir. Bu sinyal sistemine “Andon” denilmektedir. Andon ışıklı yardım işareti demektir.

Liker ve Meier (2005: 177), Jidoka tekniğinin aşağıda belirtilen iki temel mekanizmayı içerdiğini belirtmiştir:

- Üretim hatalarını bulmaya yönelik bir mekanizma,
- Üretim hatalarının saptanması halinde, üretim hattında tezgahın otomatik olarak durmasını sağlayan mekanizma

Poka Yoke ile Jidoka arasındaki en önemli fark, hatanın fark edildiği noktadır. Jidoka’da daha çok oluşmuş hatalara müdahale etmek söz konusu iken, Poke Yoke hatanın oluşmasına sebep olabilecek muhtemel sorunu çözmek için çalışır.

Toyota sisteminde otonomasyon kalite kontrol fonksiyonunu içeren bir tekniktir. Çünkü otonomasyon üretim hattından hatalı parçaların geçmesini kesinlikle engellemektedir. Bir üretim hatasıyla karşılaşıldığında üretim hattının durması, probleme anında müdahale edilmesini, düzeltici önlemlerin alınmasını ve benzer hataların tekrarının önlenmesini sağlayacaktır. Acar (2003: 80-81), *Tam Zamanında Üretim* kitabında, Jidoka’nın tam zamanında üretim yapan yalın işletmelere sağlayacağı faydaları kısaca aşağıda gibi özetlemiştir.

- *İşgücü sayısındaki azalma sonucunda maliyetlerin azalması:*

Belirlenen üretim miktarına ulaşıldığında ya da bir üretim hatası ortaya çıktığında, otomatik olarak tezgahların durabilmesini sağlayan mekanizmaların tasarımı, tezgahların çalışmasını izleyen nezaret işçilerinin sayısının önemli ölçüde azalmasını sağlamıştır. Sonuç olarak el işçiliği operasyonlarının büyük ölçüde tezgah operasyonlarından ayrılması mümkün olmuş, bu durum A tezgahında işi biten işçinin, B tezgahına giderek buradaki işlemleri başlatabilmesini, başka bir anlatımla bir işçinin birden fazla tezgâhta çalışabilmesini sağlamıştır. İşçilerin birden fazla tezgâhı çalıştırabilmeleri ise işgücü sayısında ve dolayısıyla üretim maliyetlerinde önemli kazançlar elde edilmesini gerçekleştirmiştir.

- *Talep değişmelerine uyum sağlama becerisinin artması:*

Tüm tezgâhların sadece hatasız parçalar üretmesi ve istenilen üretim miktarına ulaşıldığında otomatik olarak durması, otonomasyon yoluyla fazla envanterlerin ortadan kaldırılmasını, tam zamanında üretimin gerçekleştirilmesini ve talep dalgalanmalarına hızla uyum sağlanmasını gerçekleştirecektir.

- *İnsana saygı kültürünün gelişmesi:*

Otonomasyona dayalı kalite kontrol uygulamalarının temelinde üretim sürecinde saptanan hata ya da problemlere anında müdahale edilmesi ilkesi yer alır. Bu ilke, imalat ortamı genelinde iyileştirme çalışmalarını hızlandırır ve bu yolla işçilerin sorun çözme sürecine katıldığı ve insana saygının önem kazandığı bir örgüt kültürünün gelişmesini sağlar.

2.7. SMED (Bir Dakikada Kalıp Değiştirme)

Monden (1994: 121) SMED (Single Minutes Exchange of Dies)'i, tekli dakikalarda kalıp değiştirebilme olarak tanımlar (Bu tanıma göre 10 dakikadan kısa süren kalıp değişimleri). Bu ismini tek dakikalık kalıp değişmesini baş harflerinden almıştır. SMED, kalıp değiştirme veya tezgahı üretime hazırlamak için kullanılan sürenin kısaltılabilmesini gerçekten sağlayabilen, sistematik bir yaklaşımdır. Yalın üretimi en verimli şekilde kullanmayı ve ayar zamanlarının kısılmasına bağlı avantajları sağlayacak yöntem, 'Bir Dakikada Kalıp Değişimi (SMED)' olarak isimlendirilmiştir.

SMED sisteminin öncüsü Shingo (1985), tekniğin felsefesini anlattığı kitabında SMED sisteminin tam zamanında üretimi gerçekleştirmek için en etkili yol olduğunu açıklamıştır. Birçok insan birkaç saatlik bir işlem zamanının tekli dakikalara indirebileceğine inanmamaktadır. Shingo'ya göre (1985: 27-28) SMED sistemi bunu olanaklı hale getirmeye izin veren dört temel adım içermektedir. Bunlar:

- Üretim araçlarının hazırlanması, kontrol edilmesi
- Bir işlem sonrasında, bir sonraki işlem için tüm parçaların yeniden monte edilmesi
- Kalibrasyon
- Deneme ve düzeltmeler

Üretimde, hazırlık süreleri uzadıkça kitle üretimi yapma zorunluluğu ortaya çıkar. Makine herhangi bir kalıbı en az hazırlık süresi kadar kullanılmalıdır ki

makineden alınan verim yüksek, işçilik maliyetleri düşük olsun. Bu 4 temel SMED sistemini tam olarak anlamak, herkesi esas anlamda herhangi bir endüstriyel proseste verimli sonuçlar almak için SMED sistemine başvurmaya teşvik edecektir.

Endüstride kullanılan kalıplara baktığımızda, genelde presleyerek yüksek ısı ve basınçta parçalara şekil vermesine yardımcı olmaktadır. Bu kalıpların kullanılması esnasında tezgahdaki kalıp değiştirme süreleri de üreticiler için fark edilmeyen veya üzerinde fazlaca durulmayan bir maliyet teşkil etmektedir. Ohno (2015) Toyota’da yapmış olduğu yalın çalışmalarda fark etmiştir ki kısa süren kalıp değişiminin parti büyüklüğünü düşürecek ve bitmiş ürün stokunu azaltacaktır. Ohno, kalıp değişimini basite indirgeyen teknikler geliştirmiştir. SMED tekniği ise Shigeo Shingo (1985: 26-30) tarafından geliştirilmiştir. Bu sayede kalıp değişimi için uzman gereksinimi ortadan kalkmış ve kitle üretiminin büyük miktarda bitmiş ürün stoku bulundurma gerekliliğine gerek kalmamıştır.

Shigeo Shingo ilk olarak Toyota da hayata geçirdiği sistem ile 1950’lerde stoksuz üretim için birincil koşul olan, makinaların hazırlık süresinin kısaltılması olduğunu yalın düşünce felsefesine de paralel olarak görmüş ve kendi geliştirdiği yöntemle Toyota harici danışmanlık yaptığı diğer onlarca şirkette kendi iddia ettiği gibi hazırlık sürelerini, hem de çok kısa bir zaman dilimi içinde radikal olarak indirmeyi başarmıştır. Böylece herhangi bir makina, bir parçadan değişik başka bir parçaya birkaç dakikada geçebilecek duruma gelmiş, makinalar inanılmaz bir esneklik kazanarak, stoksuz üretime uygun hale gelmişlerdir.

SMED sistemi, yalnızca bir yalın üretim tekniği değildir. Shingo (1985)’ nun da ifade ettiği gibi tamamen üretimin kendisi üzerinde yeni bir düşünce sistemidir. SMED sistemi bazı Japon endüstrilerinde çok gelişmiştir ve tüm dünyaya yayılmaya başlamıştır. Fransa’da Citroën İsviçre’de H. Weidmann şirketi SMED’i tatmin edici verimlilik gelişmeleri için kullanıyorlardı. Birçok ülkede pozitif sonuçlar; SMED’ in teorisi ve teknikleri anlaşıldıktan ve uygulandıktan sonra elde edilmiştir.

1987 yılında, General Motors tesislerinde bir otomobil 31 saatte monte edilirken, Toyota'da bir otomobilin montajı 16 saatte yapıyorlardı. Üstelik hata oranı da üçte ikiden azdı. General Motors'da her yüz otomobilde 145 hata ortaya çıkarken, Toyota'da hata sayısı 45'tir. Makine hazırlık sürelerini bu ölçüde kısaltmak için temel ilkeler vardır (Shingeo, 1985:29). Bunlar:

- 1) SMED'in uygulanmasında en önemi adım daha başlangıçta iç ayarlar ile dış ayarların yani; bir kalıptan diğer bir kalıba geçiş sürecinde, makine durduğu zaman yapılan işlerle, makine çalışırken yapılan işleri saptayıp bunları birbirinden ayırmak ve mümkün olduğunca çok işi makine çalışırken gerçekleştirmeye yönelmektir. Bu yolla zamandan %30–50 arasında tasarruf sağlanabilmektedir.
- 2) Rulmanlı tablalar kullanmak. Kalıp değiştirmede hem bir önceki kalıbın çıkarıldıktan sonra üzerine hemen yerleşeceği, hem de aynı anda bir sonraki kalıbı taşıyan ve yerine takılmasını kolaylaştıran rulmanlı tablalar kullanılabilir. Bu tablalar bir kalıptan ötekine geçiş süresini kısaltacaktır.
- 3) İş geçişleri arasında standartlaşmaya gitmek. Kalıp bağlama sırasında makineyi ayarlama gereğini önlemek de zaman tasarrufu sağlayacaktır. Bunun için bağlama sürecinde kullanılan kalıp ve makine bölümlerinde standartlaşmaya gitmek önemlidir. Örneğin, kalıpların makineye bağlantı kısımları standart hale getirilirse (yani aynı boyut ve şekilde olursa), kalıplar bağlanırken aynı bağlayıcılar ve takımlar kullanılabilir. Böylece standartlaşan kalıp değiştirme işi daha az süre tutacaktır.
- 4) Kalıp değiştirme süresinin %50 kadarı, bir kalıp takıldıktan sonra yapılan ayarlama ve deneme çalışmalarıyla harcanır. Oysa bu zaman kaybı, kalıbın ilk anda tam gerektiği şekilde yerine oturması sağlarsa, kendiliğinden önlenmiş olacaktır.
- 5) Fabrika içi yerleşim düzenini yeniden ayarlamak, 5S uygulamak. Kalıpları, makinelerden uzak depolarda saklamak, taşıma ile vakit kaybedilmesine yol açar. Bunun çaresi gene yalın tekniklerden olan 5S'in fabrika içi

uygulamasını yapmak ve sık kullanılan kalıpları makinelerin hemen yanlarında tutmaktır.



3. UYGULAMA

Kuruluşlar arasındaki rekabetin giderek arttığı, müşteri taleplerinin hızla değiştiği günümüzde, firmalar varlıklarını devam ettirebilmek için yeni proses iyileştirme biçimleri ve yeni teknikleri kullanmaya başlamışlardır. Tez çalışmasının uygulama safhasında üretim yapan 3 imalatçı fabrikada işletmelerin üretim süreçlerindeki kayıp ve israf kaynaklarının tespitinde, Tablo 3.1’de belirtilen yalın tekniklerinin uygulamaları yapılmıştır.



Tablo 3.1 Uygulama Çalışması Özet Tablo

<i>FAALİYETLER</i>	<i>Valiz-Çanta Üretim Fabrikası</i>	<i>Mobilya (Yatak-Baza) Üretim Fabrikası</i>	<i>Plastik Bidon ve Kova Üretim Fabrikası</i>
YALIN DEĞERLENDİRME (Mevcut Durum Analizi)	X	X	X
DEĞER AKIŞ HARİTALAMA	X	X	X
YENİ FABRİKA DÜZENİ (LAY-OUT)	X		
SMED			X
BECERİ MATRİSİ	X	X	X
KÖK NEDEN ANALİZİ-5 NEDEN TEKNİĞİ			X
ECRS / KATMA DEĞER ANALİZİ		X	
5S	X	X	X
TOPLAM EKİPMAN ETKİNLİĞİ (OEE)	X		X
KAİZEN (Küçük Adımlarla Sürekli İyileştirme)	X	X	X
PROSES BİRLEŞTİRME&HAT DENGELEME		X	

Uygulama esnasında, fabrikalarda üretilen ürünlerin üretim hatları içerisinde kapıdan - kapıya üretim akışının analiz edilebilmesi için değer akış haritalama analizleri yapılmıştır. Yapılan değer akış haritalama çalışmalarında mevcut durum ve gelecek durum haritasının oluşturulabilmesi için hangi verilerin gerekli olduğu tespit edilmiş ve sayısal verilerin elde edilebilmesi için gerekli bilgilerin kayıt altına alınması sağlanmıştır. Mevcut ve gelecek durum haritasında kullanılan veriler gerek çalışma ekibi gerekse araştırmacı tarafından kayıt altına alınarak aşağıdaki yöntemlerle hesaplanmıştır.

Mevcut ve gelecek durum haritasında kullanılan bilgi kutularında;

- Çevrim süreleri için ölçüm yapılırken, hattın başlangıç noktasından bir parçanın geçmesi ile başlayıp bir sonraki parçanın aynı noktaya ulaşması anına kadar geçen süre olarak belirlenmiştir. Kısaca hattan ne kadarlık bir zaman dilimi içerisinde (saniye, dakika, vs.) bir parça çıktığı ölçülmüştür.
- Her bölümde ürünün üretilmesinde görev yapan operatörler tespit edilerek sayıları kaydedilmiştir.
- Makinelerin kullanım oranlarının hesaplanabilmesi için işlem (operasyon) süreleri, planlı üretim süresine bölünerek hesaplanmıştır.

Makine Kullanım Oranı = Operasyon Süresi / Planlı Üretim Süresi

- Kalıp değiştirme süresi (C/O), bir ürünün üretiminden diğerine geçişte gerekli olan süre, ürün dönüşümü için harcanan süreyi ifade etmektedir.

Stok miktarlarının belirlenmesinde;

- Hammadde depo alanında beklemekte olan hammadde miktarları hesaplanmıştır.
- Bölümler arasındaki yarı mamul halinde bekleyen ara stoklar gün içerisinde sabah saat 09:00'da sayılarak belirlenmiştir.
- Ürün depo alanında sevkiyat yapılmasını bekleyen bitmiş ürün miktarları, depo görevlisi ile sayılarak belirlenmiştir.

Mevcut durum ve gelecek durum değer akış haritalarında haritanın sağ alt tarafında bulunan toplam proses çevrim süresi hesaplanırken, tüm akış boyunca belirlenen stok miktarlarının zaman cinsinden değeri alınarak proses süreleri zamansal (saniye, saat, gün vs.) olarak ifade edilmiştir. Ara stok miktarları zamana çevrilirken önündeki stok miktarı ile ait olduğu prosese ait çevrim süreleri çarpılarak altındaki kutucuğa yazılmıştır.

Böylelikle tüm ara stoklar zamana çevrilerek en sonunda toplanmış ve toplam proses süresi hesaplanmıştır.

Proses çevrim verimliliği; hammaddenin girişinden sevkiyata kadar olan süreçte kat ettiği yoldaki toplam verimliliğidir ve tüm akıştaki çevrim sürelerinin toplanıp, toplam proses süresine bölünmesi ile bulunur. Yüzde ile ifade edilir.

3.1. Valiz-Çanta Üretim Fabrikası

Firma sahibinin 2011 yılında Çin'den kesin dönüş yapması ile birlikte Muş Eski Tekel İdari depolarında 2.000 m² alanda 2012 yılında valiz üretimine başlamıştır. Küçük, orta ve büyük boy olmak üzere set halinde ve 5 farklı renkte üretim yapmaktadır. Firmanın pazarı bölgesel yakınlıklar ve rekabet avantajından dolayı daha çok Doğu ve Güneydoğu illeri ile Doğu Karadeniz bölgesidir.

Fabrika Bilgileri

Kapalı Alan: 2.000 m²

Çalışan Sayısı: 45

Çalışma Düzeni: Tek Vardiya , 08:30-17:30

Fabrika sipariş üzerine çalışmaktadır. Üretimin %95 'ı Muş dışına yapılmakta, kalan %5'lik üretim ise Muş'taki mobilya ve tekstil sektöründeki perakendecilere verilmektedir.

Ürün ailesi seçimi:

Firmada yapılan değer akışı haritalandırma çalışması için belirlenen ürün ailesi, firmada üretimi tek olarak yapılan valiz üretimi üzerinedir.

3.1.1. Mevcut Durum Haritası

Fabrikada valiz imalatı için makinalarda ölçümler yapılmış, ara stokları incelenmiş ve sipariş verileri göz önünde bulundurularak mevcut durum haritası çizmek için gerekli veriler elde edilmiştir. İmalat proseslerine ve sevkiyata haftalık çizelge gönderilmektedir. Firma hem bayilerden aylık olarak gelen talepler hem de satış pazarlama bölümünden gelen siparişler doğrultusunda ana tedarikçiye aylık tahmini siparişleri ve 30 günlük kesinleşmiş siparişleri göndermektedir.

Valiz üretimi için mevcut durum haritasının oluşturulabilmesi amacıyla işletmede ürünün üretilmesi için takip ettiği yol birebir incelenerek kaydedilmiştir. Verilerin elde edilmesi sürecinde gözlem, gerekli kayıtların tutulması ve ölçümlerin yapılması, gerektiğinde çalışanlarla doğrudan sözlü görüşme yapılmıştır. Üretim sürecine yönelik diğer veriler aşağıda verilmiştir.

a. Müşteri istekleri

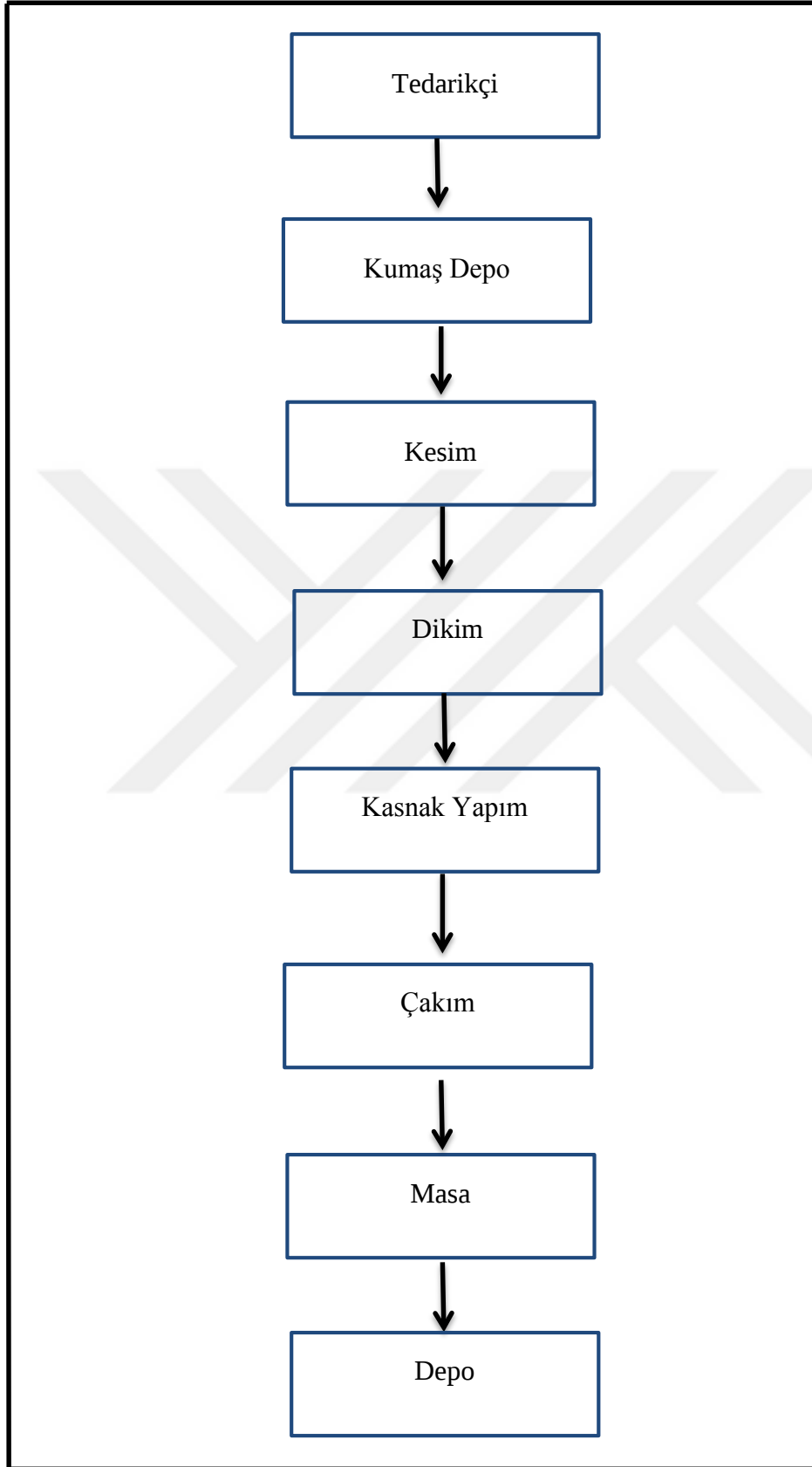
Seçilen ürün ailesinin haftalık müşteri talebi 4.000 adet/haftadır. Ürünlerin belirlenen zamanda müşteride olacak şekilde firmanın kendi orta büyüklükteki kamyonu ve uzun mesafeler için ise tırlar ile şehirlere sevk edilmektedir.

b. Çalışma süreleri

- Fabrika ayda 20 gün çalışmaktadır.
- Tüm üretim birimleri tek vardiya çalışmaktadır.
- Vardiya 9 saattir.
- Vardiyada 60 dakika yemek arası ve 15'er dakika öğleden önce ve sonra olmak üzere 30 dakika servis molası verilmektedir.

c. Üretim Prosesi

İşletme ana tedarikçi olarak Çin'deki bağlantılarını kullanarak, Çin'den ayda bir kez kesinleşmiş hammadde temin etmektedir. Aksesuar ve yardımcı malzeme satın alma işlemi de aynı şekilde Çin'den olup valiz ayaklıklarını firma fabrikanın 2.katında kendisi imal ise etmektedir. Valiz imalatının fabrikadaki iş akış şeması aşağıdaki Şekil 3.1'de gösterildiği gibidir.



Şekil 3.1 Valiz İmalatı Fabrika İş Akış Şeması

d. Proses Bilgileri

- 1. Kesim (Kumaş pastal kesme):** Tedarikçiden gelen rulo halindeki kumaşlar lotlar halinde kesilir

Vardiya Sayısı: 1 vardiya

Vardiyada Çalışan Kişi Sayısı: 3 kişi

Kalıp Değiştirme Süresi (C/O): Yok

Çevrim Süresi: 20 sn.

Fire Oranı: 1%

- 2. Dikim:** Valiz dış cephesi üretiminin gerçekleştirildiği yer

Vardiya Sayısı: 1 vardiya

Vardiyada Çalışan Sayısı: 19 kişi

Çevrim Süresi: 36 sn.

Kalıp Değiştirme Süresi (C/O): 4 dk.

Fire Oranı: 8%

- 3. Kasnaklama:** Valiz iskeletinin hazırlandığı yer

Vardiya Sayısı: 1 vardiya

Vardiyada Çalışan Sayısı: 1 kişi

Çevrim Süresi: 36 sn.

Kalıp Değiştirme Süresi (C/O): 15 dk.

Makine Kullanım Oranı (Uptime): %87

Fire Oranı: 4%

- 4. Çakım:** Valiz ayakları ve kulpların kasnağa monte edildiği yer

Vardiya Sayısı: 1 vardiya

Vardiyada Çalışan Sayısı: 2 kişi

Çevrim Süresi: 23 sn.

Fire Oranı: 0%

- 5. Masa:** Valiz temizleme ve toplama alanı

Vardiya Sayısı:1 vardiya

Vardiyada Çalışan Sayısı: 3 kişi

Çevrim Süresi: 20 sn.

Fire Oranı: 0%

6. Depo: Bitmiş ürünlerin sevkiyat öncesi bekleme alanı.

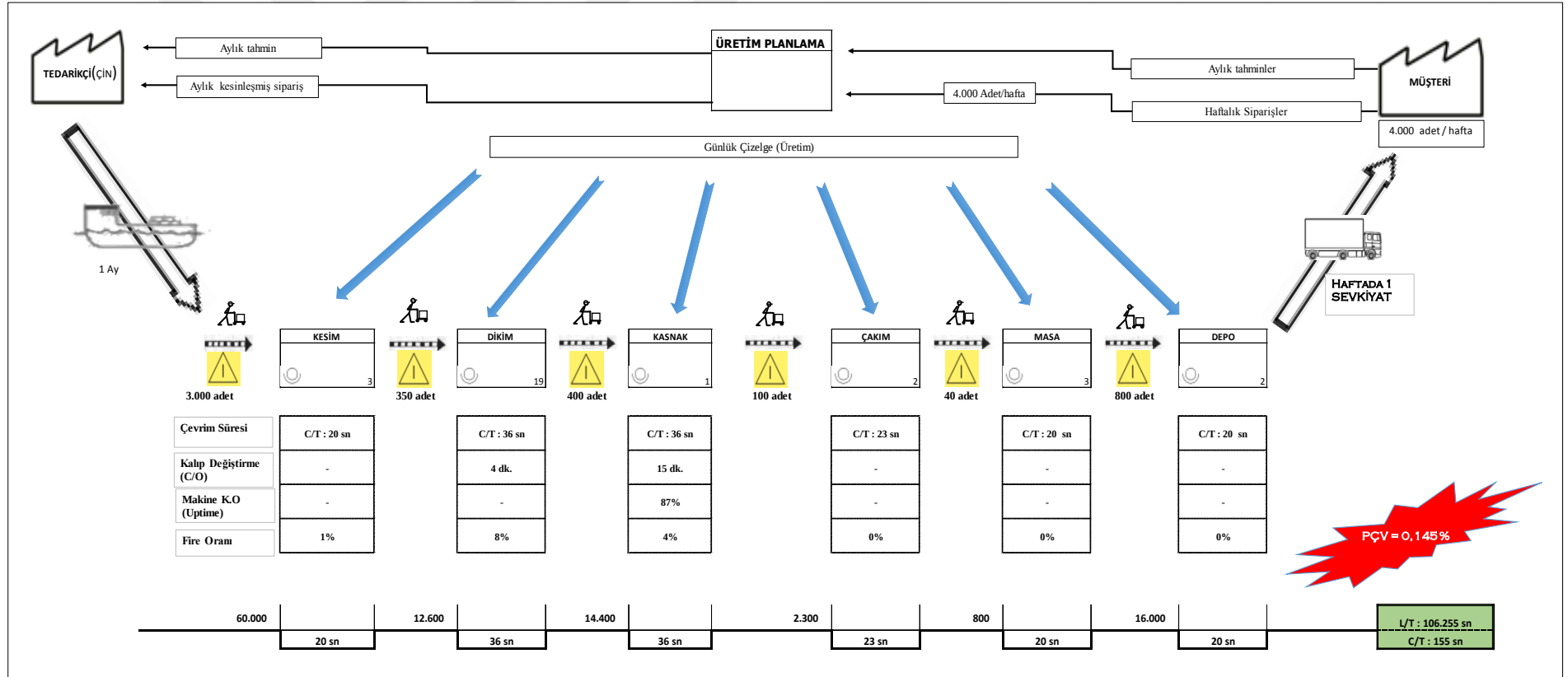
Ürün depo alanında 2 operatör çalışmaktadır.

Gözlenen depo miktarı 800 adettir.

Mevcut durum değer akış haritasının çizilmesinde öncelikle valiz üretim süreci analiz edilmiştir. Fabrika yapılan gözlem ve toplanan veriler ışığında Valiz İmalatı Fabrikası için Mevcut Durum Değer Akış Haritası Şekil 3.2’de çizilmiştir.

Üretim sürecinin olumsuzlaşmaması için öncelikli olarak üretim

Şekil 3.2 Valiz İmalatı-Mevcut Durum Haritası



4.1.2. Gelecek Durum Değer Akış Haritası

Mevcut durum haritasının oluşturulmasından sonraki aşama gelecek durum haritasının oluşturulmasıdır. Değer akışı haritalama, akışı oluşturmak için işletmelerin nasıl çalışması gerektiğini çok detaylı bir şekilde tanımlamamızı sağlayan nitel bir araçtır. İşletmede valiz üretimi için yapılan değer akışında üretim sürecinde çok fazla israf kaynağı olduğu belirlenmiştir. Proses çevrim verimliliğine baktığımızda üretimdeki her 1.000 dakikanın sadece 1,5 dakikası 1 adet valiz üretmek için yapılan katma değerli iş olarak karşımıza çıkmaktadır. Şekil 3.2’de de görülen mevcut durum değer akış haritası incelendikten sonra, tespit edilen israflar ve yapılacak iyileştirme çalışmaları gelecek durum değer akış haritasında ortadan kaldırılmaya çalışılmıştır. Her imalat süreci için yapılması gerekli görülen iyileştirme çalışmaları kaizen flaşları içerisinde imalat süreçlerinin yer aldığı semboller üzerine yerleştirilmiştir.

TAKT Zamanı Hesabı

Yalın üretimin temel prensibi, gerekli parçaların gereken miktarlarda ve gerektikleri zamanda üretilmesidir. Bu prensibi yerine getirebilmek için takt zamanının bilinmesi gerekmektedir. Womack (1990), takt zamanını satış hızına bağlı olarak müşteri ihtiyacını karşılamak için bir ürünün üretileceği zaman aralığı olarak tanımlamıştır. Firmanın hedefleri doğrultusunda gelecek durum ile ilgili öngöründe bulunmak ve gelecek durum değer akış haritasının çizilebilmesi için takt zamanı bilinmelidir. Takt zamanı yapılan üretim veya verilen hizmetin hızını müşteri talebi ile ilişkilendirmeye yarayan bir ölçüttür. Türkçe karşılığı tempo olup bu tempo yalın sistem için müşterinin satın alma temposudur. İşletmede yapılan takt hesabı Tablo 3.2’de gösterilmiştir.

Tablo 3.2 Valiz İmalatı İçin Takt Zamanı Hesabı

TAKT ZAMANI HESABI		
Günlük Talep Hesabı	Talep edilen çanta adedi (adet/hafta)	4000
	Haftalık çalışma günü(gün)	5
	Günlük talep edilen miktar (adet)	800
Vardiyada Planlanan Çalışma	Dakika / Vardiya (dk.)	540
	Planlı duruşlar (yemek) (dk.)	60
	Çay Molaları (dk.)	30
	Net Zaman (dk.)	450
	Günlük talep edilen miktar (adet)	800
	Dakikada üretilmesi gereken talep (dk.)	0,56
	Takt Zamanı (sn.)	34

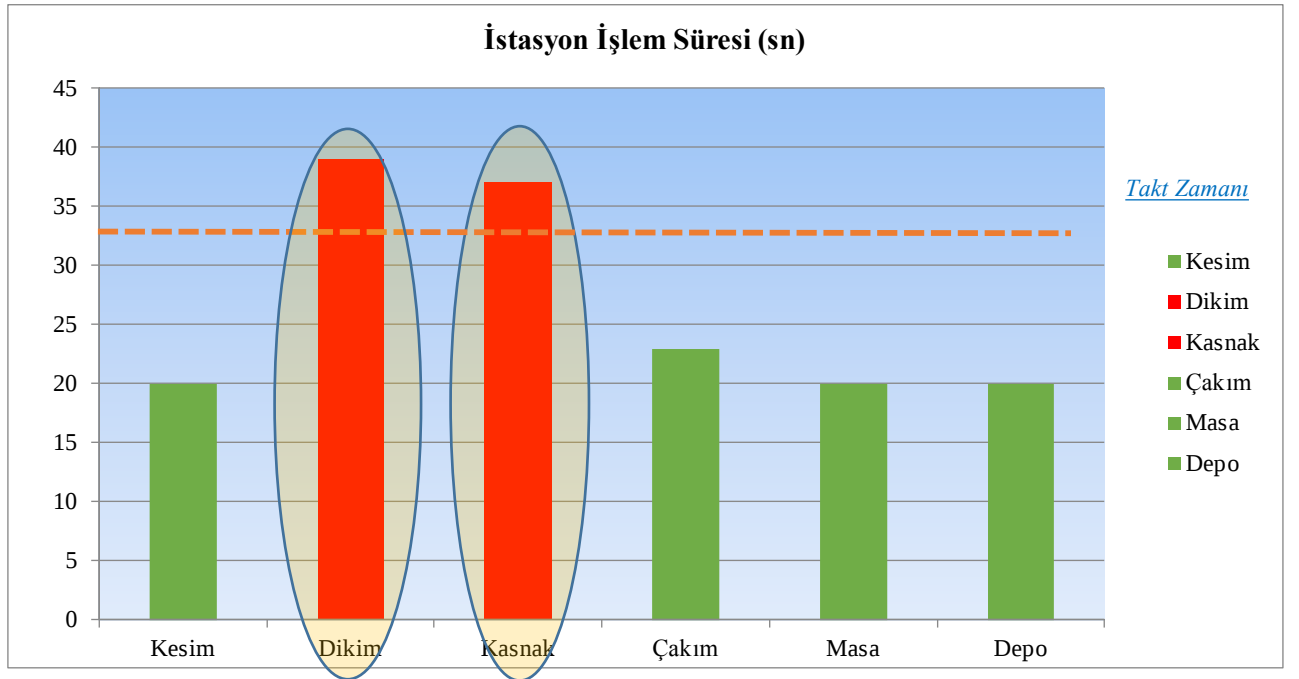
Takt zamanı vardiya başına kullanılabilir ve çalışma süresinin (saniye) vardiya başına müşteri talebine (adet) bölünmesi ile hesaplanır.

$$Takt\ Zamanı = \frac{Kullanılabilir\ Net\ Zaman}{Müşteri\ Talebi}$$

Tablo 3.2’te gösterilen takt hesabına göre işletme her 34 saniyede 1 çanta talebini karşılaması gerekmektedir. Bu durumda hat üzerinde yer alan her operasyonun bir adet valiz için 34 saniye veya daha kısa sürede tamamlanması gerekmektedir. Aşağıda Tablo 3.3’te fabrikadaki istasyonların her bir işlemi yapma süreleri verilmiş ve takt zamanına göre proses süreleri Grafik 3.1’de gösterilmiştir.

Tablo 3.3 Mevcut Durum Valiz İmalatı İstasyon İşlem Süreleri

<i>İŞLEM</i>	<i>İSTASYON İŞLEM SÜRESİ (SN)</i>
Kesim	20
Dikim	36
Kasnak	36
Çakım	23
Masa	20
Depo	20

**Grafik 3.1** Valiz İmalatı-Mevcut Durum İstasyon İşlem Süreleri ve Takt Zamanı

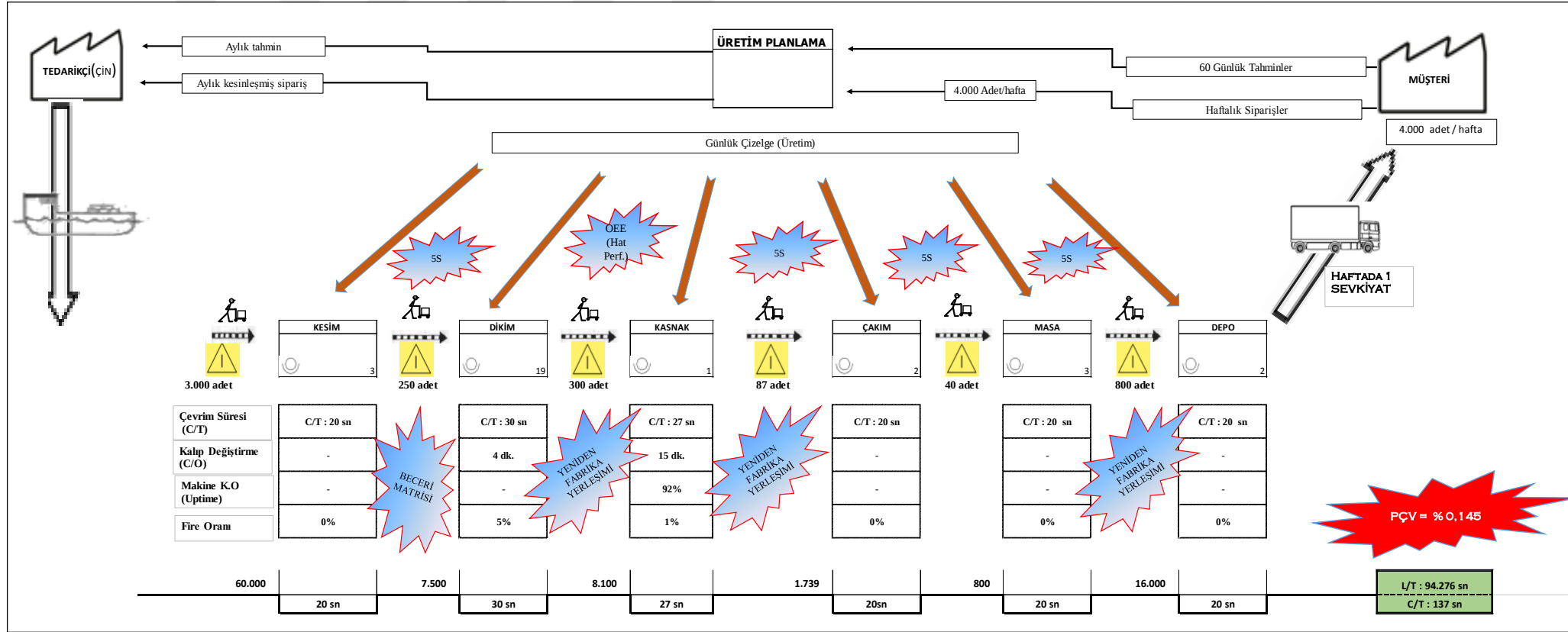
Üretim süreci içerisinde kasnak ve dikim bölümü hariç diğer istasyonlar 34 sn. nin altında üretim yaparken dikim bölümü 36 sn. ve kasnak bölümü 36 sn. ve ile takt zamanının üzerinde bir işlem süresine sahiptir. Takt zamanı referans alındığında bu değerler belirtilen istasyonda envanter birikmesinin ve katma değersiz işlerin fazla olduğunu göstermesi açısından önemlidir.

İşletmede mevcut durum değer akış haritasının çizilmesinden sonra üretim sürecinin yalınlaştırılması için gerekli iyileştirme çalışmaları gelecek durum haritasında kaizen flaşları ile gösterilmiş ve bu doğrultuda önerilen iyileştirme

alışmaları ile birlikte valiz imalatı için gelecek durum değeri akış haritası Şekil 3.3'te gösterilmiştir. Mevcut durum değeri akış haritasında dikkat çeken; yüksek stok seviyeleri, fazladan yürümler, iş kayıpları gibi etmenler gelecek durum değeri akış haritasında giderilmeye çalışılmıştır.



Şekil 3.3 Valiz İmalatı-Gelecek Durum Değer Akış Haritası

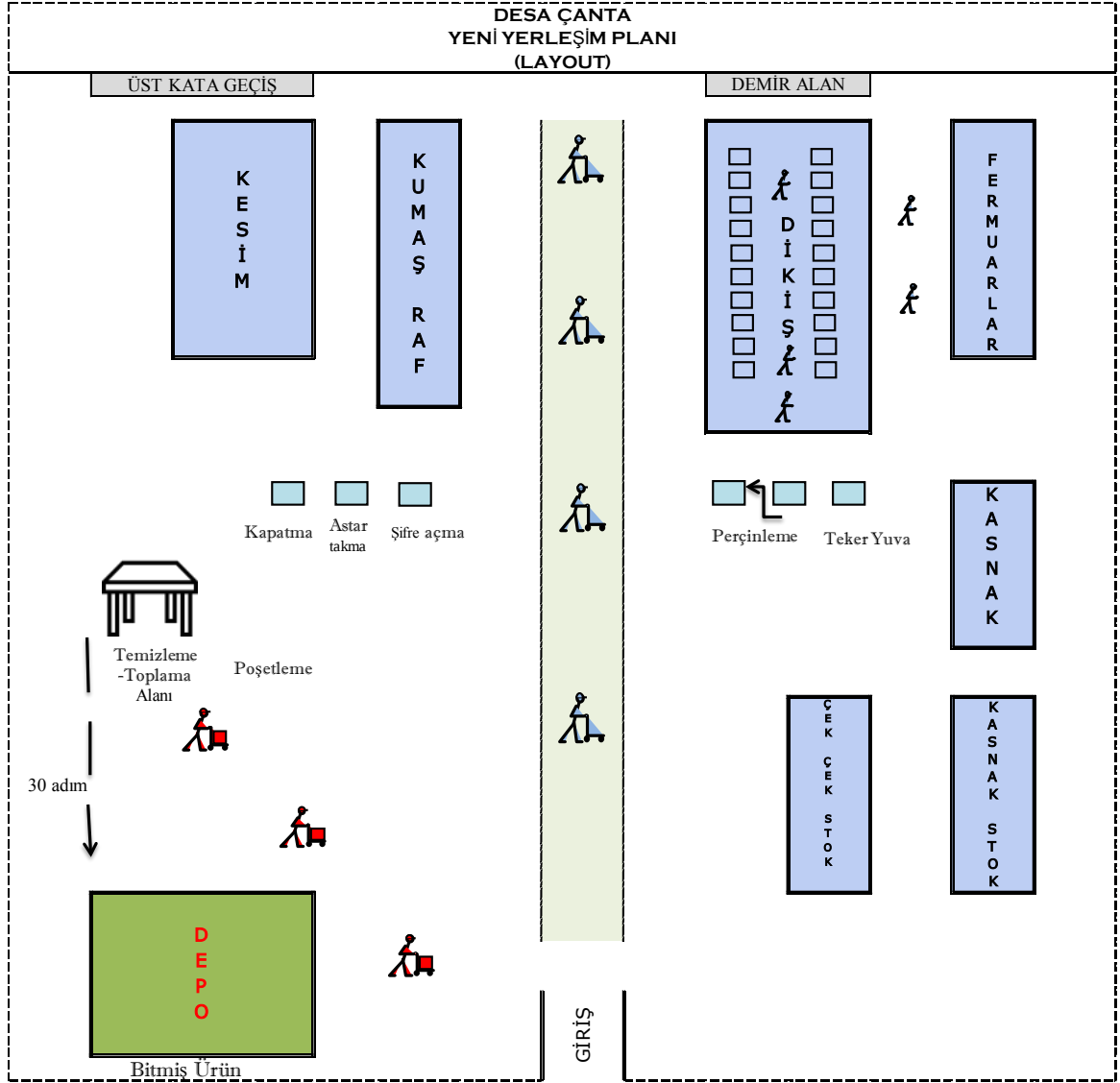


Valiz imalatı fabrikasının üretim süreçleri incelendiğinde akış içerisinde verimsizlikler mevcuttur. Bunun nedenleri arasında fabrika içi yürüme kayıpları ve yerleşimin akışa göre düzenlenmemiş olması birincil nedenlerdir. Oluşturulan gelecek durum haritası ile değer katmayan ve israf olarak adlandırılan bu faaliyetlerin ortadan kaldırılması yada en aza indirilmesi amaçlanmıştır. Gelecek durumda toplam işlem çevrim süresi ise 155 saniyeden 137 saniyeye inmektedir. Böylece işlem süresinde de %12 oranında bir kazanç sağlanmış olacaktır. Valiz imalatı toplam proses süresinde %11'lik azalma göstererek 94.276 saniyeye(1.09 gün) inmiş olacaktır.

4.1.3. İyileştirme Çalışmaları

Fabrika Yerleşim Planı Düzenlemesi

Sahada yapılan incelemeler sonucunda fabrikada yerleşim düzeni akışa göre yapılmadığından gereksiz taşıma ve yürümeden kaynaklı ciddi kayıplar mevcuttur. Bu yüzden fabrika yerleşim düzeni akışa göre yeniden planlanması gerekmektedir. Yalın üretimde malzeme taşıma işlemi çok önemlidir; çünkü yalın üretim hem insan hem de malzeme hareketlerinin azaltılması, malzeme taşıma kayıplarının en aza indirgenmesi ve istasyonlar arasındaki stoklardan kaçınmak için esnek düzenlemeyi gerektirir. Bu yüzden gelecek durum haritasında fabrika içi yerleşimin akışa göre düzenlendiği ve böylelikle yürüme mesafelerinin en aza indirildiği yeni fabrika yerleşim planı Şekil 3.4'de oluşturulmuştur.



Şekil 3.4 Valiz İmalatı Gelecek Durum Fabrika Yerleşim Planı

Yeni yerleşim ile beraber firma çalışma ortamı ve fabrika içi yürüme yolları açılmış, sürekli akış sağlanmaya çalışılmıştır. Üretimde kullanılan yardımcı malzemeler olan ham kasnak ve çek-çek stok alanı, kasnak üretiminin yapıldığı bölümün karşısında oluşturulmuştur. Böylelikle üretimde gereksiz yürümeler, enerji ve zaman kayıpları azaltılmıştır. Aynı şekilde mevcut duruma göre temizleme ve toplama alanından sonra, biten ürünler bir süre yarı mamul stok alanı olarak ayrılan yerde bekletilmekte ve oradan tekrar başka bir stok alanına taşınmaktadır. Burada da fazladan yürüme kayıpları, fabrika içi karışıklık ve zaman kayıpları gözlenmiştir. Tüm bunlar yeni yerleşim planı ile asgari düzeye indirgenmeye çalışılmış ve

firmanın mevcut durumdaki yerleşim planı ve iyileştirme sonrası kazancın gösterildiği önce-sonra Kaizen formu Şekil 3.5’te verilmiştir.

TARİH:	Ara.16	İYİLEŞTİRME EKİBİ:	Mustafa Avcı, Barış Ongür, Haşim Dinçer	TESİS:	VALİZ İMALATI	İYİLEŞTİRME NO:	KZİ.0001
ÖNCE				SONRA			
DESA ÇANTA MEVCUT YERLEŞİM PLANI (LAYOUT)				DESA ÇANTA YENİ YERLEŞİM PLANI (LAYOUT)			
Problem: Bitmiş ürün depo alanı temizleme depo alanının yanında değildi, karşısındaydı. Bitmiş ürünler 60 adımda yürünerek karşı tarafa konuyordu. Alanlar yürüme yollarını kapatıyordu. Yürüme zorlukları yaşıyordu. Kasnak çakım ünitesi ile kasnak ve çekçek stok alanları arasında fazladan yürümeler mevcut.				Cözüm: Bitmiş ürün depo alanı temizleme depo alanının yanına alındı, yürüme kayıpları ortadan kaldırıldı. Yürüme yolları açıldı. Yerleşim planı tamamen değiştirildi. Kazanım : 130 adım yürüme (85 m) ortadan kaldırıldı. Malzemenin kaldırılıp indirilmesi ile beraber toplamda 5 dakikalık bir işlem kazancı sağlandı. Buna göre aylık işletme kazancı 5.580 TL olarak hesaplanmıştır. (4 Asgari ücretlinin maaşı)			

Şekil 3.5 Fabrika Yerleşim Planı- Önce ve Sonra Kaizen 1

Firmanın yeni fabrika yerleşim düzenine geçmesi ile birlikte elde edeceği kazanç hesabı şöyledir; günde 450 dakika net çalışma süresine sahip firma mevcut durumda günde 800 adet valiz üretmekte 5 dakikalık süre içinde ise 9 valiz üretimi gerçekleştirmektedir. Böylelikle günde ilave 9 adet valiz üretimi yapılabilecektir. Firma sahibinden alınan bilgiye göre 1 valiz setinin maliyeti 93 TL’dir (1 valiz seti 3

adet valiz içermektedir). Bu durumda 1 adet valiz ortalama 31 TL. maliyet ile üretilmekte yeni yerleşimle beraber elde edilecek 9 adet valizde günde 279 TL'lik kazanç sağlanabilecektir. Haftada 5 günlük mesai yapıldığından dolayı haftada 1.395 TL. ayda ise toplamda 5.580 TL. 'lik kazanç sağlanabileceği rahatlıkla görülmektedir.

Kasnak İşleme Bölümü İçin Hat Performansı ve Toplam Ekipman Etkinliği (OEE) Analizi

Toplam ekipman etkinliği (TEE); işletmede kullanılan ekipmanların verimliliğini tespit etmek için kullanılan ve Nakajima tarafından 1980'lerde yalın uygulamalarda başlatılan bir ölçüt olarak ifade edilmektedir (Muchiri ve Pintelon, 2008). Ülkemizde verimli bakım uygulayan şirketler tarafından "Overall Equipment Effectiveness" tabirinin kısaltma harfleri olarak "OEE" harfleri kullanılmaktadır. Esasen yalın üretim uygulamaları ve toplam verimli bakım uygulamalarının başarılı bir şekilde uygulanmasında Toplam Ekipman Etkinliği, makine ve tesislerin hangi etkinlikte kullanıldığını ölçmesi bakımında yalın üretim uygulamalarının başarısında kilit rol oynayan önemli bir parametredir.

Muchiri ve Pintelon'a göre, (2008: 8-12) OEE'nin 3 ana bileşeni bulunmaktadır. Bunlar; Kullanılabilirlik Oranı (Availability), Çalışma Verimi (Performance) ve Kalite Oranı (Quality).

Kullanılabilirlik; bir makinenin gerçekleşen çalışma süresi ile planlanan çalışma süresi arasındaki ilişkiyi gösterir. Üretim zamanının net üretim zamanına oranıdır. Burada üretim zamanı işletmenin çalışma zamanından planlı duruşların çıkartılması ile elde edilen değerdir. Net üretim zamanı ise üretim zamanından plansız duruşların çıkartılması ile elde edilir. Hesaplamalar yapılırken planlı duruş olarak alınan duruşlar; dinlenme molaları ve planlı bakım süreleridir. Plansız duruş olarak ise arıza, ayar değişikliği, takım değiştirme ve makine ayarları alınmıştır.

Kullanılabilirlik (Availability) = Operasyon Süresi / Planlı Üretim Süresi

Performans; bir makinenin belli bir zaman diliminde gerçekleştirdiği üretim ile gerçekleştirebileceği teorik üretim miktarı arasındaki ilişkidir. Makinenin verilen süre içerisindeki üretim miktarıyla, maksimum üretim kapasitesi miktarına oranı hesaplanarak bulunur. Performans seviyesini etkileyen kayıplar; hız kayıpları ve küçük duruşlardır. Hız kayıpları makinelerin çeşitli nedenlerle tasarlandıkları üretim hızlarının altında çalıştırılmasıdır.

$$\text{Performans} = \text{Toplam Üretilen Parça} / (\text{İdeal Döngü Zamanı(dk.)} * \text{Operasyon Süresi})$$

Kalite oranı; makinede üretim esnasında ortaya çıkan ıskarta veya kusurlu ürünler, o makinenin verimliliğini etkileyen kayıplardandır. Kalite oranı kusursuz ürün miktarının toplam üretim miktarına oranıdır. OEE'nin hatalı parça ve yeniden işleme kayıplarından etkilenen çarpanıdır. Hatalı parça ve yeniden işleme, zaman, işgücü ve enerji kaybı olarak karşımıza çıkar.

$$\text{Kalite} = \text{İyi Parça Miktarı} / \text{Toplam Parça Miktarı}$$

OEE Hesaplanması; kullanılabilirlik seviyesi, performans seviyesi ve kalite seviyesinin çarpımından oluşur.

$$OEE = \text{Kullanılabilirlik} \times \text{Performans} \times \text{Kalite}$$

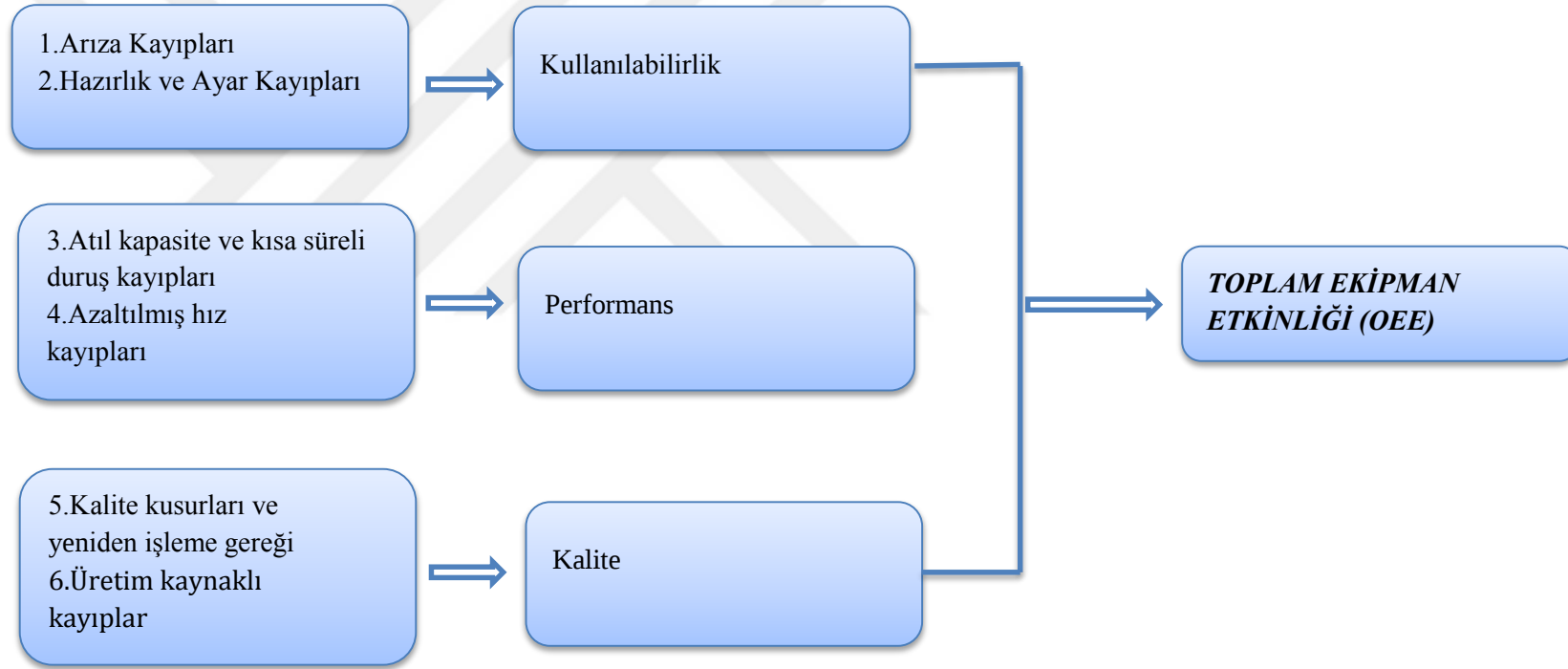
OEE çalışmasının temel amacı altı büyük kaybın ortadan kaldırılarak tesis ve makine etkinliklerinin artırılmasıdır. Bu kayıplar şunlardır (Shiroze, 1992: 48);

- Arıza kayıpları,
- Hazırlık ve ayar kayıpları,
- Atıl kapasite ve kısa süreli duruş kayıpları,
- Azaltılmış hız kayıpları,
- Kalite hataları ve yeniden işleme gereği,
- Yol verme ve üretim kayıpları (makinenin çalıştırıldığı andan istikrarlı üretim düzeyine ulaşmaya kadar geçen süre içindeki üretim kayıpları)

Bu altı büyük kayıp, üretimde verimlilik düşüşünün en önemli kaynağıdır. OEE kullanılabilirlik, çalışma verimi ve kalite olarak tanımlanan üç çarpan tarafından belirlenen ve yüzde olarak ifade edilen bir kavramdır. Shiroze (1992: 48)

bu altı büyük kayıp ile OEE çarpanları olan kullanılabilirlik, çalışma verimi ve kalitenin ilişkisini Şekil 3.6'daki gibi ortaya koymuştur.





Şekil 3.6: OEE Çarpanları ve Altı Büyük Kayıp Arasındaki İlişki

Kaynak: (Shiroze, 1992: 48)

Çanta firmasında takt zamanı üzerinde proses süresine sahip olan kasnak bölümünde OEE hesaplamaları üzerine bir uygulama yapılmıştır. Uygulama çalışmasında duruş verilerinin üretim alanından toplanabilmesi için öncelikle *Vardiyalık Hat Performansı Raporu Formu* tasarlanmıştır. Formun üst bilgilerinde tarih, vardiya, işlem hattı adı ve operatör adı yer almaktadır. Operatör bu formlara gerçekleşen duruşun hangisi olduğu, başlangıç ve bitiş zamanlarını kaydetmektedir. Her 10 dakikalık duruş için operatörden “X” atılması istenmiş, 10 dakikanın altı duruşlar için ise duruş süresinin yazılması istenmiştir. Üretim esnasında ortaya çıkan fireler ise adet olarak kaydedilmiştir. Bu form yardımı ile elde edilen günlük planlı ve plansız duruşların süresi Tablo 3.4’de verilmiştir.

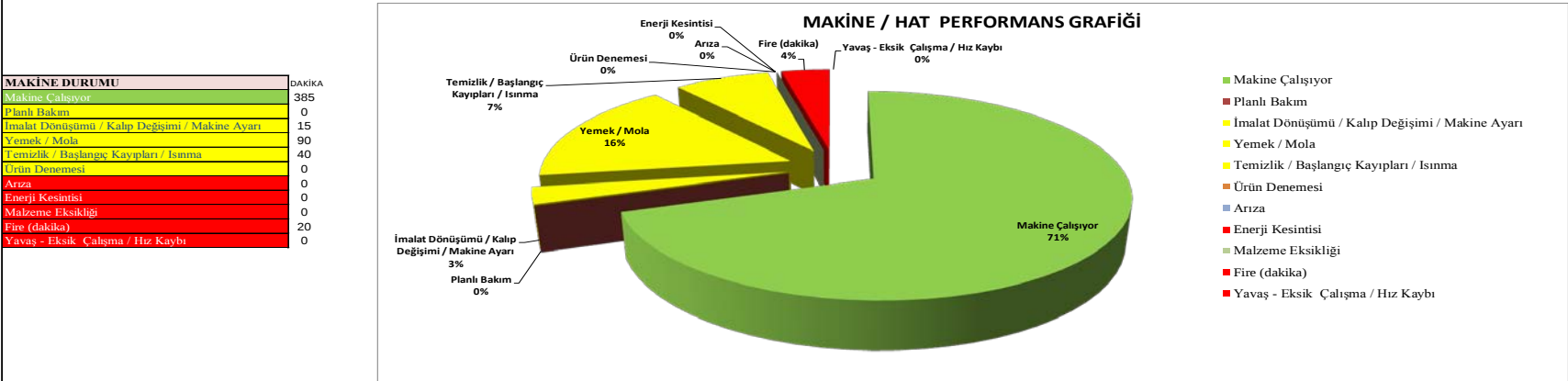
Tablo 3.4 Kasnak Bölümü Vardiyalık Hat Performans Raporu

[illegible]

AÇIKLAMALAR :

Not: 10 dk civarı için çarpı koymanız yeterlidir . 10 Dakika altı duruşları ilgili satıra ait kutuya dakikası ile yazılır.

Fire miktarı adet olarak belirtilmelidir.



Aynı zamanda kasnak bölümünden alınan veriler yardımı ile Tablo 3.5’de verilen günlük “OEE Hesaplama Cetveli” oluşturulmuş ve 5 gün boyunca bu form kullanılarak günlük OEE hesaplamaları yapılmıştır. Kaydedilen bu duruşlar ve Tablo 3.4’te yer alan günlük çalışma zamanları kullanılarak Tablo 3.6’de görülen kullanılabilirlik, performans ve kalite seviyesi ile beraber günlük ve haftalık OEE hesaplanmıştır. Hesaplamalarda kasnak bölümünden alınan 5 günlük veriler kullanılmıştır.

Tablo 3.5 OEE Hesaplama Cetveli

OEE HESAPLAMA CETVELİ			
<i>Toplam Ekipman Etkinliği</i>			
Fabrika Çanta-Valiz İmalatı			OEE 57,1%
Proses Kasnak Üretimi			
Makine Kasnak Bükme			
Tarih 5 Aralık 2016			

OEE VERİLER			
Vardiya Süresi (dk.) :	540		
Vardiya Sayısı	1		
Kısa Molalar (dk.)	15	Adet 2	Toplam : 30
Öğle Arası (dk.)	60	Adet 1	Toplam : 60
Plansız Duruşlar (dk.)	55		
İdeal Çevrim Süresi (adet/saat):	180		(adet/dk) : 3
Vardiyada Üretien Ürün (adet)	805		
Iskarta (adet)	34		

OEE DEĞİŞKENLERİ HESAPLAMA			
Planlı Üretim Süresi(dk.) :	450		
Opsasyon Süresi (dk.) :	395		
İyi Parça Miktarı (adet) :	771		

OEE ÇARPANLARI HESAPLAMA			
Kullanılabilirlik	88%	90,0%	
Performans	68%	95,0%	
Kalite	96%	99,9%	
Toplam OEE	57%	85,4%	

a
b
c
d
e
f
g
h

i = (a-(c+d))*b
j = i-(e*b)
k = g-h

l = j/i
m = g/(f*j)
n = k/g
o = l*m*n

OEE hesaplamalarında kullanılan formüller;

- Plansız duruşlar= Hat performansı formunda yer alan “Planlı bakım ve Yemek, Mola Süreleri” dışında kalan sürelerin toplamıdır.
- İdeal Çevrim Süresi= Bir parçayı üretebilmek için hattın ilk kurulduğu zamanda, makinenin birim sürede bir adet ürün üretmesi gerekli olan süredir.
- Planlı Üretim Süresi= Mesai Süresi – Molalar(Toplam)
- İşlem (Operasyon) Süresi= Planlı Üretim Süresi – Plansız Duruşlar
- İyi Parça Miktarı= Toplam Üretilen Parça – Fire
- Kullanılrlık (Availability) = Operasyon Süresi / Planlı Üretim Süresi
- Performans = Toplam Üretilen Parça / (İdeal Çevrim Süresi (dk.) × Operasyon Süresi)
- Kalite = İyi Parça Miktarı / Toplam Parça Miktarı

Tablo 3.6 05-09 Aralık 2016 Verileri ve Hesaplanan OEE Değerleri

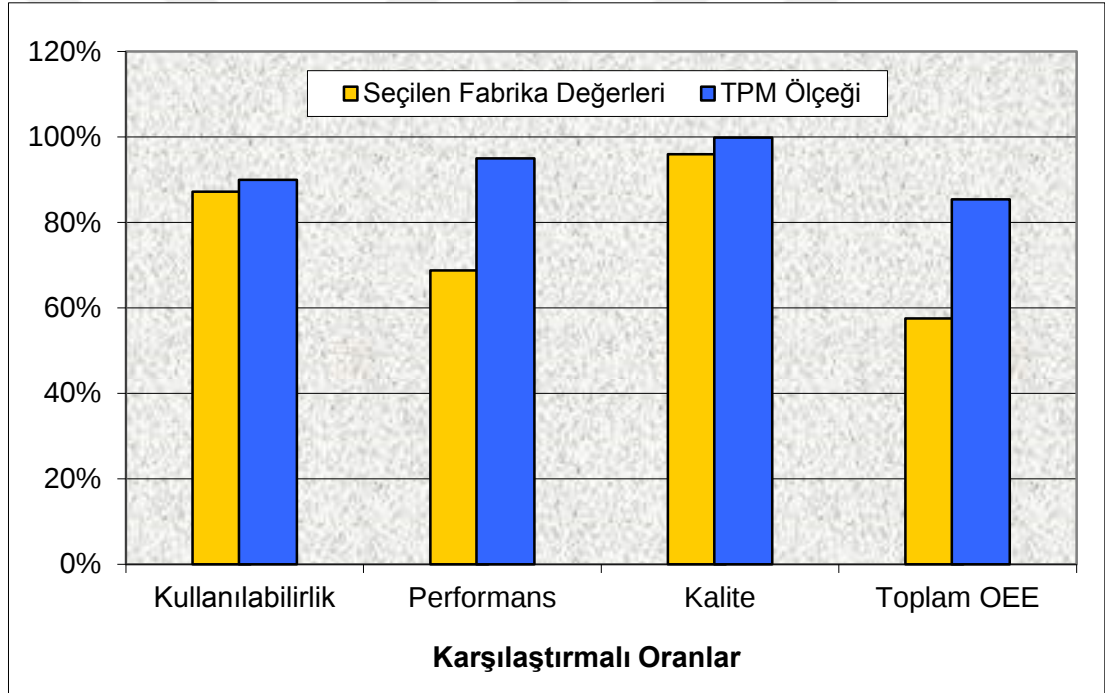
<i>05-09 Aralık 2016 Verileri ve Hesaplanan OEE Değerleri</i>						
Çalışılan Gün	5	6	7	8	9	Haftalık Ortalamalar
	<i>Aralık</i>	<i>Aralık</i>	<i>Aralık</i>	<i>Aralık</i>	<i>Aralık</i>	
Çalışma Zamanı (dk.)	540	540	540	540	540	
Planlı Duruşlar (dk.)	90	90	90	90	120	96
Plansız Duruşlar (dk.)	55	60	59	57	53	56,8
Üretilen Kasnak (adet)	805	785	815	825	765	799
Fire (adet)	34	35	33	31	29	32,4
İdeal Çevrim Süresi (adet/dk.)	3	3	3	3	3	3,0
Kullanılabilirlik Seviyesi (%)	0,88	0,87	0,87	0,87	0,87	0,87
Performance Seviyesi (%)	0,68	0,67	0,69	0,70	0,69	0,69
Kalite Seviyesi (%)	0,96	0,96	0,96	0,96	0,96	0,96
OEE (%)	0,57	0,56	0,58	0,59	0,58	0,58

Dünya genelinde yapılan araştırmalarda üretim işletmelerinde ortalama OEE değeri %60’tır. Hiçbir duruş ve fire olmadığında, maksimum üretim hızında %100’lük bir OEE değerine ulaşılabilir. Ancak bu tamamen teorik bir üst sınır olup, fabrikaların gerçek anlamda ulaşabildikleri değer aralığı ortalama %20-%70’dir (Kemahlı, 2012). Mükemmel olarak kabul edilen değerler ise; Kullanılabilirlik seviyesi: %90; Performans seviyesi: %95; Kalite seviyesi: %99’dur. Bu değerlerin çarpımı sonucu elde edilen OEE değeri ise %85 olur. Ancak TPM ödülü almış bütün fabrikalarda Toplam Ekipman Etkinliği %85 ‘in üzerindedir. İncelenen firmada kasnak hattına ait değerlerin %56-%59 aralığında değiştiği görülmektedir. Genel bir

değerlendirme yapılacak olursa ortalama %58 seviyesinde Toplam Ekipman Etkinliği gözlemlenmiştir.

Grafik 3.2’de Dünya’daki TPM ödülü almış olan firmaların ortalama proses OEE değerleri ile firmada incelemesini yaptığımız kasnak hattının haftalık ölçüm değerlerine göre hesapladığımız OEE değerlerinin karşılaştırmalı grafiği verilmiştir. İncelenen firmada seçilen hattın özellikle performans değerleri açısından mukayeseli olarak geride kaldığı açıkça görülmektedir.

Grafik 3.2 Dünya Ölçeğinde ve Çanta İmalatı Firma Bazında Karşılaştırmalı OEE Değerleri



Mevcut durumdaki OEE değerlerinin iyileştirilmesi ve etkinliğin artırılması için öncelikle Tablo 3.4’te sunulan ve sarı renk ile gruplandırılmış alandaki duruşların minimize edilmesi gerekmektedir.

Bu bağlamda yapılması gereken iyileştirmeler şunlardır;

- Öncelikle firmada verilen yemek ve ara mola süreleri çok fazladır. 9 saatlik vardiya süresi içerisinde 90 dakikalık (1,5 saat) bir süre molalara ayrılmıştır. Ara dinlenme süreleri 4857 sayılı İş Kanunu Md. 68/1. fıkrasında, işçinin o

günkü toplam çalışma saatine paralel olarak düzenlenmiştir. Buna göre; 7,5 saatten fazla süreli işlerde 1 saat olarak verilir. Bu hüküm gereği öğle arası 60 dakikadan 40 dakikaya, ara molalar ise 30 dakikadan 20 dakikaya düşürülmelidir. Böylelikle toplamda üretimde 30 dakikalık bir kazanç sağlanmış olacak ve makinedeki duruş süresi 30 dakika azaltılmış olacaktır.

- Tablo 3.4'te görüldüğü üzere kasnak hattının duruş zamanlarına baktığımızda “ısınma” dan kaynaklı özellikle 60 dakikalık öğlen arasından sonra 10 dakikalık ve saat 15:30'dan sonra verilen 10 dakikalık bir duruş kaybı yaşanmaktadır. Yeni durumda öğle arasını 40 dakikaya çektikten sonra bu sürede de makine duruşunu minimize etmek ve kayıpları azaltmak amacıyla yemek molalarını dönüşümlü yapmak (ortacı denilen personel ile rahatlıkla yapılabilir) ve makineyi soğutmaya bırakmadan aradaki ısınma kayıplarını da ortadan kaldırılması gerekmektedir. Böylelikle 20 dakikalık ısınma kaybı bertaraf edilmiş olacak ve makine 20 dakika daha fazla üretmeye devam edecektir.
- Son olarak Tablo 3.4'te kırmızı renk ile taranan alanların “0” a indirilmesi hedeflendiğinden buradaki mevcut durumda ortalama %4 olan fire kaybının da minimize edilmesi gerekmektedir. Fire oranı sıfırlandıkça OEE çarpanlarından biri olan kalite oranı da yükselecektir. Burada fireye sebebiyet veren durum kasnaklar, bükülme ve soğutulma işlemine geçmeden önce gereğinden fazla ısıtılmasından veya gereğinden az ısıtılmasından kaynaklanmaktadır. Burada çalışan operatörün bu konuda eğitilmesi ve bu hattında eksiksiz çalışabilmesi için beceri matrisi ile yedek bir operatörün yetiştirilmesi gerekmektedir. Böylelikle firmada fire oranının %80-90 oranında düşürülmesi hedeflenmektedir.

Yeni durumda iyileştirmeler yapıldıktan sonra kasnak hattına ait değerler ve hesaplanan OEE değeri aşağıda Tablo 3.7' de verilmiştir.

Tablo 3.7 Valiz İmalatı Gelecek Durum OEE Hesaplama Cetveli

OEE HESAPLAMA CETVELİ (Gelecek Durum) <i>Toplam Ekipman Etkinliği</i>			
Fabrika	Çanta-Valiz İmalatı		
Proses	Kasnak Üretimi		
Makine	Kasnak Bükme		
			OEE 61,8%

OEE VERİLER			
Vardiya Süresi (dk.)	540		
Vardiya Sayısı	1		
Kısa Molalar (dk.)	10	Adet 2	Toplam : 20
Öğle Arası (dk.)	40	Adet 1	Toplam : 40
Plansız Duruşlar (dk.)	37		
İdeal Çevrim Süresi (adet/saat):	180		(adet/dk) : 3
Vardiyada Üretilen Ürün (adet)	901		
İskarta (adet)	10		

OEE DEĞİŞKENLERİ HESAPLAMA	
Planlı Üretim Süresi(dk.)	: 480
Opsasyon Süresi (dk.)	: 443,2
İyi Parça Miktarı (adet)	: 890,6

OEE ÇARPANLARI HESAPLAMA		
Kullanılabilirlik	92%	90,0%
Performans	68%	95,0%
Kalite	99%	99,9%
Toplam OEE	62%	85,4%

Gelecek durumda 50 dakikalık değer katmayan duruşlar üretime aktarılarak kasnak hattının operasyon süresi 395 dakikadan 443,5 dakikaya çıkmış aynı şekilde üretilen ürün sayısında %12,5'lik bir artış göstererek 800'den 901'e yükselmiştir. Gelecek durumda iyileştirilmiş performans ile birlikte kasnak hattına ait yeni OEE değeri ise % 62'ye çıkarak mevcut durumdan % 4 daha iyi bir değer elde edilmiştir.

5S Çalışması

5S tekniği, çalışma alanının daha düzenli ve kullanılabilir olması için standartlaştırılmış uygulamalara dayanır. 5S çalışma alanını düzenler, gereksiz olan malzeme yığınlarını azaltır ve sonuç olarak etkin bir çalışma ortamı sağlar. İşletmede yapılan gözlem ve incelemeler sonucunda 5S uygulamasına yönelik herhangi bir çalışmanın yapılmadığı görülmüştür. Ayrıca 5S'in uygulanmasına yönelik yöneticilerin herhangi bir girişimi de bulunmamaktadır. Mevcut halde fabrika içinde özellikle yarı mamul ve bitmiş ürün alanları ve üst kattaki enjeksiyon bölümünde çanta plastik ayaklarının üretimin gerçekleştirildiği bölümde 5S çalışmasına ihtiyaç vardır. Bu kapsamda fabrikada 5S ile ilgili aksiyon tablolu Tablo 3.8'de listelenmiştir.

Tablo 3.8 Valiz İmalatı 5S Aksiyon Listesi

AKS. NO	MEVCUT DURUM	PROBLEMİN TANIMI	AKSİYON	SORUMLU
1		Çalışma alanında yer alan kumaşlar personelin geçiş yerini kapatıyor	Yerleşim planı yenilendikten sonra sahada 5S çalışması yapılacak. Raflar renklerine göre sınıflandırılarak dizilecek. Temizlik ön koşul.	Mustafa Avcı
2		Kesim alanında yer alan top kumaşlar dağınık halde ve görüntü kirliliğine neden olmaktadır	Aylıklama ve sınıflandırma işlemleri mutlaka yapılmalı, mevcutta dar olan üretim alanı genişletilmelidir.	Mustafa Avcı, Savaş Öngör
3		Enjeksiyon bölümünde malzemeler karışmış halde bulunmaktadır.	Çalışma alanı temizlenmeli ve yeni bir atık madde alanı tanımlanmalıdır.	Mustafa Avcı, Barış Öngör
4		Enjeksiyon bölümünde kalıplar dağınık, karışmış ve kimlikleri oluşturulmamış	Kalıplar raflara konulup, kimliklendirilip tanımlamalar yapılacak.	Mustafa Avcı, Barış Öngör
5		Üretim alanının hemen hemen her yerinde bir düzensizlik ve karışıklık söz konusu. Tek seferde Çin'den yüksek miktarda hammadde gelişi üretim alanını daraltmaktadır.	-Üretim alanı akışa göre yeniden düzenlenecek -Üretim alanında karışıklığı önlemek ve disiplin sağlayabilmek için renk standartları oluşturulacak ve üretim alanı bu standartlara göre tasnif edilecek. Bu standartlar yöneticiler ve çalışanlar tarafından bilinmelidir. -Malzeme Stok Rafları (Mavi) -Stok Alanları (Yeşil) -Yürüme Yolları (Sarı) -Çöp Yerleri (Siyah)	Mustafa Avcı, Savaş Öngör

Beceri Matrisi

Yalın üretim felsefesinde çalışan çok değerlidir ve önemlidir. İşletmelerin başarısı ve performansı geniş ölçüde elindeki kaynakların, özellikle en önemli unsuru oluşturan insan gücünün en etkin ve verimli bir şekilde kullanılmasına bağlıdır.

Muş'ta çalışma yapılan işletmelerin genel olarak üretim sahasında karşılaştığı sorunlar ortak olup; eğitilmiş eleman ihtiyacı, makineleşmenin yetersiz oluşundan dolayı emeğe dayalı çalışılması nedeniyle işgücü maliyetlerinin yüksek oluşu ve bu maliyetlerin ürüne yansması, yüksek işgücü devir hızı, kişilerin akraba veya aynı köy ile bağlantılı olmalarından dolayı toplu olarak işten ayrılmalardan yaşanması, keyfi olarak işe devamsızlık ve üretimin yeterince organize olmayışından kaynaklanan düşük performansla çalışma durumu, işletmeyi sektörde rakiplerine karşı mücadele etmek konusunda zor durumda bırakmaktadır. Bu yüzden işletmeler yalın üretim içerisinde esnek işgücü kabiliyetine haiz olmaları gerekmektedir. Bu nedenle birden fazla iş istasyonunda çalışabilecek niteliğe sahip çalışanlara ihtiyaç vardır. Kanat ve Güner'in (2006: 274-278) de Tam Zamanında Üretimde Esnek İşgücünün öneminden bahsettiği makalede ifade ettiği gibi çok yönlü ve iyi eğitilmiş işgücü yani çok fonksiyonlu işgücü işletmenin esneklik kazanmasında önemli bir role sahiptir. Aynı zamanda rotasyon ve sürekli eğitim yardımıyla kalifiye işgücünün elde edilmesi işletmenin verimliliğini ve esnekliğini artıracığından ve işçinin vasıflarının artırılması çalışanlara motivasyon desteği sağlayacak sonuç olarak da özellikle emek yoğun sanayide önemli bir sorun olarak karşımıza çıkan işgücü sirkülasyonunu azalacağını vurgulamışlardır.

Valiz imalatı yapan işletme içinde en fazla işgücü sirkülasyonun yaşandığı alan dikim bölümüdür. Sirkülasyon oranı arttıkça yeni işçiyi işe alıştırmak ve ona işin gerektirdiği yetkinliği kazandırmak min.3 ay almaktadır. Bu süre zarfında ise fire oranı artmakta ve firma zarara uğramaktadır. Aşağıda Tablo 3.9'da oluşturulan beceri matrisi tablosunda dikim bölümünde çalışan tüm işçiler için yaptığı işler ve yapması beklenen işler çaprazlama olarak oluşturulmuş ve çalışma sonrası bu doküman bölüm şefine verilerek firmanın beklenti düzeyi ve çalışanların yetkinlik

düzeyi ile istenen yetkinlik düzeylerinin ne olması gerektiği hakkında somut bir bilgi formu oluşturulmuştur.



Oluşturulan Beceri Matrisi ile dikim bölümündeki tüm çalışanların kabiliyet düzeyleri ve kendilerinden beklenen yetkinlikler firma sahibi (işe alımları yapan) ve bölüm şefi ile beraber “0” bilgisiz düzeyden başlayarak “4” uzman öğretici seviyeleri arasında derecelendirilmiştir. Amaç her çalışan için bilgi ve beceri düzeylerini bir üst dereceye getirmek ve tüm çalışanları “4” seviyesinde uzman öğretici olarak yetiştirmektir. Hazırlanan beceri matrisinde 3 farklı renk düzeni kullanılmıştır. Çalışandan beklenen beceri düzeyi 0-4’e sıralanırken, gerçekleşen yetkinlik düzeyi eğer beklenen ile aynı seviyede ise “yeşil”, eğer beklenenden düşük ise excelde ilgili hücre “kırmızı” ya dönmekte eğer beklenenden fazla ise “mavi” ye dönmektedir. Gerçekleşen beceri düzeyinin mavi renkte olması çalışanın performansının o iş ile ilgili yüksek olduğunu göstermektedir. Müdahale edilmesi gereken yerler ilk etapta gerçekleşen beceri düzeyi kırmızı renkte olanlar olup amaç çalışanları belli bir zaman aralığı ve plan dahilinden 4 seviyesine çekmektir. İşletme için hazırlanan beceri matrisi ile çalışanlar arasında iş rotasyonunu gerçekleştirebilmek için eğitim ihtiyacı doğrultusunda gerekli eğitim programları düzenlenmelidir. Eğitim programında hangi operatörün, ne zaman eğitim alacağı, eğitimi kimin vereceği, eğitimin ne kadar süreceği ve eğitim sonucunun değerlendirilmesi konuları ile ilgili bilgiler yer alır. İş gücü eğitim programlarının uygulanması ile operatörlerin çok fonksiyonlu olmaları sağlanır. Ayrıca ani veya toplu işten ayrılma durumunda her işçinin de tüm makineleri kullanabilecek beceride ve bilgide olması için rotasyona tabi tutulması gerekmektedir. İş rotasyonu çerçevesinde her işçi, bulunduğu atölyedeki tüm işleri sıra ile dolaşarak öğrenmekte ve zamanla bu işlerde uzmanlaşmaktadır. Firma için oluşturulan beceri matrisi ile firma dikim bölümünde çalışan işçileri gelişim düzeylerini yakından takip edebilecek ve bundan sonrası için yedekli çalışma prensibini sistematik hale getirerek kısa-orta vade işgücü planlamasını yapmasını sağlayacaktır.

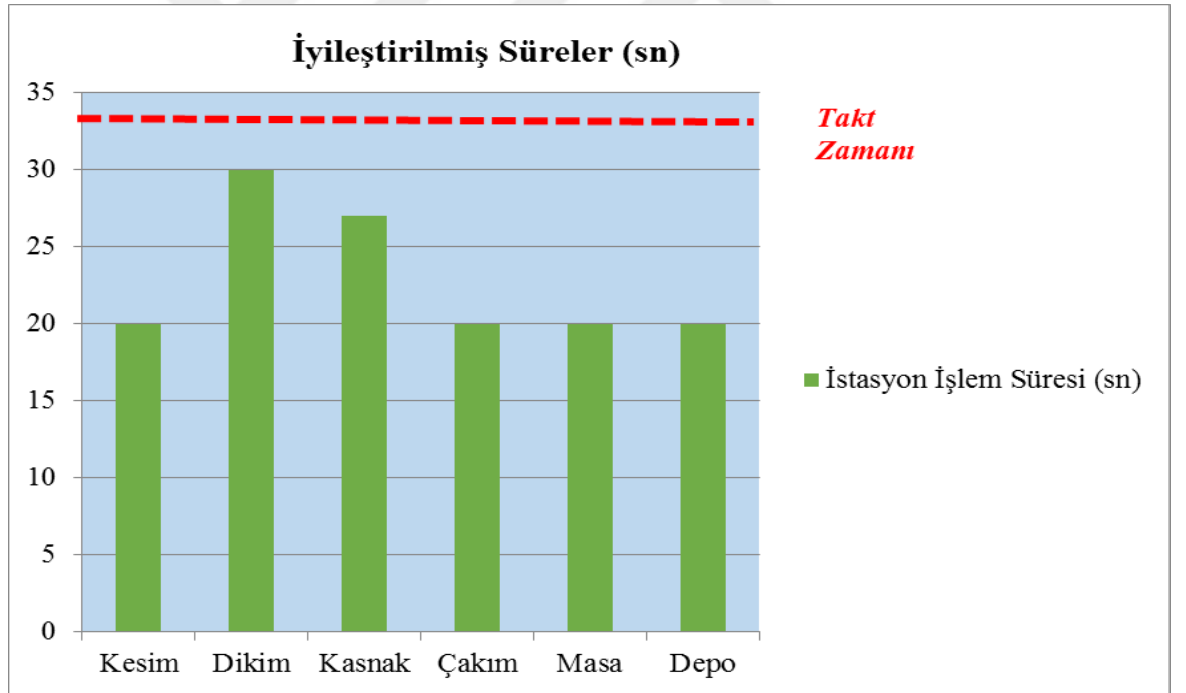
Firmanın yeni dönem (2017) için stratejisi, aynı talep miktarı ile maliyetleri (israf noktalarını) azaltarak yeni sezonda mevcut kapasite ile yeni yatırım yapmadan üretime devam etmektir. Yapılacak iyileştirmeler ile mevcut Takt zamanını aşağı çekerek talebin %14'e kadar yükselmesi halinde bile (2017 yılının 2.yarisında) üretim dengelenmiş ve yeni yatırım yapmadan %14'lük ilave üretim talebi de karşılayabilecek potansiyele erişmiş olacaktır. Aynı zamanda yeni durumda müşteri çekme süresi ile üretim süresi arasında denge sağlanmış olacaktır. İyileştirmeler sonrası gelecek duruma iyileştirilmiş istasyon süreleri Tablo 3.10'da ve takt süresi ile karşılaştırılmalı grafiği Grafik 3.3'te verilmiştir



Tablo 3.10 Gelecek Durum Valiz İmalatı İstasyon İşlem Süreleri

<i>İŞLEM</i>	<i>İSTASYON İŞLEM SÜRESİ (SN)</i>
Kesim	20
Dikim	30
Kasnak	27
Çakım	20
Masa	20
Depo	20

İyileştirme çalışmaları sonrası beklenen yeni istasyon süreleri, mevcut durum takt süresi olan 34 sn.nin altında olarak hesaplanmış ve müşteri talebinin karşılanma hızı dengelenmiştir.

**Grafik 3.3** Valiz İmalatı-Gelecek Durum İstasyon İşlem Süreleri ve Takt Zamanı

3.2. Mobilya Fabrikası

Firma 2000 yılında Muş'ta kurulmuş ve 2015 yılına kadar 2 ortakla küçük bir işletme olarak faaliyetlerine devam etmiştir. 2015 yılından itibaren ise firma tek kişi ile yoluna devam etmiş ve şu an Muş merkezde Tekel Depolarında 1.100 m² kapalı alanda mobilya üretimi yapmaktadır. Fabrikada yatak, baza ve başlık üretimi yapılmakta olup, firmanın pazarı bölgesel yakınlıklar ve rekabet avantajından dolayı daha çok Muş Merkez ve ilçeleri, Siirt, Bitlis, Tatvan ve Güroymak civarına seri üretim yapmaktadır.

Fabrika Bilgileri

Kapalı Alan: 1.100 m²

Çalışan Sayısı: 10

Çalışma Düzeni: Tek Vardiya , 08:30-17:30

Fabrika sipariş üzerine çalışmaktadır. Üretimin %70 'i Muş dışına yapılmakta, kalan %25'lik üretim ise Muş'taki mobilya ve halı sektöründeki perakendecilere verilmektedir. Firmanın aylık üretim kapasitesi ürün çeşitlerine göre;

- Baza :600 adet / ay
- Başlık :400 adet / ay
- Yatak :800 adet / ay (Yatak ebatları 90x190 cm. ve 160x200 cm. olmak üzere 2 çeşittir. Aylık üretim miktarı olarak %60 çift kişilik %40 tek kişilik olarak üretim yapılmaktadır).

Ürün ailesi seçimi:

Firmada yapılan değer akışı haritalandırma çalışması için belirlenen ürün ailesi; firmaya en fazla değer katan ve yıllık üretim içerisinde en yüksek paya sahip olan, firma için en fazla kar sağlayan “Yatak İmalatı” olarak seçilmiştir.

3.2.1. Mevcut Durum Haritası

Fabrikada yatak imalatı için makinalarda ölçümler yapılmış, ara stokları incelenmiş ve sipariş verileri göz önünde bulundurularak mevcut durum haritası çizmek için gerekli veriler elde edilmiştir. İmalat proseslerine ve sevkiyata haftalık çizelge gönderilmektedir. Firma hem bayilerden aylık olarak gelen talepler hem de satış pazarlama bölümünden gelen siparişler doğrultusunda ana tedarikçiye aylık tahmini siparişleri ve 3 haftalık kesinleşmiş siparişleri göndermektedir.

Yatak imalatı için mevcut durum haritasının oluşturulabilmesi amacıyla işletmede ürünün üretilmesi için takip ettiği yol birebir incelenerek kaydedilmiştir. Verilerin elde edilmesi sürecinde gözlem, gerekli kayıtların tutulması ve ölçümlerin yapılması, gerektiğinde çalışanlarla doğrudan sözlü görüşme yapılmıştır. Üretim sürecine yönelik diğer veriler aşağıda verilmiştir.

a. Müşteri istekleri

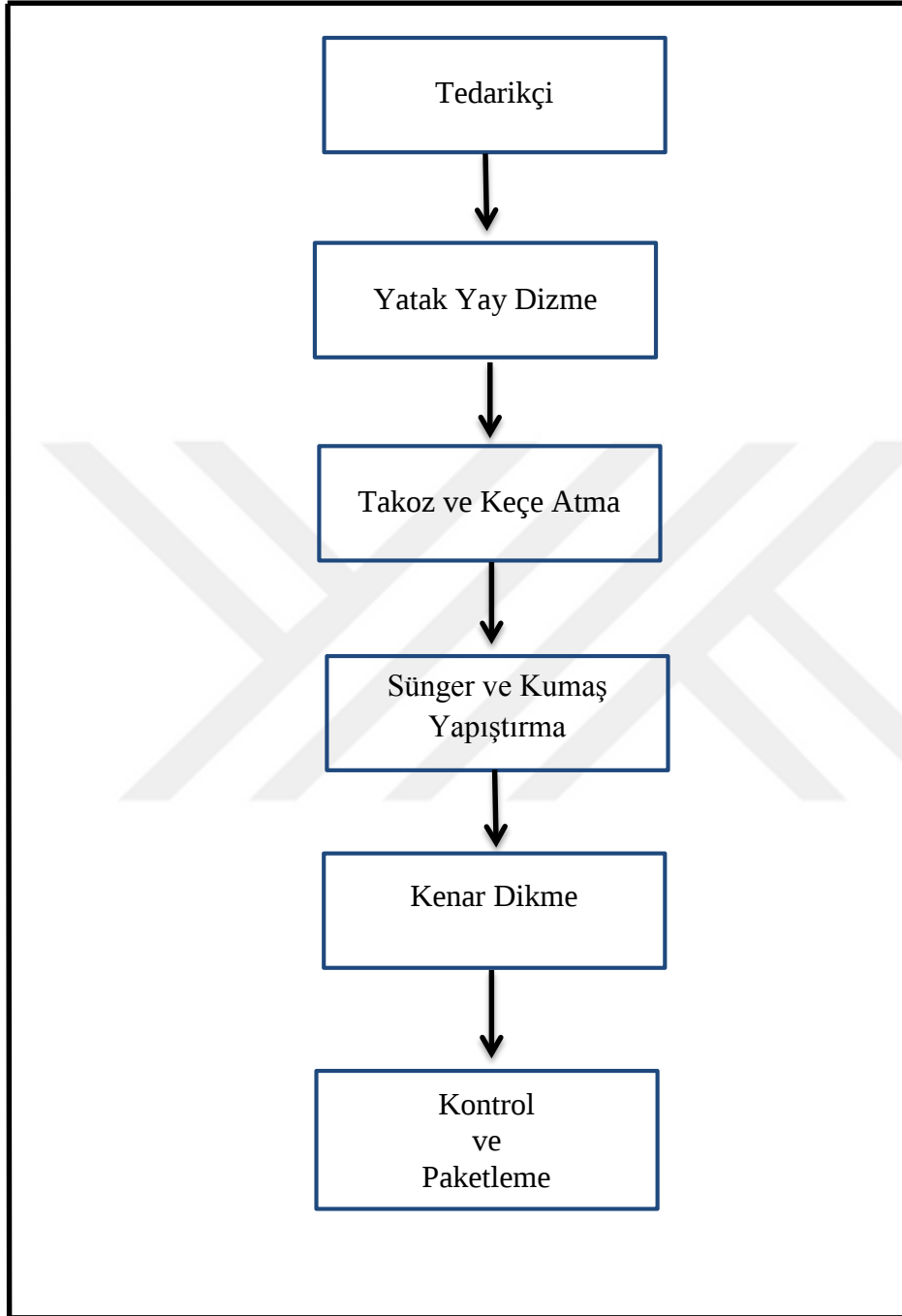
Seçilen ürün ailesinin haftalık müşteri talebi 200 adet/haftadır. Ürünler belirlenen zamanda müşteride olacak şekilde firmanın kendisine bir kamyon ile civar şehirlere iki haftada bir sevk edilmektedir.

b. Çalışma süreleri

- Fabrika ayda 26 gün çalışmaktadır.
- Tüm üretim birimleri tek vardiya çalışmaktadır. Cumartesi günleri de tam mesai çalışma yapılmaktadır.
- Vardiya 9 saattir.
- Vardiyada 30 dakika yemek arası ve 10'er dakika öğleden önce ve sonra olmak üzere 20 dakika servis molası verilmektedir.

c. Üretim Prosesi

İşletme ana tedarikçi olarak Kayseri'de ki hammadde üreticilerinden 3 haftada bir kez kesinleşmiş hammadde sipariş etmektedir. Aksesuar ve yardımcı malzeme satın alma işlemi de aynı şekilde Kayseri'den gelmektedir. Yatak imalatının fabrikadaki iş akış şeması aşağıdaki Şekil 3.7'de gösterildiği gibidir.



Şekil 3.7 Yatak İmalatı Fabrika İş Akış Şeması

d. Proses Bilgileri

- 1. Yatak Yay Dizme:** Tedarikçiden gelen paletler halindeki çelik yaylar, 14'erli gruplar halinde çapraz şekilde yay dizgi makinesine yerleştirilerek helezonik olarak iç içe geçirilir.

Vardiya Sayısı:1 vardiya

Vardiyada Çalışan Kişi Sayısı: 1 kişi

Çevrim Süresi: 7 dk.

Kapasite Kullanım Oranı: % 47

Fire Oranı: Yok

- 2. Takoz ve Keçe Atma:** Yaylar arasındaki deformasyonu engellemek ve yatağa sertlik kazandırmak için destek süngerleri (takoz) kullanılır. Aynı zamanda rulolar halinde gelen keçe, yatak yaylarının üzerinde koruyucu tabaka olarak atılır.

Vardiya Sayısı:1 vardiya

Vardiyada Çalışan Sayısı: 2 kişi

Çevrim Süresi: 13 dk.

Fire Oranı: Yok

- 3. Sünger ve Kumaş Yapıştırma:** Sünger üzerine tela ve kumaş malzemelerinin yapıştırılması ve yatak iskeletinin oluşturulması.

Vardiya Sayısı:1 vardiya

Vardiyada Çalışan Sayısı: 1 kişi

Çevrim Süresi: 16 dk.

Fire Oranı: % 2

- 4. Kenar Dikim** Yaylı yatak üzerindeki kumaşa desen vermek için kullanılan, kumaş üzerine kuştüyü süngerin (kapitone) dikilmesi işlemi.

Vardiya Sayısı: 1 vardiya

Vardiyada Çalışan Sayısı: 1 kişi

Çevrim Süresi: 9 dk.

Fire Oranı: Yok

- 5. Kontrol ve Paketleme:** Yapıştırma ve dikim işlemleri biten yatakların elle kontrolü ve paketleme işlemi.

Vardiya Sayısı: 1 vardiya

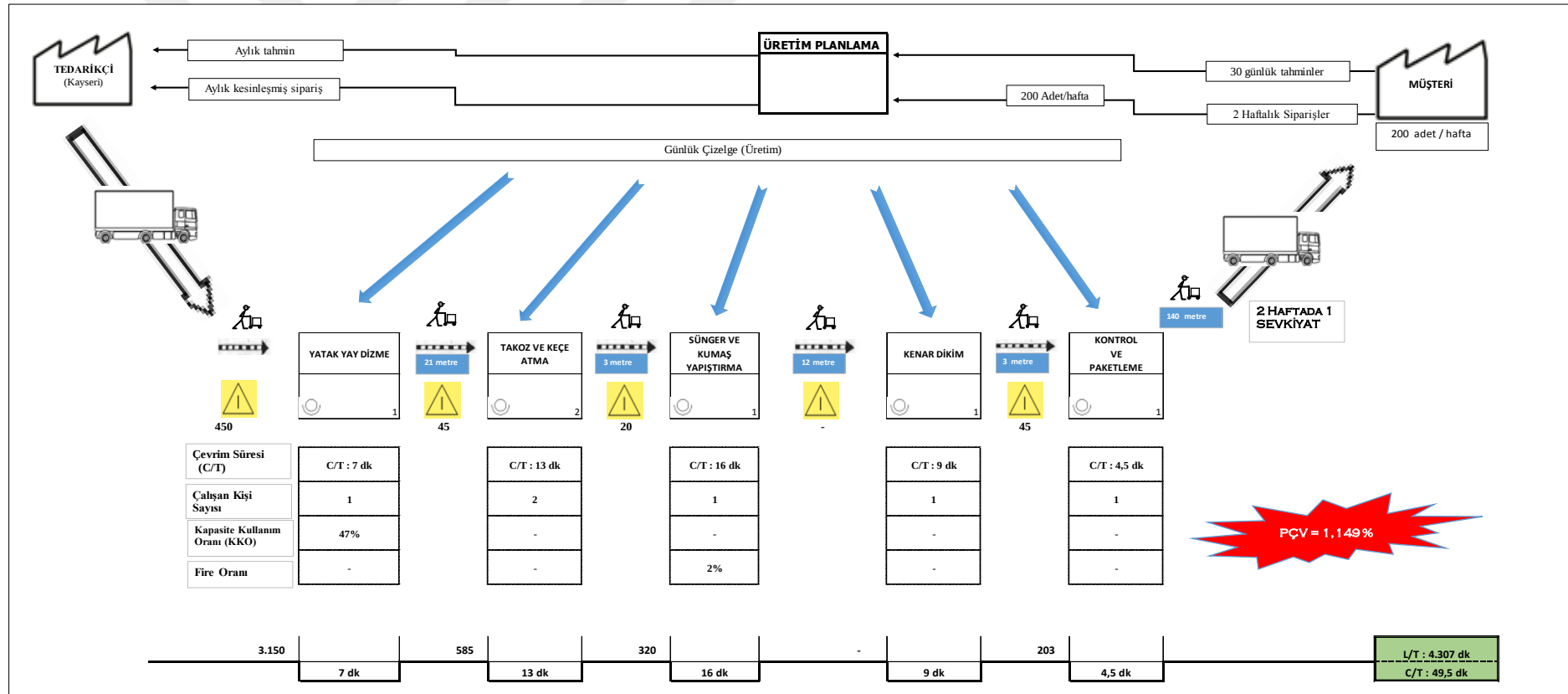
Vardiyada Çalışan Sayısı: 3 kişi

Çevrim Süresi: 4,5 dk.

Fire Oranı: %0

Mevcut durum değer akış haritasının çizilmesinde öncelikle yatak imalatı süreci analiz edilmiştir. Fabrika yapılan gözlem ve toplanan veriler ışığında yatak imalatı için Mevcut Durum Değer Akış Haritası Şekil 3.8’de çizilmiştir.

Şekil 3.8 Yatak İmalatı- Mevcut Durum Değer Akış Haritası



3.2.2. Gelecek Durum Değer Akış Haritası

Mevcut durum haritasının oluşturulmasından sonraki aşama gelecek durum haritasının oluşturulmasıdır. Değer akışı haritalama, akışı oluşturmak için işletmelerin nasıl çalışması gerektiğini çok detaylı bir şekilde tanımlamamızı sağlayan nitel bir araçtır. İşletmede yatak üretimi için yapılan değer akışında üretim sürecinde çok fazla israf kaynağı olduğu belirlenmiştir. Proses çevrim verimliliğine baktığımızda üretimdeki her 100 dakikanın yaklaşık 1 dakikası, 1 adet yatak üretmek için yapılan katma değerli iş olarak karşımıza çıkmaktadır. Şekil 3.8’de de görülen mevcut durum değer akış haritası incelendikten sonra, tespit edilen israflar ve yapılacak iyileştirme çalışmaları gelecek durum değer akış haritasında ortadan kaldırılmaya çalışılmıştır.

TAKT Zamanı Hesabı

Yalın üretimin temel prensibi, gerekli parçaların gereken miktarlarda ve gerektikleri zamanda üretilmesidir. Bu prensibi yerine getirebilmek için takt zamanın bilinmesi gerekmektedir. Firmanın hedefleri doğrultusunda gelecek durum ile ilgili öngöründe bulunmak ve gelecek durum değer akış haritasının çizilebilmesi için takt zamanı bilinmelidir. Mobilya işletmesinde yatak imalatı için yapılan takt hesabı Tablo 3.11’de gösterilmiştir.

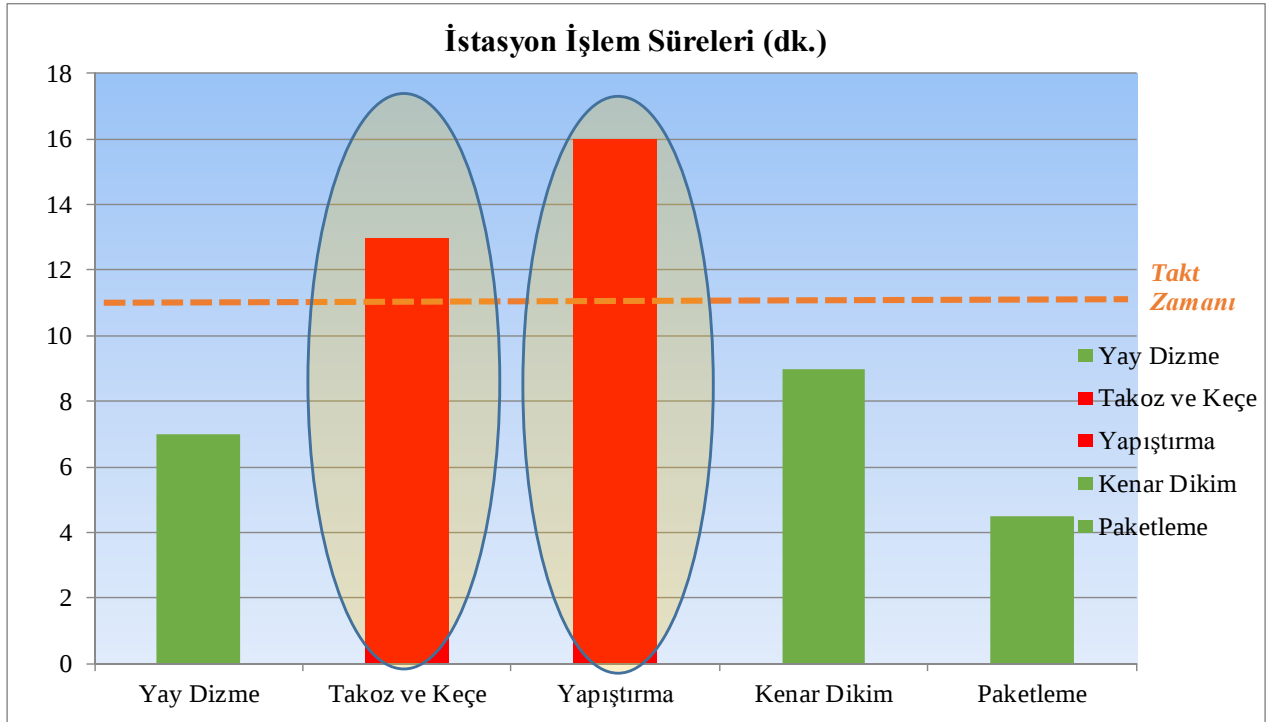
Tablo 3.11 Yatak İmalatı İçin Takt Zamanı Hesabı

TAKT ZAMANI HESABI		
Günlük Talep Hesabı	Talep edilen çanta adedi (adet/hafta)	250
	Haftalık çalışma günü(gün)	6
	Günlük talep edilen miktar (adet)	42
Vardiyada Planlanan Çalışma	Dakika / Vardiya (dk.)	540
	Planlı duruşlar (yemek) (dk.)	30
	Çay Molaları (dk.)	20
	Net Zaman (dk.)	490
	Günlük talep edilen miktar (adet)	42
	Dakikada üretilmesi gereken talep (dk.)	11,76
	Takt Zamanı (dk.)	12

Takt zamanı vardiya başına kullanılabilir ve çalışma süresinin (dakika) vardiya başına müşteri talebine (adet) bölünmesi ile hesaplanır. Tablo 3.11’de gösterilen takt hesabına göre gelecek durumda işletme her 12 dakikada 1 yatak talebini karşılaması gerekmektedir. Bu durumda hat üzerinde yer alan her operasyonun bir adet yatak için 12 dakika veya daha kısa sürede tamamlanması gerekmektedir. Aşağıda Tablo 3.12’de fabrikadaki istasyonların her bir işlemi yapma süreleri verilmiş ve takt zamanına göre proses süreleri Grafik 3.4’te gösterilmiştir.

Tablo 3.12 Mevcut Durum Yatak İmalatı İstasyon İşlem Süreleri

İŞLEM	İSTASYON İŞLEM SÜRESİ (SN)
Yay Dizme	7
Takoz ve Keçe Atma	13
Sünger ve Kumaş Yapıştırma	16
Kenar Dikim	9
Paketleme	4,5

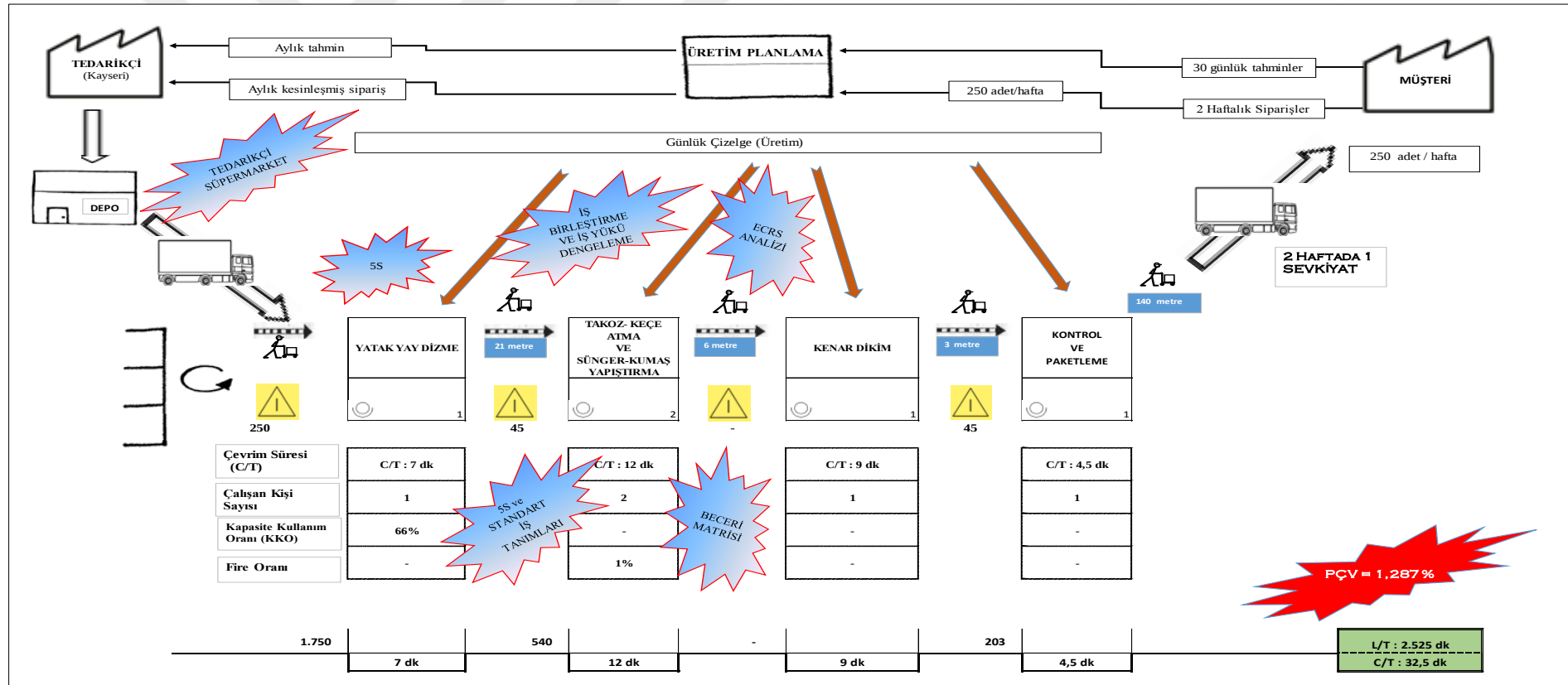


Grafik 3.4 Yatak İmalatı-Mevcut Durum İstasyon İşlem Süreleri ve Takt Zamanı

Üretim süreci içerisinde takoz keçe atma ve sünger yapıştırma bölümü hariç diğer istasyonlar 12 dakikanın altında üretim yaparken takoz ve keçe atma prosesi 13 dakika ve sünger yapıştırma prosesi 16 dakika ile takt zamanının üzerinde bir işlem süresine sahiptir. Takt zamanı referans alındığında bu değerler belirtilen istasyonda envanter birikmesinin ve katma değersiz işlerin fazla olduğunu göstermesi açısından önemlidir.

İşletmede mevcut durum değer akış haritasının çizilmesinden sonra üretim sürecinin yalınlaştırılması için gerekli iyileştirme çalışmaları gelecek durum haritasında kaizen flaşları ile gösterilmiş ve bu doğrultuda önerilen iyileştirme çalışmaları ile birlikte yatak imalatı için gelecek durum değer akış haritası Şekil 3.9'da gösterilmiştir. Mevcut durum değer akış haritasında dikkat çeken; yüksek stok seviyeleri, fazladan yürümler, iş kayıpları gibi etmenler gelecek durum değer akış haritasında giderilmeye çalışılmıştır.

Şekil 3.9 Yatak İmalatı-Gelecek Durum Değer Akış Haritası



Yatak imalatı fabrikasının üretim süreçleri incelendiğinde akış içerisinde verimsizlikler mevcuttur. Bunun nedenleri arasında üretim yerinin dar olması, iş standartlarının oluşturulmamış olması, yapılan işlemlerde çok fazla el ile (manuel) işlem yapılması birincil nedenlerdir. Bunların yanı sıra fabrikanın eski tekel depolarının 2.katında olmasından dolayı üretilen ürünleri sevk ederken gereğinden fazla yürüme ve işçilik kayıplarının yaşanması diğer genel sebepler arasında sayılabilir. Oluşturulan gelecek durum haritası ile değer katmayan ve israf olarak adlandırılan bu faaliyetlerin ortadan kaldırılması yada en aza indirilmesi amaçlanmıştır. Gelecek durumda katma değerli işlerin toplam çevrim süresi 49,5 dakikadan 32,5 dakikaya inerken, proses çevrim verimliliği ise %1,14'ten %1,28' e çıkmıştır. Böylece proses çevrim verimliliğinde % 12, işlem süresinde de % 34 oranında bir kazanç sağlanmış olacaktır.

3.2.3. İyileştirme Çalışmaları

5S Çalışması

5S tekniği, çalışma alanının daha düzenli ve kullanılabilir olması için standartlaştırılmış uygulamalara dayanır. 5S çalışma alanını düzenler, gereksiz olan her şeyi azaltır ve sonuç olarak etkin bir çalışma ortamı sağlar. İşletmede yapılan gözlem ve incelemeler sonucunda 5S uygulamasına yönelik herhangi bir çalışmanın yapılmadığı görülmüştür. Mevcut durumda işletme 1.100 m² alanda faaliyet göstermektedir. Ancak mevcut durum, gelecek dönem üretim hedeflerinin karşılanmasına yetmediği gibi şu anki haliyle de verimliliği düşürmektedir. Bunun dışında değer akış haritalama çalışma alanı olarak belirlenen yatak imalatı için prosesler arasında çok fazla manuel işlem mevcuttur. El ile yapılan bu işlemler hata oranını arttırdığı gibi iş yapış şekillerinde belirlenmiş bir standart olmadığından dolayı hammadde malzeme ve yardımcı malzeme kullanımında israflar oluşturmaktadır. Bunun yanında mevcut durumda işletmede bir düzensizlik olduğu, malzemelerin rasgele yerleştirildiği gözlemlenmiştir. Bu durum malzemelere ulaşımında sorun yaşanmasına, zaman kaybına ve iş güvenliğinin tehlikeye girmesine neden olabilmektedir.

Bu kapsamda fabrikada 5S ile ilgili aksiyon tablolu Tablo 3.13'te listelenmiştir.



Tablo 3.13 Yatak İmalatı 5S Aksiyon Listesi

AKS. NO	MEVCUT DURUM	PROBLEMİN TANIMI	AKSİYON	SORUMLU
1		Kayseri'den gelen tüm hammaddeler olduğu gibi istiflenmektedir. İmalat esnasında istenilen malzemenin hazır hale getirilmesi zaman almakta ve fazladan iş yükü çıkarmaktadır.	-Hammadde gelir gelmez proses önceliğine göre her bir hammadde için stok alanları belirlenecek ve malzeme gruplarına göre (sünger, keçe, elyaf, kumaş) sınıflandırma yapılacak -Hammadde ve yardımcı malzeme stok alanı Yatak-Baza-Başlık olarak birbirlerinden ayrılacak	Emrah Özmen, Mehmet Sezigen
2		Çalışma alanında çalışmayı engelleyecek şekilde her yerde kesim sonrası kumaş artıkları, sünger kalıntıları gibi gereksiz malzemeler zaten dar olan çalışma ortamını daha da çalışılmaz hale getirmektedir.	-Takoz-keçe atma ve kenar dikim proseslerin olduğu alana atık malzemelerin konulacağı bir atık madde kutuları bırakılacak. -Her proses ayıklama ve temizliğini kaynağında yapacak -Temizlik yapacak kişilere görevleri ve temizlik alanları net bir şekilde anlatılarak, günlük, haftalık temizlik programları oluşturulacak ve sürekliliğin sağlanması için temizlik standartları ve kontrol çizelgeleri oluşturularak düzenli aralıklarla kontroller yapılacak.	Veysel Sezigen, Mehmet Sezigen
3		Keçe, sünger ve kumaş yapıştırma işlemlerinde kullanılan hotmelt yapıştırıcılar rastgele kullanılmakta ve üretilen yataklarda homojen bir şekilde dağıtılmamaktadır. Bu durum maliyetleri arttırdığı gibi işçi sağlığı açısından da olumsuzluklar teşkil etmektedir.	-İmalat sürecindeki yapıştırma işlemleri için gerekli araç ve malzemeler günlük üretilecek yatak miktarına göre operatör tarafından işe başlamadan önce hazırda bulundurulacak. -Yapıştırıcı tabancasına o gün kullanılacak kadar yapıştırıcı yüklemesi yapılacak ve operatör 1 yatak için gerekli olan yapıştırıcıdan fazlasını kullanamayacak -Yapıştırma işleminin nerede başlayıp nerede bittiğini gösterir iş tanımı formu oluşturularak standardizasyon sağlanmış olacak. -Tüm bunlarla beraber operatörlere gerekli eğitim ve yönlendirmeler yapılacak. -Kullanılan kimyasal madde insan sağlığına zararlı olduğundan dolayı operatörlerin mutlaka koruyucu maske kullanması sağlanacak.	Eyüp Serenkili, Mehmet Sezigen
4		Üretim alanının hemen hemen her yerinde bir düzensizlik ve karışıklık söz konusu. Her gelen ve giden yeni malzeme bu sorunu kronikleştirmektedir.	-Üretim alanında karışıklığı önlemek ve disiplin sağlayabilmek için renk standartları oluşturulacak ve üretim alanı bu standartlara göre tasnif edilecek. Bu standartlar yöneticiler ve çalışanlar tarafından bilinmelidir. -Malzeme Stok Rafları (Mavi) -Stok Alanları (Yeşil) -Yürüme Yolları (Sarı) -Çöp Yerleri (Siyah)	Veysel Sezigen, Mehmet Sezigen

Beceri Matrisi

Yalın üretim felsefesinde çalışan çok değerlidir ve önemlidir. İşletmelerin başarısı ve performansı geniş ölçüde elindeki kaynakların, özellikle en önemli unsuru oluşturan insan gücünün en etkin ve verimli bir şekilde kullanılmasına bağlıdır.

Muş'ta çalışma yapılan işletmelerin genel olarak üretim sahasında karşılaştığı sorunlar ortak olup; eğitilmiş eleman ihtiyacı, makineleşmenin yetersiz oluşundan dolayı emeğe dayalı çalışılması nedeniyle işgücü maliyetlerinin yüksek oluşu ve bu maliyetlerin ürüne yansımaları, yüksek işgücü devir hızı, kişilerin akraba veya aynı köy ile bağlantılı olmalarından dolayı toplu olarak işten ayrılımların yaşanması, keyfi olarak işe devamsızlık ve üretimin yeterince organize olmayışından kaynaklanan düşük performansla çalışma durumu, işletmeyi sektörde rakiplerine karşı mücadele etmek konusunda zor durumda bırakmaktadır. Bu yüzden işletmeler yalın üretim içerisinde esnek işgücü kabiliyetine haiz olmaları gerekmektedir. Bu nedenle birden fazla iş istasyonunda çalışabilecek niteliğe sahip çalışanlara ihtiyaç vardır.

Firmada değer akış haritalama çalışması yapılan yatak imalatı bölümünde toplamda 5 proses bulunmakta ve bu prosesler içerisinde işçi beceri ve kabiliyetinin sorun olarak görüldüğü proses, sünger ve kumaş yapıştırma bölümüdür. Bu durum üretimde israfları arttırdığı gibi üretimde verimliliği de düşürmektedir. İşletmede üretimin büyük bir bölümünün gerçekleştirildiği yatak imalatı, manuel işlemlerin fazla olduğu emek yoğun bir faaliyet gerektirmektedir. Bu yüzden imalatçı çalışan işçilerden beklenen beceri düzeyi ile gerçekleşen beceri/performans düzeyleri arasında farklılıklar bulunmaktadır. Tablo 3.14'te oluşturulan beceri matrisi tablosunda imalat bölümünde çalışan tüm işçiler için yaptığı işler ve yapması beklenen işler çaprazlama olarak oluşturulmuş ve çalışma sonrası bu doküman firma sahibine verilerek firmanın beklenti düzeyi ve çalışanların yetkinlik düzeyi ile istenen yetkinlik düzeylerinin ne olması gerektiği hakkında somut bir bilgi formu oluşturulmuştur.

Tablo 3.14 Yatak İmalatı Fabrikası-Beceri Matrisi

0. Bilmeme Durumu	Bilgisiz	Bilgisiz Öğreniyor Nezaretle Yapar Kendi başına yapar Öğretir								
1. Teorik Bilgi Sahibi	Teorik Bilgi									
2. Bir düzeyde yapabilir	Deneyimsiz									
3. Güvenli Yapabilir	Deneyimli									
4. Başkalarına Öğretebilir	Uzmanlaşmış, Eğitmen									
YATAK İMALATI BÖLÜMÜ										
BECERİLER	YATAK YAY DİZGİ		YATAK TAKOZ PROSESİ		YATAK SÜNGER VE KUMAŞ YAPIŞTIRMA		YATAK DİKİM		YATAK PAKETLEME	
PERSONEL	Beklenen (hedef)	Gerçekleşen	Beklenen	Gerçekleşen	Beklenen	Gerçekleşen	Beklenen	Gerçekleşen	Beklenen	Gerçekleşen
Ömer SAYAN	3	3	3	3	2	2	3	3	4	4
Emrah ÖZMEN	4	4	3	2	3	3	3	3	3	3
Abdullah AKIN	2	1	3	3	3	3	3	3	3	3
Enes BAŞARAN	3	3	4	2	4	3	4	2	4	4
Enes TANDOĞAN	3	3	3	3	4	2	4	4	4	4
Eyüp SERENKİLİ	3	3	4	1	3	1	4	4	3	3

Yalın üretim sisteminin tasarımında çalışanların çok fonksiyonlu olmaları beklenir. Bu nedenle birden fazla iş istasyonunda çalışabilecek niteliğe sahip çalışanlara ihtiyaç vardır. Oluşturulan Beceri Matrisi ile imalat bölümündeki tüm çalışanların kabiliyet düzeyleri ve kendilerinden beklenen yetkinlikler firma sahibi (işe alımları yapan) ve imalat müdürü ile beraber “0” bilgisiz düzeyden başlayarak “4” uzman öğretici seviyeleri arasında derecelendirilmiştir. Amaç her çalışan için bilgi ve beceri düzeylerini bir üst dereceye getirmek ve tüm çalışanları “4” seviyesinde uzman öğretici olarak yetiştirmektir. Hazırlanan beceri matrisinde 3 farklı renk düzeni kullanılmıştır. Çalışandan beklenen beceri düzeyi 0-4’e sıralanırken, gerçekleşen yetkinlik düzeyi eğer beklenen ile aynı seviyede ise “yeşil”, eğer beklenenden düşük ise excelde ilgili hücre “kırmızı” ya dönmekte eğer beklenenden fazla ise “mavi” ye dönmektedir. Gerçekleşen beceri düzeyinin mavi renkte olması çalışanın performansının o iş ile ilgili yüksek olduğunu göstermektedir. Müdahale edilmesi gereken yerler ilk etapta gerçekleşen beceri düzeyi kırmızı renkte olanlar olup amaç çalışanları belli bir zaman aralığı ve plan dahilinden 4 seviyesine çekmektir. İşletme için hazırlanan beceri matrisi ile çalışanlar arasında iş rotasyonunu gerçekleştirebilmek için eğitim ihtiyacı doğrultusunda gerekli eğitim programları düzenlenmelidir. Eğitim programında hangi operatörün, ne zaman eğitim alacağı, eğitimi kimin vereceği, eğitimin ne kadar süreceği ve eğitim sonucunun değerlendirilmesi konuları ile ilgili bilgiler yer alır. İş gücü eğitim programlarının uygulanması ile operatörlerin çok fonksiyonlu olmaları sağlanır. Ayrıca ani veya toplu işten ayrılma durumunda her işçinin de tüm makineleri kullanabilecek beceride ve bilgide olması için rotasyona tabi tutulması gerekmektedir. İş rotasyonu çerçevesinde her işçi, bulunduğu atölyedeki tüm işleri sıra ile dolaşarak öğrenmekte ve zamanla bu işlerde uzmanlaşmaktadır. Firma için oluşturulan beceri matrisi ile firma özellikle sünger ve kumaş yapıştırma bölümünde çalışan işçilerin gelişim düzeylerini yakından takip edebilecek ve bundan sonrası için yedekli çalışma prensibini sistematik hale getirerek kısa-orta vade işgücü planlamasını yapmasını sağlayacaktır.

ECRS Analizi

ECRS Analizi yalın uygulamalarının başlıca tekniklerindendir. Adını elimine etmek (E), birleştirmek (C), yeniden organize etmek (R) ve basitleştirmek (S) kelimelerinin İngilizce hallerinin baş harflerinden almaktadır (Filiz, 2008: 84). ECRS Analizinin amacı işlem adımlarını etüt ederek kayıp olabilecek zamanları tespit edip ve proses verimliliği arttırmaktır. ECRS analizinde proses sürecinde var olan işlemler sıralanarak, bu işlemlerin birbiriyle birleştirilip birleştirilemeyeceği, işlemlerin yok edilip edilemeyeceği, işlem sürelerinin azaltılıp azaltılamayacağı ve işlemlerde basitleştirme yapılıp yapılamayacağı incelenir.

ECRS analizinde bulunan işlem süreleri 2 hafta içerisinde firmaya yapılan 6 ayrı ziyaret esnasında tutulan etütler sonucu elde edilen sürelerdir. 6 gün boyunca elde edilen veriler ışığında sünger ve kumaş yapıştırma bölümüne ait toplam işlem sürelerinin 942 sn. ile 980 sn. arasında değiştiği gözlemlenmiştir. Sünger ve kumaş yapıştırma prosesine ilişkin iş adımlar incelenmiş ve Tablo 3.15'te oluşturulan ECRS analizi ile yapılacak iyileştirmeler ve potansiyel kazançlar hesaplanmıştır.

Tablo 3.15 Yatak İmalatı ECRS Analizi

Tarih: Ocak 2016									
Hat : Yatak İmalatı		Katılanlar : Operatörler		Sünger Yapıştırma Standart İş Adımları İyileştirme Çalışması (ECRS)					
No:	İşlem Adımları	Fiili Süre (sn)	E (Yok Et)	C (Birleştir)	R (Yeniden Düz.)	S (Basitleştir)	İyileştirme Sonrası Süre (sn)	Aksiyon	Sorumlu
1	Yatağın masaya getirilmesi	20,0		X			30,0	-1. ve 2. adımların birleştirilmesi.	Ömer Sayan
2	Süngerin masaya getirilmesi	40,0	X	X				-Günlük talep miktarı kadar süngerin masanın yanında tutulması	
3	Yapıştırıcı tabancanın doldurulması	60,0	X			X	0,0	Tabanca yerine tek seferlik kompresörlü havalı tabanca ile değiştirilmesi	Üst Yönetim
4	Süngerin yatağın üzerinde ayarlanması	25,0					25,0		Enes Tandoğan
5	Süngerin ortasının yapıştırılması	30,0			X	X	24,0	-5.,6. ve 7. adımlar yeniden organize edildi ve düzenlenirken süreç daha yalın hale getirildi.	Enes Başaran
6	Süngerin sağ tarafının yapıştırılması	33,0			X	X	26,4		Enes Başaran
7	Süngerin sol tarafının yapıştırılması	34,0			X	X	27,2	-Yapıştırma sablonu geliştirildi	Enes Başaran
8	Üst sünger kontrolü	25,0					25,0		Enes Başaran
9	Yatağın çevrilmesi	22,0					22,0		Enes Başaran
10	Alt süngerin ayarlanması	30,0					30,0		Enes Başaran
11	Alt süngerin ortasının yapıştırılması	32,0			X	X	25,6	-11.,12. ve 13. adımlar yeniden organize edildi ve düzenlenirken süreç daha yalın hale getirildi.	Enes Başaran
12	Alt süngerin sağının yapıştırılması	34,0			X	X	27,2		Enes Başaran
13	Alt süngerin solunun yapıştırılması	38,0			X	X	30,4	-Yapıştırma sablonu geliştirildi	Enes Başaran
14	Alt süngerin elle kontrolü	27,0					27,0		Enes Başaran
15	Kumaşın kesilmesi	70,0					70,0		Muhsin Uygur
16	Masaya getirilmesi	30,0					30,0		Muhsin Uygur
17	Yatağın üstünde kumaşın ayarlanması	23,0					23,0		Enes Başaran
18	Üst kumaşın ortasının yapıştırılması	35,0			X	X	28,0	-18.,19. ve 20. adımlar yeniden organize edildi ve düzenlenirken süreç daha yalın hale getirildi.	Enes Başaran
19	Üst kumaşın sağının yapıştırılması	39,0			X	X	31,2		Enes Başaran
20	Üst kumaşın solunun yapıştırılması	41,0			X	X	32,8	-Yapıştırma sablonu geliştirildi	Enes Başaran
21	Üst kumaşın elle kontrolü	34,0					34,0		Enes Başaran
22	Yatağın çevrilmesi	20,0					20,0		Enes Başaran
23	Alt kumaşın ortasının yapıştırılması	36,0			X	X	28,8	-23.,24. ve 25. adımlar yeniden organize edildi ve düzenlenirken süreç daha yalın hale getirildi.	Enes Başaran
24	Alt kumaşın sağının yapıştırılması	38,0			X	X	30,4		Enes Başaran
25	Alt kumaşın solunun yapıştırılması	37,0			X	X	29,6	-Yapıştırma sablonu geliştirildi	Enes Başaran
26	Elle kontrol (tüm yapıştırımlar)	47,0	X				0,0	-Standartlaştırılan işlemler sayesinde ortadan kalktı	Üst Yönetim
27	Fire parçaların kesilip atılması	60,0					60,0		Enes Başaran
Toplam süre (sn)		960,0			Toplam süre (sn) :		737,6		
Toplam adım		27			Toplam adım :		25		

Yatak imalatı bölümünde yapılan ECRS analizi incelendiğinde başlangıçta proses çevrim süresi 960 sn. (16 dakika) iken yapılan iyileştirmeler ile bu süre 738 sn. (12 dk.)'ye düşürülmüş ve % 23'lük bir verimlilik artışı olacağı gözlemlenmiştir. Mevcut durumda toplam 27 adımdan oluşan sünger ve kumaş yapıştırma işlemi iyileştirmeler sonucunda 25 adıma düşürülmüş ve özellikle prosesin ana adımı olan ve rutin olarak sürdürülen yapıştırma işlemi ise belli bir standarda bağlanarak tüm yapıştırma adımlarında %20'lik bir kazanç sağlanması hedeflenmiştir.

Sünger ve yapıştırma bölümünde yapılan ECRS analizinde 1. ve 2. İşlemler birleştirilmiş (C) ve 2.adım olan süngerin masaya getirilmesi işlemi ortadan kaldırılarak (E) toplamda 60 sn. süren iki adım birleştirilerek 30 sn.' ye düşürülmüştür. Ardından gelen 3.adım olan yapıştırıcı tabancanın doldurulması işlemi 60 sn. sürmektedir. Bu adım ise yapıştırma işlemlerin sıklığı nedeni ile (günde 7 kez tabanca dolduruluyor) tabanca dolum işleminin prosesler arasında zaman kaybına neden olmaması için vakumlu keçe tabancalarının tedarik edilmesi ile elimine (E) edilmiş ve bu süre sıfırlanmıştır. Bu ilave yatırımın firmaya getireceği yük 2.500 TL. olurken diğer iyileştirmelerle beraber firma 8 adet daha fazla yatağın yapıştırma işlemini gerçekleştirecektir. Bundan sonra sürekli tekrarlanan süngerin ve kumaşın yapıştırılma işlemleri için 5., 6., 7., adımlar, 11., 12., 13. adımlar, 18., 19., 20. Adımlar ile 23., 24., ve 25 .adımlarda sürekli bir yapıştırma işlemlerinin olduğu görülmektedir. Bu işlemler her seferinde olan işlemler olduğundan yeni bir metot geliştirilmesi gerekmektedir. Burada yapılan işlem sürelerine baktığımızda her defasında birbirinden farklı sürelerde tamamlanan işlem sürelerin olduğu görülmektedir. Tüm bu işlemleri hızlandırmak ve efektif bir yapıştırma işlemi sağlamak ve yapıştırma işleminin kişiden kişiye değişmesini önlemek için bir yapıştırma şablonu/modeli geliştirilmelidir. Bu şablon daha öncede 5S aksiyon listesinde vurgulanan standart işlem tanımları sayesinde süreci basitleştirecek ve nihayetinde yapıştırma işlemi yeniden organize edilmiş olacaktır. Bu sayede kişiden kişiye değişen bir yapıştırma işlemi değil de yatağın her tarafında homojen bir şekilde dağılan bir iş ortaya çıkmış olacaktır. Son olarak 26.işlem adımı olan yapıştırma işlemi sonrasında gerçekleştirilen elle kontrol işlemi, işlerin standart hale getirilmesi ile birlikte elimine (E) edilmiş olacaktır. Aynı zamanda yatak imalatı

bölümünün paketlenme öncesi son prosesi olan kontrol bölümünde de bu işlem yapıldığından dolayı 2.bir kontrolün öncesinde yapılmasına da gerek olmayacak ve bu işlem adımı da ortadan kaldırılarak 47sn.'lik bir kazanç sağlanmış olacaktır.

ECRS analizi ile yapılan iyileştirmeler ve kazançlar tablosu, Tablo 3.16'de özet olarak gösterilmiştir.

Tablo 3.16 Yatak İmalatı ECRS Analizi Kazanç Tablosu

<i>İyileştirme</i>	229,40	adet / sn.
<i>Günlük Toplam İyileştirme</i>	126	dk. / gün
<i>Çevrim Süresi (C/T-Mevcut durum)</i>	16	adet /dk.
<i>İyileştirme Sonucu Sağlanan Günlük Artış (Adet)</i>	8	adet / gün
<i>İyileştirme (%)</i>	% 23	
<i>İyileştirme sonucu yeni çevrim süresi (C/T)</i>	12	adet / dak.

Proses Birleştirme ve İş Yüğü Dengeleme

Değer akış haritalama uygulaması yapılan yatak imalatı fabrikasında insan gücü ve makine kapasitesinin maksimum düzeyde kullanılması ve iş istasyonlarının en aza indirgenmesi amaçlarına yönelik üretim atölyesinde hat birleştirme ve dengeleme işlemleri yapılması öngörülmüştür. Bu bağlamda yatak imalatı fabrikasında, takoz-keçe atma ile sünger-kumaş yapıştırma proses çevrim sürelerinin birbirine yakın olması iş hattı dengeleme işleminin kolayca yapılabilmesini sağlamıştır. Bir önceki yalın uygulamada gerçekleştirilen sünger ve kumaş yapıştırma prosesi için ECRS analizi ile sünger-kumaş yapıştırma işleminde %23'lük bir iyileşme sağlanmış ve çevrim süresi 16 dakikadan 12 dakikaya düşürülmüştür. İş yükü dengeleme işleminde iki proseste kullanılan 2 adet 2 metrelik masa yerine çalışanında rahat hareket edebileceği 4 metre uzunluğunda (gelecek durumda takoz-keçe atma ve sünger-kumaş yapıştırma işlemleri birleştirildiği için aynı işlemleri art arda yapılmasını sağlayacak uzunlukta bir masa) yeni bir masa kullanılarak 2 işlem tek masada gerçekleştirilecek şekilde prosesler birleştirilmiş olacaktır. Böylelikle takoz-keçe atma ile sünger-kumaş yapıştırma prosesi arasındaki gereksiz 3 metrelik yürüme ile beraber her bir adette 4 saniyelik (günde yaklaşık 3 dakika) fazladan yürüme ortadan kaldırılmış olacaktır. Bununla birlikte mevcut durumda üretim alanının firmanın gelecek hedeflerini karşılamayacağı düşünüldüğünde iş birleştirme işlemi 5S faaliyetleri ile beraber mevcut alanın daha verimli kullanılmasını sağlayacak, operatörler için rahat hareket edebilme imkanı sağlayacaktır. Son olarak takoz-keçe atma ile sünger-kumaş yapıştırma proseslerinin birleştirilmesi ile sünger-kumaş yapıştırma prosesi tek başına bir proses olarak elimine edilmiş olacak ve buradaki mevcut durumda israf kaynağı olarak karşımıza çıkan 20 adetlik stokta ortadan kalkmış olacaktır. Böylelikle 20 birimlik stokun ortadan kalkması ile yeni çevrim süresinin 12 dk. olduğu göz önüne alınırsa toplam proses çevrim süresinde günde 240 dakikalık bir ara stok ortadan kaldırılmış olacaktır.

Tedarikçi Süpermarket Kurulumu

Firmada ki üretim akışı incelendiğinde mevcut durumda tedarikçiden hammadde sevkiyatı ayda bir yapılmaktadır. İşletme üretim için gerekli olan tüm hammadde ve yardımcı malzeme ihtiyacını Kayseri’de ki iki tedarikçi üzerinden sağlamakta ve stok seviyesi haftalık düzeye indiği andan itibaren yeniden sipariş vermektedir. Firma aylık olarak sipariş verdiğinden dolayı fabrika alanı yüksek oranda gelen hammadde stoku ile daha da daralmaktadır. İşletme üretim alanı olarak 1.100 m² kapalı alanı sahiptir. Bu alanda firma yatak imalatı ile beraber baza ve başlıkta üretmektedir. Üretilen ürünler, özellikle yataklar havaleli ürünler olduğundan tedarikçiden gelen hammaddeler üretim alanında çok yer kaplamaktadır. Bu yüzden fabrika içerisinde aylık stokla çalışmak, işletme için ciddi bir problem teşkil etmektedir. Çalışmada hammadde kabul noktasında Kayseri’den gelen malları Muş’ ta fabrikaya yakın bir noktada 600 m² lik bir depoda tutulması halinde tedarikçiye yakın bir noktada süpermarket oluşturarak fabrika içindeki hammadde stok seviyesini %50 oranında indirebilir. Böylelikle üretim akış süresini kayda değer oranda azalmış olacak ve üretim esnasında yalın üretime uygun olarak çekme esasına göre hammadde çekilmiş olacaktır. Bu sayede firmanın büyümek ve gelecek dönem hedeflerine ulaşabilmesi adına fabrika çalışma alanını daha verimli kullanarak stok alanlarının yeniden belirlenmesinde ve sınıflandırılmasında 5S çalışmalarına katkı sağlanmış olacaktır.

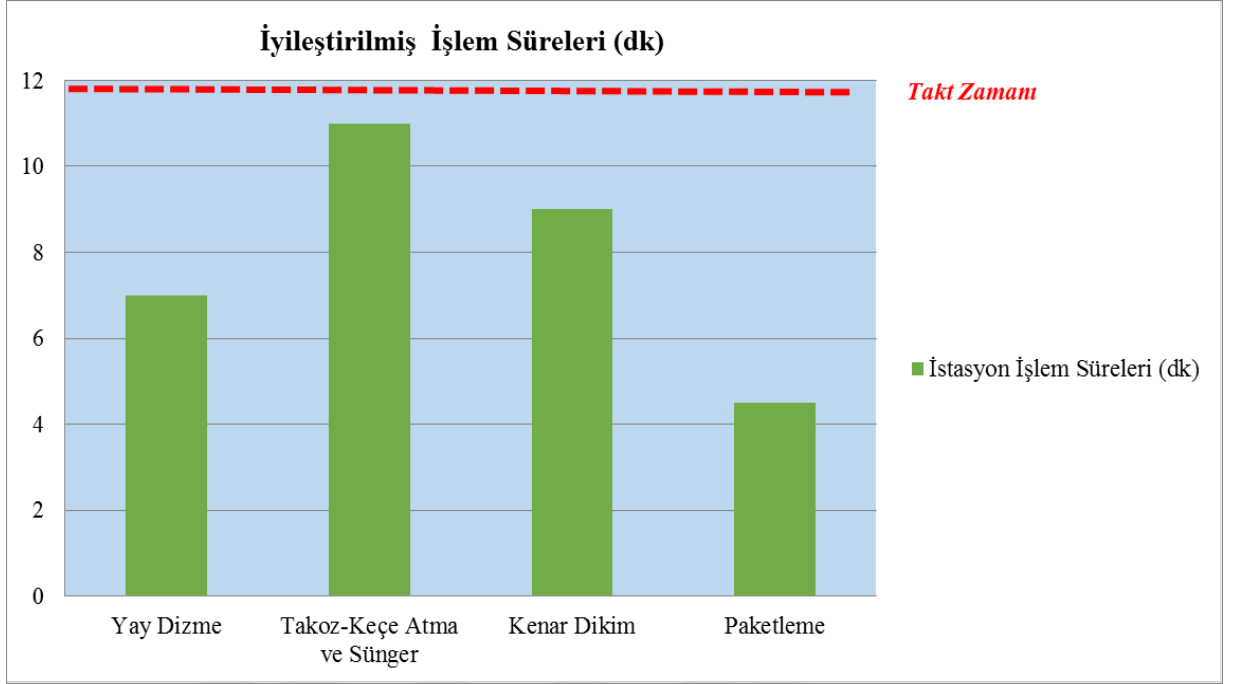
Firmanın yeni dönem (2017) için stratejisi, yatak imalatında %25 oranında büyümeyi hedeflemektedir. Firmada yapılan saha uygulamaları ile bu oran asgari yatırım ile rahatlıkla sağlanabilecek potansiyeldedir. Yapılacak iyileştirmeler ile mevcut Takt zamanını aşağı çekilerek, yeni dönemde yatak imalatı için haftalık 250 adete kadar yükselmesi halinde bile üretim dengelenmiş ve minimum yatırım yaparak %25’lik ilave üretim talebi karşılanmış olacaktır. Bu durum bile firmanın pazar hedeflerine ulaşılması için yeterli değildir. Firma sonraki yıllarda mevcut talebi karşılayabilmek için yeni bina yapımı ve daha çok otomasyona dayalı yatırım planları vardır. Çalışmamızda firmanın kısa dönem hedeflerini gerçekleştirmesi için firmada yalın dönüşümü sağlamak adına başlangıç olarak değer akış haritalama çalışması yapılmış ve kayıpların önlenmesi için üretimin nasıl yalın hale getirilmesi

ile ilgili, firmanın düşük bir yatırım bedeli ile %25'lere varan ilave talep miktarını sağlayabileceği gösterilmiştir. İyileştirmeler sonrası gelecek duruma iyileştirilmiş istasyon süreleri Tablo 3.17'de ve takt süresi ile karşılaştırılmalı grafiği Grafik 3.5'te verilmiştir.

Tablo 3.17 Gelecek Durum Yatak İmalatı İstasyon İşlem Süreleri ve Takt Süresi

İşlem	İstasyon İşlem Süreleri (dk.)
Yay Dizme	7
Takoz-Keçe Atma ve Sünger	12
Kenar Dikim	9
Paketleme	4,5

İyileştirme çalışmaları sonrası beklenen yeni istasyon süreleri, mevcut takt süresi olan 12 dakika ve altında olduğu görülmüş ve müşteri talebinin karşılanma hızı dengelenmiştir.



Grafik 3.5 Yatak İmalatı Gelecek Durum İstasyon İşlem Süreleri ve Takt Zamanı

3.3. Plastik Bidon ve Kova Üretim Fabrikası

Firma 1999 yılında 2 ortak ile kurulmuş olup Muş merkezde 2.400 m² alanda plastik peynir bidonu, ibrik ve yoğurt kovası üretimi yapmaktadır. Hammadde olarak granüline 1.kalite kopolimer ve geri dönüşümlü ürün kullanmakta ve 1.kalite hammaddenin tamamı İzmir-Aliağa'daki PETKİM fabrikasından temin edilmektedir. Firma geniş bir Pazar ağına sahiptir. Çevre illerden; Bitlis, Bingöl, Elazığ, Van, Siirt başta olmak üzere Doğu Anadolu bölgesinde 8 ile ürün göndermekte ayrıca güneyde Adana ve batıda Kayseri'ye kadar müşterileri mevcuttur. Doğu Anadolu'da Muş merkez olmak 3 ayrı bölgede daha bayilikleri vardır. Suriye'deki iç savaş başlamadan önce Halep vilayetine kadar ihracat yapabiliyorken şu an tamamen iç pazara yönelmiş durumdadır ve 2009'dan itibaren günümüze her yıl %10 büyüyerek Muş'ta ayakta kalmayı başarmış ve büyüme hedefleri olan vizyon el bir anlayış ile faaliyetlerini sürdürmektedir.

Fabrika Bilgileri

Kapalı Alan: 2.400 m²

Çalışan Sayısı: 18

Çalışma Düzeni: Üç vardiya; 07:00-15:00 / 15:00-23:00 / 23:00-07:00

Üretimin %75 'i Muş dışına, çevre illere, bayilere yapılmakta, kalan %25'lik üretim ise Muş'taki süt ürünleri üreticileri ve perakendecilere verilmektedir. Aylık toplam üretim miktarı 110.000 adet olup, ürün çeşidine göre adetler şöyledir;

- 2000 gr.: 23.000 adet
- 2.500 gr.: 10.000 adet
- 4.000 gr.: 40.000 adet
- 4.5000 gr.: 34.250 adet
- 5.000 gr. : 5.750 adet

Ürün ailesi seçimi:

Firmada yapılan değer akışı haritalandırma çalışması için belirlenen ürün ailesi; firmaya en fazla değer katan ve yıllık üretim içerisinde en yüksek paya sahip olan, firma için en fazla kar sağlayan “yoğurt kovası” olarak seçilmiştir.

3.3.1. Mevcut Durum Haritası

Fabrikada yoğurt kovası imalatı için makinalarda ölçümler yapılmış, ara stokları incelenmiş ve geçmiş üretim ve yeni sipariş verileri göz önünde bulundurularak mevcut durum haritası çizmek için gerekli veriler elde edilmiştir. İmalat proseslerine ve sevkiyata haftalık çizelge gönderilmektedir. Firma hem bayilerden aylık olarak gelen talepler hem de satış pazarlama bölümünden gelen siparişler doğrultusunda ana tedarikçiye 3 aylık tahmini siparişleri, 30 günlük kesinleşmiş siparişleri göndermektedir.

Yoğurt kovası imalatı için mevcut durum haritasının oluşturulabilmesi amacıyla işletmede ürünün üretilmesi için takip ettiği yol birebir incelenerek kaydedilmiştir. Verilerin elde edilmesi sürecinde gözlem, gerekli kayıtların tutulması ve ölçümlerin yapılması, gerektiğinde çalışanlarla doğrudan sözlü görüşme yapılmıştır. Üretim sürecine yönelik diğer veriler aşağıda verilmiştir.

a. Müşteri istekleri

Firmada kova üretimi aylık toplam 110.000 adettir. Firmanın mevcut üretimi talebi karşılayamamakta bu yüzden dışardan aylık 15.000 ile 20.000 adet ürün temin etmektedir. Üretimi tamamlanan kovalar, zamanında müşteride olacak şekilde firmanın kendisine ait 2 adet kamyonu ile müşterilerine iki haftada bir sevk edilmektedir.

b. Çalışma süreleri

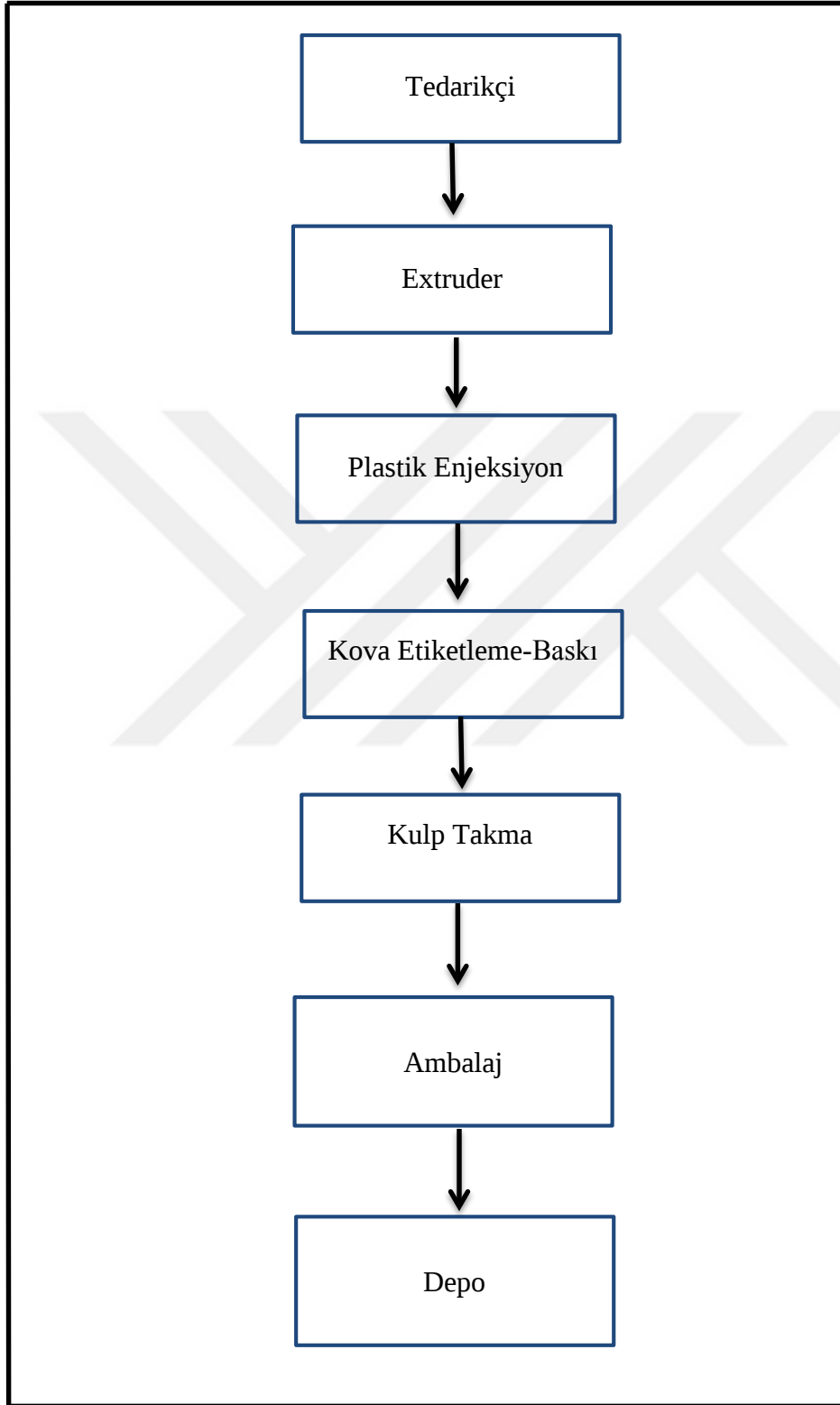
- Fabrika ayda 26 gün çalışmaktadır.
- Tüm üretim birimleri 3 vardiya olarak çalışmaktadır. Cumartesi günleri de tam mesai çalışma yapılmaktadır.
- Vardiyalar 8 saattir.

- Vardiyada 40 dakika yemek arası ve 15'er dakika öğleden önce ve sonra olmak üzere 30 dakika servis molası verilmektedir.

c. Üretim Prosesi

İşletme ana tedarikçi olarak İzmir'deki hammadde üreticisinden ayda bir kez kesinleşmiş hammadde sipariş etmektedir. Plastik yoğurt kabı imalatının fabrikadaki iş akış şeması aşağıdaki Şekil 3.10'da gösterildiği gibidir.





Şekil 3.10 Kova İmalatı Fabrika İş Akış Şeması

d. Proses Bilgileri

- 1. Extruder:** Tedarikçiden gelen granül halindeki plastik hammaddeyi giriş kısmındaki huni ile alarak hammaddeyi eritilip karıştırılması ve nihai şekli alacağı enjeksiyonun içerisine itilmesi.

Vardiya Sayısı: 3

Vardiyada Çalışan Kişi Sayısı: 1 kişi

Çevrim Süresi: 10 sn.

Kalıp Değiştirme Süresi (dk.): Yok

Fire Oranı: Yok

- 2. Enjeksiyon:** Plastik enjeksiyon prosesi, sıcaklık yardımı ile extruderden gelen eritilmiş plastik hammaddenin üretilecek ürüne ait kalıp içine enjekte edilerek şekillendirilmesi ve soğutularak kalıptan çıkarılması.

Vardiya Sayısı: 3

Vardiyada Çalışan Kişi Sayısı: 2 kişi

Çevrim Süresi: 17 sn.

Kalıp Değiştirme Süresi (dk.): 82

Fire Oranı: % 6

- 3. Kova Etiketleme-Baskı:** Enjeksiyon makinesinin kalıplarından çıkan kovalara, sıcak pres yolu ile ilgili firma etiketinin yapıştırılması, baskı yapılması.

Vardiya Sayısı: 3

Vardiyada Çalışan Kişi Sayısı: 1 kişi

Çevrim Süresi: 6 sn.

Kalıp Değiştirme Süresi (dk.): 78

Fire Oranı: % 0

- 4. Kulp Takma:** Etiketleme işlemi sonucu ambalajlama bölümüne atılan kovalara kulp takılma işlemi.

Vardiya Sayısı: 3

Vardiyada Çalışan Kişi Sayısı: 1 kişi

Çevrim Süresi: 10 sn.

Fire Oranı: % 0

5. Ambalaj: Bitmiş ürünlerin 50'şerli olarak istiflenip plastik bir ambalaja sarılıp paketlenmesi işlemi.

Vardiya Sayısı:3

Vardiyada Çalışan Kişi Sayısı: 2 kişi

Çevrim Süresi: 10 sn.

6. Depo: Sevkiyata hazır hale getirilen ürünleri saklama alanı.

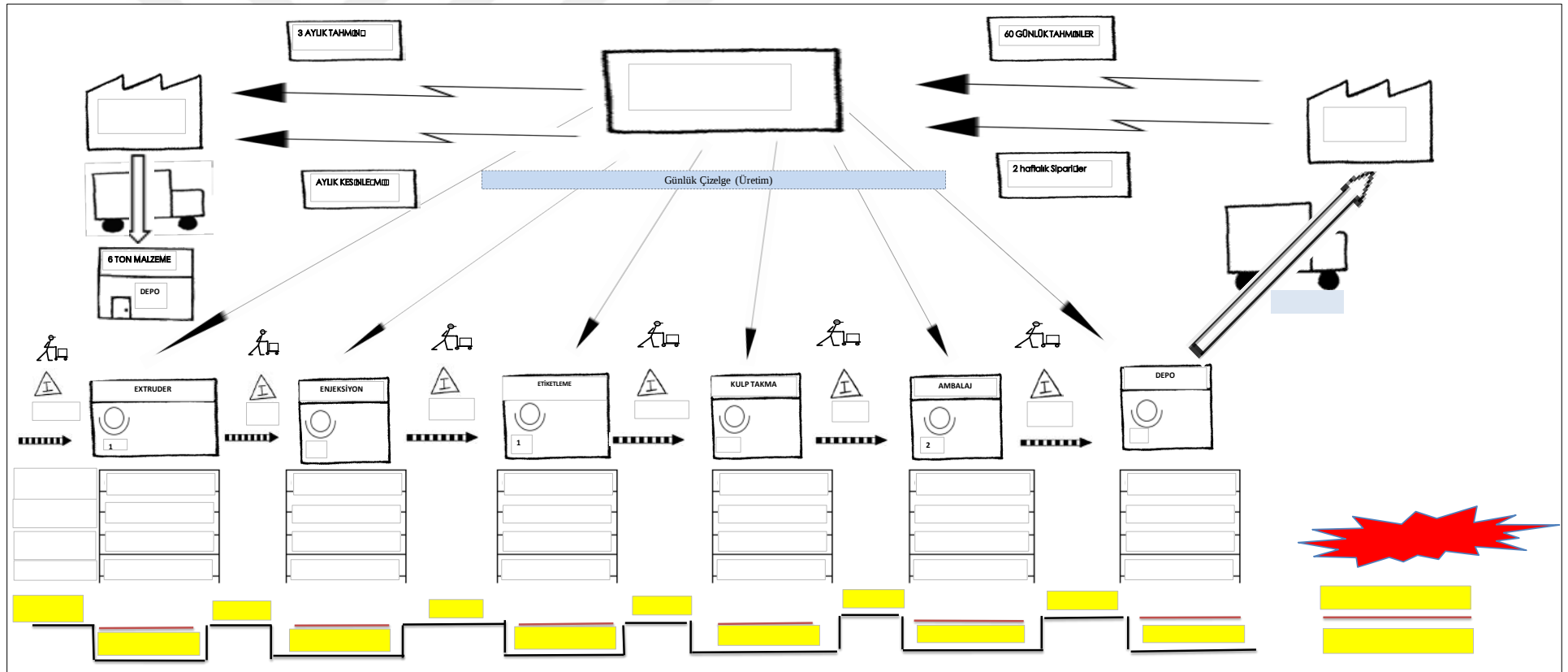
Vardiya Sayısı: 3

Vardiyada Çalışan Kişi Sayısı: 2 kişi

Çevrim Süresi: 11 sn.

Mevcut durum değer akış haritasının çizilmesinde öncelikle plastik kova imalatı süreci analiz edilmiştir. Fabrika yapılan gözlem ve toplanan veriler ışığında kova imalatı için Mevcut Durum Değer Akış Haritası Şekil 3.11'de çizilmiştir.

Şekil 3.11 Kova İmalatı- Mevcut Durum Değer Akış Haritası



3.3.2. Gelecek Durum Değer Akış Haritası

Mevcut durum haritasının oluşturulmasından sonraki aşama gelecek durum haritasının oluşturulmasıdır. Değer akışı haritalama, akışı oluşturmak için işletmelerin nasıl çalıştırması gerektiğini çok detaylı bir şekilde tanımlamamızı sağlayan nitel bir araçtır. İşletmede plastik bidon ve kova üretimi için yapılan değer akışında üretim sürecinde çok fazla israf kaynağı olduğu belirlenmiştir. Proses çevrim verimliliğine baktığımızda üretimdeki her 10.000 saniyenin sadece yaklaşık 3 saniyesini 1 adet yoğurt kovası üretmek için yapılan katma değerli iş olarak karşımıza çıkmaktadır. Şekil 3.11’de görülen mevcut durum değer akış haritası incelendikten sonra, tespit edilen israflar ve yapılacak iyileştirme çalışmaları gelecek durum değer akış haritasında ortadan kaldırılmaya çalışılmıştır.

TAKT Zamanı Hesabı

Yalın üretimin temel prensibi, gerekli parçaların gereken miktarlarda ve gerektikleri zamanda üretilmesidir. Bu prensibi yerine getirebilmek için takt zamanın bilinmesi gerekmektedir. Firmanın hedefleri doğrultusunda gelecek durum ile ilgili öngöründe bulunmak ve gelecek durum değer akış haritasının çizilebilmesi için takt zamanı bilinmelidir. Plastik bidon ve kova üretimi için yapılan takt hesabı Tablo 3.18’de gösterilmiştir.

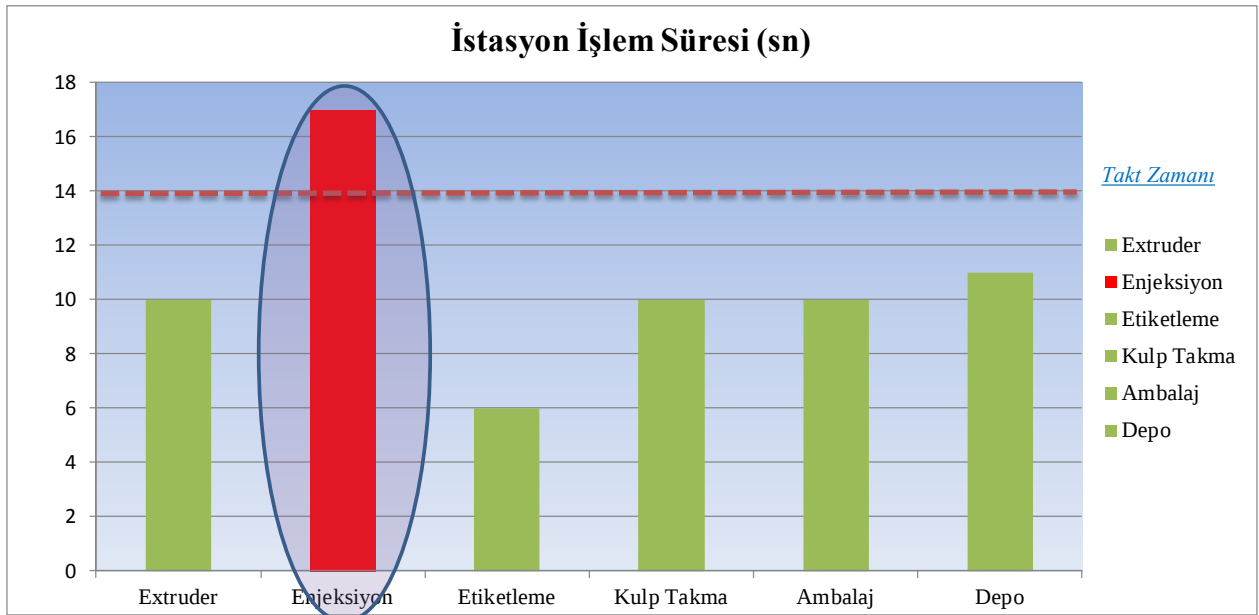
Tablo 3.18 Kova İmalatı İçin Takt Zamanı Hesabı

TAKT ZAMANI HESABI		
Günlük Talep Hesabı	Talep edilen kova adedi (adet/ay)	138000
	Aylık çalışma zamanı (gün)	26
	Günlük talep edilen miktar (adet)	5308
Vardiyada Planlanan Çalışma	Dakika / Vardiya (dk.)	480
	Planlı duruşlar (yemek) (dk.)	40
	Çay Molaları (dk.)	30
	Net Zaman (dk.) (1 vardiya)	410
	Günlük talep edilen miktar (adet/vardiya)	1769
	Dakikada üretilmesi gereken talep (dk.)	0,23
	Takt Zamanı (sn.)	14

Takt zamanı vardiya başına kullanılabilir ve çalışma süresinin (dakika) vardiya başına müşteri talebine (adet) bölünmesi ile hesaplanır. Tablo 3.18’de gösterilen takt hesabına göre gelecek durumda işletme her 14 saniyede 1 yoğurt kovası talebini karşılaması gerekmektedir. Bu durumda hat üzerinde yer alan her operasyonun bir adet kova için 14 saniye veya daha kısa sürede tamamlanması gerekmektedir. Aşağıda Tablo 3.19’da fabrikadaki istasyonların her bir işlemi yapma süreleri verilmiş ve takt zamanına göre proses süreleri Grafik 3.6’da gösterilmiştir.

Tablo 3.19 Mevcut Durum Yatak İmalatı İstasyon İşlem Süreleri

İŞLEM	İSTASYON İŞLEM SÜRESİ (SN)
Ergüder	10
Enjeksiyon	17
Etiketleme	6
Kulp Takma	10
Ambalaj	10
Depo	11

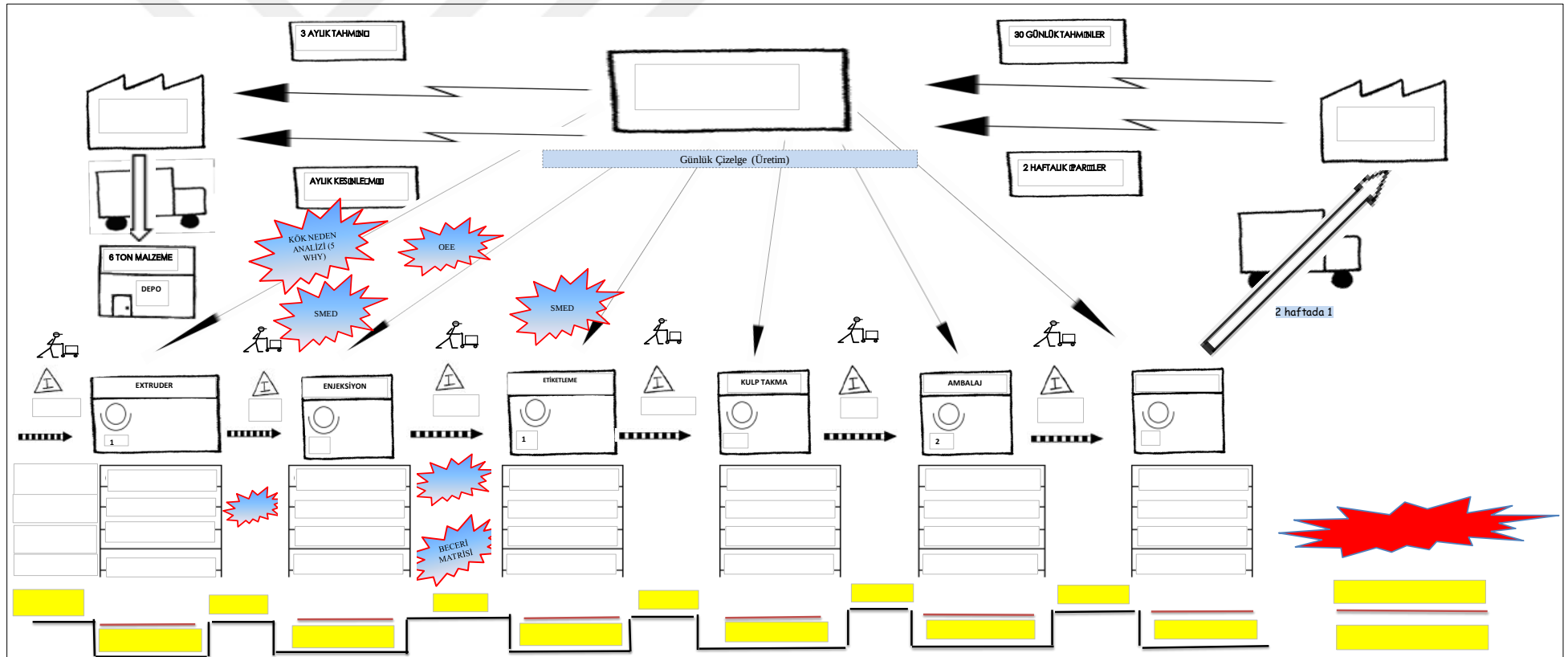


Grafik 3.6 Kova İmalatı-Mevcut Durum İstasyon İşlem Süreleri ve Takt Zamanı

Üretim süreci incelendiğinde enjeksiyon makinesi 17 saniyelik çevrim süresi ile takt zamanının üzerinde bir işlem süresine sahiptir. Takt zamanı referans alındığında bu değer belirtilen istasyonda envanter birikmesinin ve katma değersiz işlerin fazla olduğunu göstermesi açısından önemlidir.

İşletmede mevcut durum değer akış haritasının çizilmesinden sonra üretim sürecinin yalınlaştırılması için gerekli iyileştirme çalışmaları gelecek durum haritasında kaizen flaşları ile gösterilmiş ve bu doğrultuda önerilen iyileştirme çalışmaları ile birlikte yatak imalatı için gelecek durum değer akış haritası Şekil 3.12’de gösterilmiştir. Mevcut durum değer akış haritasında dikkat çeken; yüksek stok seviyeleri, fazladan yürümler, iş kayıpları gibi etmenler gelecek durum değer akış haritasında giderilmeye çalışılmıştır.

Şekil 3.12 Kova İmalatı-Gelecek Durum Değer Akış Haritası



Kova imalatı fabrikasının üretim süreçleri incelendiğinde akış içerisinde verimsizlikler mevcuttur. Bunun nedenleri arasında fabrikada 5S çalışmalarının yapılmamış olması, kalıp değiştirme işleminin çok uzun sürmesi, çalışanlarının becerilerinin yetersiz oluşu ve iş standartlarının oluşturulmamış olması birincil nedenlerdir. Oluşturulan gelecek durum haritası ile değer katmayan ve israf olarak adlandırılan bu faaliyetlerin ortadan kaldırılması ya da en aza indirilmesi amaçlanmıştır. Gelecek durumda katma değerli işlerin toplam çevrim süresi 64 saniyeden 54 saniyeye indirilirken, proses çevrim süresi 2,80 günden 1,76 güne indirilmiştir. Aynı şekilde proses çevrim verimliliği ise %0,032' den %0,035'e yükselttilerek, proses çevrim verimliliğinde % 9, çevrim süresinde de %16 ve toplam proses süresinde %23 oranında bir kazanç sağlanmış olacaktır.

3.3.3. İyileştirme Çalışmaları

Kök Neden Analizi-5 Neden?

Kök neden; herhangi bir problemin arkasında yatan temel sebep olarak tanımlanabilir. Kök neden tespit edilip ortadan kaldırıldığı durumda, kök nedenin yol açtığı problemin tekrar etmesi de önlenmiş olacaktır. Problemlerin altında yatan kök nedenleri tespit etmek üzere gerçekleştirilen süreç ise “Kök Neden Analizi (Root Cause Analysis)” olarak isimlendirilmektedir (Rooney ve Heuvel, 2004). Balık kılçığı, Nominal grup tekniği, 5 Neden? ve Sebep ve etki diyagramları kök neden analizinde kullanılan birtakım tekniklerdir. Kök neden analizi esasında, problemler ortaya çıktıktan sonra işletilen bir süreçtir. Bu yönü ile kök neden analizi yapılarak, meydana gelen problemlerin altında yatan asıl nedenler tespit edilebilir ve kalıcı çözümler üretilip problemlerin bir daha tekrar etmesi önlenabilir.

Bu tekniklerden firmadan uygulaması yapılan 5 Neden Analizi üretim sonucunda üründe meydana gelen problemlerin nedenlerini geriye doğru inceleyerek ele alan, problemin asıl ve temel sebebinin ne olduğunu anlaşılması amacı ile uygulanmıştır. Bu analizde üretim ekibi ile beraber sadece beş kez “neden” sorusunu sorarak problemi oluşturan asıl nedenin ne olduğunu anlaşılma çalışılmıştır.

Genellikle 3.neden sorusunda kök neden ulaşılsa da, çalışmayı yapan ekip problemin ana nedeninin tanımlandığı konusunda fikir birliğine ulaşmaya veya cevapların anlamsızlaşmaya başladığı yere kadar neden sorusu sorulur.

Plastik bidon ve kova üretim fabrikasında yapılan kök neden analizinde Tablo 3.20’de hazırlanan 5 Neden? tekniği kullanılarak üretimde meydana gelen ve sıkça tekrarlanan “Kovalarda Şekil Bozukluğu” hatasının neden kaynaklandığını ve çözüme ilişkin aksiyon listesi hazırlanmıştır.



Tablo 3.20 Kova İmalatı Kök Neden Analizi-5 Neden Formu

KÖK NEDEN ANALİZ-5 NEDEN FORMU (5 WHY)							
TARİH: Kasım 2016		Tüm Operatörler					
Problem	Potansiyel Alt Problemler					YAPILMASI GEREKENLER	
	NEDEN (1)	NEDEN (2)	NEDEN (3)	NEDEN (4)	NEDEN (5)	AKSİYON	SORUMLU
1 Kovalarda şekil bozukluğu	1.Kalıp sıcaklığının düşük olması	1.1. Soğutma su sıcaklığının değişken olması	1.1.1. Kış mevsiminin erken başlaması ve hava değişmesinden dolayı su sıcaklığının değişmesi			1. Çillere termometre ve ısıtıcı konulması	Masum Özdemir
2 	2.Baskının düşük olması	1.2. Operatörlerin ne yaptıklarını bilmemesi	1.2.1 Operatörlerin eğitimsiz oluşu	1.2.1.1.Firmanın kurumsal eğitim programının olmayışı		2. Operatörlere eğitim verilmesi, Beceri Matrisinin oluşturulması	Cumali Öter
3		1.3. Kalıbın içindeki ısıtıcıların arızalanması	1.3.1 Elektriklerin düzensiz gelmesi	1.3.1.1. Elektrik dağıtım şirketinin alt yapıyı tamamlamamış olması.		3. Elektrik geriliminin ölçülmesi ve regülatör konması	Masum Özdemir, Deniz Alkın
4		2.1. Kalıp değişim sürecinde kalıp ayarlarının çok zaman alması	2.1.1 Kodlama işleminin standardının olmayışı	2.1.1.1.Firmanın kurumsal eğitim programının olmayışı		4. Çalışanlara SMED eğitiminin verilerek kalıp değişiminde kullanıma alınması	Masum Özdemir
5		2.2. Operatörlerin eğitim eksikliği (Baskı değerlerini değiştirmeleri)	2.2.1 Operatörlerin eğitimsiz oluşu			5. Firmada beceri matrisi yardımıyla esnek işgücünün oluşturulması	Masum Özdemir
6							

Plastik bidon üretim fabrikasında yapılan kök neden analizinde, problem çözme tekniği olarak 5 Neden? tekniği kullanılmıştır. 07:00-15:00 vardiyasında çalışan tüm operatörlerin katılımı ile öncelikle problemin tanımlaması yapılmış ardında yatan sebepleri bulmak üzere “neden” sorusu sorularak sorunun kaynağına inilmeye çalışılmıştır. Firmada üretilen ürün ile ilgili yaşanan en büyük sorunlardan bir tanesi kovalarda baskı-şekil bozukluğunun olması ve dolayısı ile fire oranının fazla oluşu problemidir. Problemi oluşturan sebepleri bulmak için neden soruları sorulduğunda bu problemi ortaya çıkaran 2 ara problemin olduğu görülmüştür. Bu problemler çalışmaya katılan tüm ekibin ortak görüşüne göre;

- Firmanın kurumsal eğitim programının olmayışı ve
- Elektrik dağıtım şirketinin alt yapıyı tamamlamamış olması olarak belirtilmiştir.

Nihayetinde ortaya konan bu alt problemler ile beraber ana sorunun çözümü için 5 ayrı aksiyon tespit edilmiş ve bu aksiyonların gerçekleşmesi için sorumlular tayin edilmiştir. Aksiyon listesi firma sahibinin nezaretinde tüm operatörlerin katılımı ile hazırlanmıştır. Belirlenen eylemlere göz önüne alındığında operatörlerin becerilerinin geliştirilmesi ve kalıp değişiminde yer alan bazı işlemlere yönelik eğitim programlarının oluşturulması öne çıkmaktadır.

5S Çalışması

5S tekniği, çalışma alanının daha düzenli ve kullanılabilir olması için standartlaştırılmış uygulamalara dayanır. 5S çalışma alanını düzenler, gereksiz olan her şeyi azaltır ve sonuç olarak etkin bir çalışma ortamı sağlar. İşletmede yapılan gözlem ve incelemeler sonucunda 5S uygulamasına yönelik herhangi bir çalışmanın yapılmadığı görülmüştür. Mevcut durumda işletme 2.400 m² kapalı alanda faaliyet göstermektedir. Ancak mevcut durum, gelecek dönem üretim hedeflerinin karşılanmasına yetmediği gibi şu anki haliyle de verimliliği düşürmektedir. Bunun yanında mevcut durumda işletmede bir düzensizlik olduğu, malzemelerin rasgele yerleştirildiği gözlemlenmiştir. Bu durum özellikle kalıp değişim esnasında gereksiz hareket ve zaman kaybına neden olmaktadır. Bu kapsamda tablosu 5S ile ilgili aksiyon tablosu Tablo 3.21’de listelenmiştir.

Tablo 3.21 Kova İmalatı 5S Aksiyon Listesi

AKS. NO	MEVCUT DURUM	PROBLEMİN TANIMI	AKSİYON	SORUMLU
1		Kalıp değişim ve ayar kontrollerini yapmak için kullanılan yardımcı malzemeler dağınık olarak her yerde bulunmaktadır.	Takımhane düzeninin oluşturulması.	Cumali Öter
2		Enjeksiyon bölümünde kalıplar dağınık, karışmış ve kimlikleri oluşturulmamış.	Kalıp ömürlerinin takibi, kimliklerinin belirlenip, kalıpların stoklanması için enjeksiyon makinesinin karşısındaki alanda yeni bir muhafaza alanı düzenlenmesi yapılacak	Cumali Öter- Zafer Yıldız
3		Kalıp değişim sırasında operatörlerin işleri belli bir sıralama dahilinde yapmadığı gözlemlenmiştir. Bu yüzden bir kez gitmeleri gereken yere birkaç kez gitmelerinden dolayı fazla ve gereksiz yürümeler ortaya çıkmıştır.	Tüm vardiyalardaki operatörlerin enjeksiyon hattı için kullanacağı Fonksiyonel Standardizasyon Talimatı hazırlanacak.	Masum Özdemir- Cumali Öter
4		Vardiyalardaki hiçbir operatörün koruyucu ekipman kullanmadığı tespit edilmiştir. Bu durum işçi sağlığı ve güvenliği açısından tehdit oluşturmaktadır.	İş sağlığı ve güvenliği eğitimi rutin olarak tekrarlanacak , çalışanların koruyucu ekipman takmaları sağlanacak	Masum Özdemir- Cumali Öter

Firmada yapılan 5S bilinçlendirme ve problemlerin çözümüne ilişkin aksiyonların yansira bu faaliyetlerle elde edilecek kazanımlar Şekil 3.13 ve 3.14’te önce-sonra kaizen olarak gösterilmiştir.

TARİH:	Ara.16	İYİLEŞTİRME EKİBİ:	Cumali Öter-Zafer Yıldız	TESİS:	KOVA İMALATI	İYİLEŞTİRME NO:	KZL.0002
ÖNCE				SONRA			
							
Problem: İSG kurallarının çalışanlar tarafından öneminin yeteri kadar anlaşılmadığı görülmüştür (Koruyucu ekipmanların kullanılmaması).				Çözüm: İş Güvenliği ile ilgili aylık eğitim verilmesi ve fabrika sahası içerisinde başlık ve eldiven takılmadan iş yapılmaması.			
				Kazanç: Üretim esnasında oluşabilecek herhangi bir kaza anında yaralanma riskleri asgariye indirilmiş olacak Firma ani denetlemeler sırasında karşılaçağı olası yasal yaptırımlara maruz kalmayacak			

Şekil 3.13 Kova İmalatı Önce-Sonra Kaizen 2-

Plastik kova ve bidon üretimi yapan fabrikada zaman zaman operatörlerden kaynaklı zaman zaman da üst yönetimden kaynaklı olarak iş sağlığı ve güvenliğine ilişkin sürdürüle gelen herhangi bir faaliyetin veya önleyici birtakım faaliyetlerin alınmadığı gözlemlenmiştir. Gerek enjeksiyon hattı, gerek şişirme hattı çalıştıkları anda yüksek basınç ve ısı altında çalışmakta ve gerekli önlemlerin alınmadığı ve

işçilere iş güvenliği ile ilgili gerekli eğitimin verilmediği durumlarda ağır yaralanmalara hatta can kaybına sebebiyet verecek tehlikeleri barındırmaktadır. Bu iki ünitenin yansıra işletmede plastik geri dönüşüm sağlamak için haftada 2 kez çalıştırılan bir kırıcı makinesi vardır. Bu makine çalıştığı anda iş sağlığı ve güvenliği kanununda belirtilen önlem alma eşiği olan 85 desibelden daha fazla, makine özelliklerine göre 90 desibele kadar ses çıkarmakta, bu sebeple çalışanlarda zamanla duyma kayıplarına yol açabilmektedir. Ayrıca kırıcı makinesi içine giren plastik malzemeler yüksek hızla dönen çarkların arasından beklenmedik anlarda sıçrayarak sağa sola parça savurabilmektedir. Tüm bu unsurlar göz önüne alındığında işletmede işçi sağlığı açısından ciddi bir risk olduğu açıktır. Bu yüzden yapılan çalışmada saha içinde operatörlerin nasıl ve hangi ekipmanlarla donatılması gerektiği firma sahibine anlatılmış ve örnek olarak, şişirmede çalışan bir işçiye nasıl çalışması gerektiği ile ilgili görsel olarak gösterilmiştir.

TARİH:	Ara.16	İYİLEŞTİRME EKİBİ:	Tüm Operatörler	TESİS:	KOVA İMALATI	İYİLEŞTİRME NO:	KZL0003
ÖNCE				SONRA			
							
Problem: Kalıp bağlama ve mekanik işlemlerin yapılmasını sağlayan yardımcı malzemeler kayış, rulman, cıvata, somun, anahtar vb. fabrikada saha içinde dağınık bir vaziyette bulunmakta bu durum hazırlık sürelerini arttırmaktadır.				Cözüm: Önceleri herhangi bir zamanda herhangi bir yerde olan tezgah takım ve yedek parçalarının tamamı bundan sonra takımhane düzeninde muhafaza edilmesi gerekmektedir. Kazanç: -Ayar ön hazırlıklarının zamanında yapılması sağlanmış ve ön hazırlık süreleri kısaltıldı -Arama kayıpları ortadan kaldırıldı -Yedek parça ve takımlardaki arıza ve eksikler zamanında fark edilerek giderildi.			

Şekil 3.14 Kova İmalatı Önce-Sonra Kaizen 3

Firma şu ana dek herhangi bir yalın üretim danışmanlığı veya uygulaması ile tanışmadığından dolayı 5S kavramı ile olması gerekenlerle ilgili hem fikir olunması rağmen aksiyon alma noktasında şimdiye kadar herhangi bir girişimde bulunmamıştır. Firmada Şekil 3.14'te gösterilen örnek uygulamada 5S'in neden önemli olduğu ve nasıl yapılması gerektiği, vardiyadaki ekibin tamamını çalışmanın içine katarak uygulamalı olarak gösterilmiştir. Yapılan uygulama enjeksiyon makinesindeki talimatlar hariç 3S ile sınırlı kalmıştır.

Beceri Matrisi

Yalın üretim felsefesinde çalışan çok değerlidir ve önemlidir. İşletmelerin başarısı ve performansı geniş ölçüde elindeki kaynakların, özellikle en önemli unsuru oluşturan insan gücünün en etkin ve verimli bir şekilde kullanılmasına bağlıdır. Nihayetinde verimli tezgah operasyonları yetenekli işçiler gerektirir. Bu yüzden işletmeler yalın üretim içerisinde esnek işgücü kabiliyetine haiz olmaları gerekmektedir. Bu nedenle birden fazla iş istasyonunda çalışabilecek niteliğe sahip çalışanlara ihtiyaç vardır.

Firmada değer akış haritalama çalışması yapılan plastik enjeksiyon bölümünde toplamda 6 proses bulunmakta ve bu prosesler içerisinde işçi beceri ve kabiliyetinin sorun olarak görüldüğü proses, daha çok enjeksiyon makinesine kalıpların bağlanması aşaması ve makineye ait kodların, ayarlamaların yapıldığı bölüm olarak karşımıza çıkmaktadır. Bu durum nihai ürün alma sırasında fire oranını arttırmakta dolayısı ile zaman, enerji ve hammadde israfına yol açmaktadır. Enjeksiyon hattında makine ile ilgili bilgi sahibi olan ve makinenin bakımı dahil çalıştırılması ile ilgili en yetkin ve tecrübeli kişi aynı zamanda firma ortağı haftada 3 gün çift vardiya çalışan vardiya müdürüdür. Bu çalışan dışında çalışanların beceri düzeyleri farklılık göstermekte ve vardiya müdürünün olmadığı durumlarda zaman zaman üretim aksamakta, fire oranı hayli artmaktadır. Bu durum firmanın üretimde sürdürülebilirliği sağlaması açısından ciddi risk oluşturmaktadır. Çünkü vardiya müdürünün olmadığı veya makineye müdahalenin yapılamadığı durumlar firma için kayıp anlamına gelmektedir. Bu yüzden bu duruma çözüm olarak firmanın operatörleri tam olarak eğitmesi ve beklenen uzman çalışan seviyelerine taşınması ve bunu sistematik olarak, düzenli olarak belli aralıklarla kontrol etmesi gerekmektedir.

Tablo 3.22’de oluşturulan beceri matrisi tablosunda plastik enjeksiyon hattında çalışan tüm işçiler için yaptığı işler ve yapması beklenen işler çaprazlama olarak oluşturulmuş ve çalışma sonrası bu doküman firma sahibine verilerek firmanın beklenti düzeyi ve çalışanların yetkinlik düzeyi ile istenen yetkinlik düzeylerinin ne olması gerektiği hakkında somut bir bilgi formu oluşturulmuştur.



Tablo 3.22 Kova İmalatı Fabrikası-Beceri Matrisi

0. Bilmeme Durumu	Bilgisiz		Bilgisiz Öğreniyor Nezaretle Yapar Kendi başına yapar Öğretir PLASTİK ENJEKSİYON											
1. Teorik Bilgi Sahibi	Teorik Bilgi													
2. Bir düzeyde yapabilir	Deneyimsiz													
3. Güvenli Yapabilir	Deneyimli													
4. Başkalarına Öğretebilir	Uzmanlaşmış, Eğitimci													
BECERİLER	ENJEKSİYON MAKİNESİ BAĞLANTI AYARLARINI YAPMAK		ENJEKSİYON SICAKLIK AYARLARINI YAPMAK		ENJEKSİYON SU VE HORTUM AYARLARINI YAPMAK		BASKI ÜNİTESİNDE KOD GİRİŞLERİNİ YAPMAK		MEKANİK KONTROLLER(Zincir,dişli, kayış, rulman)		MONTAJ EKİPMANLARINI KULLANMA		KONTROL PANELİ KODLARIN GİRİLMESİ	
PERSONEL	Beklenen (hedef)	Gerçekleşen	Beklenen	Gerçekleşen	Beklenen	Gerçekleşen	Beklenen	Gerçekleşen	Beklenen	Gerçekleşen	Beklenen	Gerçekleşen	Beklenen	Gerçekleşen
Zafer Yıldız	4	4	4	4	4	4	3	2	4	3	4	3	4	2
Emin Aslan	4	2	4	4	4	4	3	2	4	3	4	4	4	2
Recep Çapkur	3	2	1	1	1	1	3	3	3	3	3	2	3	1
A.Basit Bolat	3	2	4	4	4	3	3	2	3	3	3	3	3	2
Muhammed Çağlayan	3	3	4	4	4	4	3	3	4	4	4	3	4	3
İsmail Bahadır	3	3	1	1	3	3	2	2	4	4	2	2	1	1
Cumali Öter	4	3	4	4	3	3	4	4	3	3	2	2	4	4

Yalın üretim sisteminin tasarımında çalışanların çok fonksiyonlu olmaları beklenir. Bu nedenle birden fazla iş istasyonunda çalışabilecek niteliğe sahip çalışanlara ihtiyaç vardır. Oluşturulan Beceri Matrisi ile imalat bölümündeki tüm çalışanların kabiliyet düzeyleri ve kendilerinden beklenen yetkinlikler firma sahibi (işe alımları yapan) ve imalat müdürü ile beraber “0” bilgisiz düzeyden başlayarak “4” uzman öğretici seviyeleri arasında derecelendirilmiştir. Amaç her çalışan için bilgi ve beceri düzeylerini bir üst dereceye getirmek ve tüm çalışanları “4” seviyesinde uzman öğretici olarak yetiştirmektir. Hazırlanan beceri matrisinde 3 farklı renk düzeni kullanılmıştır. Çalışandan beklenen beceri düzeyi 0-4’e sıralanırken, gerçekleşen yetkinlik düzeyi eğer beklenen ile aynı seviyede ise “yeşil”, eğer beklenenden düşük ise excelde ilgili hücre “kırmızı” ya dönmekte eğer beklenenden fazla ise “mavi” ye dönmektedir. Gerçekleşen beceri düzeyinin mavi renkte olması çalışanın performansının o iş ile ilgili yüksek olduğunu göstermektedir. Müdahale edilmesi gereken yerler ilk etapta gerçekleşen beceri düzeyi kırmızı renkte olanlar olup amaç çalışanları belli bir zaman aralığı ve plan dahilinden 4 seviyesine çekmektir. İşletme için hazırlanan beceri matrisi ile çalışanlar arasında iş rotasyonunu gerçekleştirebilmek için eğitim ihtiyacı doğrultusunda gerekli eğitim programları düzenlenmelidir. Eğitim programında hangi operatörün, ne zaman eğitim alacağı, eğitimi kimin vereceği, eğitimin ne kadar süreceği ve eğitim sonucunun değerlendirilmesi konuları ile ilgili bilgiler yer alır. İş gücü eğitim programlarının uygulanması ile operatörlerin çok fonksiyonlu olmaları sağlanır. Ayrıca ani veya toplu işten ayrılma durumunda her işçinin de tüm makineleri kullanabilecek beceride ve bilgide olması için rotasyona tabi tutulması gerekmektedir. İş rotasyonu çerçevesinde her işçi, bulunduğu atölyedeki tüm işleri sıra ile dolaşarak öğrenmekte ve zamanla bu işlerde uzmanlaşmaktadır. Firma için oluşturulan beceri matrisi ile firma özellikle plastik enjeksiyon hattında çalışan işçilerin gelişim düzeylerini yakından takip edebilecek ve bundan sonrası için yedekli çalışma prensibini sistematik hale getirerek kısa-orta vade işgücü planlamasını yapmasını sağlayacaktır.

SMED

Monden (1994: 121) SMED (Single Minutes Exchange of Dies)'i, tekli dakikalarda kalıp değiştirebilme olarak tanımlar. Bu ismini tek dakikalık kalıp değişmesini baş harflerinden almıştır ve setup (bir üründen diğer ürüne geçiş) süresini 10 dakikanın altına (tek dijital dakikalara) düşürmek için uygulanır. SMED, kalıp değiştirme veya tezgahı üretime hazırlamak için kullanılan sürenin kısaltılabilmesini gerçekten sağlayabilen, sistematik bir yaklaşımdır. Yalın üretime en verimli şekilde kullanmayı ve ayar zamanlarının kısalmasına bağlı avantajları sağlayacak yöntem, ‘Bir Dakikada Kalıp Değişimi (SMED)’ olarak isimlendirilmiştir. SMED çalışmasından fayda sağlamak ve kalıp değiştirme sürelerinin kısaltılmasını sağlamak ancak diğer yalın tekniklerin birlikte kullanılması ile mümkün olabilir.

Plastik bidon ve kova üretim fabrikasında yapılan SMED çalışmasında, aylık en fazla üretime yapılan 4.000 gr.’lık yoğurt kovası üretimine ait kalıp değişimi süreci incelenmiştir. Mevcut durum değer akış haritasındaki takt süresinin üzerindeki tek proses olan enjeksiyon hattında yapılan SMED alışması Tablo 3.23’te verilmiştir. Yapılan bu çalışma ile 2.500 gr.’lık kovadan 4.000 gr.’lık kovaya geçerken 195 dakika olan kalıp değişim süresi aşağıya çekilmeye çalışılmıştır.

Tablo 3.23 Kova İmalatı SMED Çalışması

	İŞLEM ADIMLARI	İŞLEMİ YAPAN	Süre (DK)	SET UP TÜRÜ	SET UP HEDEFİ	BECERİ GELİŞTİRME POTANSİYELİ (%10-%50) -DK-	5 S POTANSİYELİ (%10-%20) (DK)	ONLEM	İyileştirme Sonrası Süre (DK)
1	2,5 lt.lik eski kalıbın sökülmesi	Zafer Y.-Emin A. (Makine Operatörü)	10	İÇ SETUP	İÇ SET-UP	0	Yeniden organizasyon	Elektronik sistem kurulması-caraskal yerine	7
2	Eski kalıba caraskal montajının yapılması	Zafer Y.-Emin A. (Makine Operatörü)	9	İÇ SETUP	İÇ SET-UP			Elektronik sistem kurulması-caraskal yerine	
3	Eski kalıbın dışarı alınması	Emin A. (Makine Operatörü)	6	İÇ SETUP	İÇ SET-UP			Elektronik sistem kurulması-caraskal yerine	
4	4 lt.lik kalıbın getirilmesi	Zafer Y. (Makine Operatörü)	5	İÇ SETUP	İÇ SET-UP			Elektronik sistem kurulması-caraskal yerine	
5	Yeni kalıbın bağlama aparatlarının getirilmesi	Zafer Y. (Makine Operatörü)	3	İÇ SETUP	İÇ SET-UP' IN DIŞ SET-UP' A ALINMASI	0	3	5S	0
6	Yeni kalıbın caraskal ile montajının yapılması	Zafer Y.-Emin A. (Makine Operatörü)	10	İÇ SETUP	İÇ SET-UP	0	Yeniden organizasyon	Elektronik sistem kurulması-caraskal yerine	6
7	4 lt.lik yeni kalıbın makine içine yerleştirilmesi	Zafer Y.-Emin A. (Makine Operatörü)	8	İÇ SETUP	İÇ SET-UP			Elektronik sistem kurulması-caraskal yerine	
8	Hava hortumlarının ve su giderlerinin (rekorlarının) değişimi	Emin A. (Makine Operatörü)	12	İÇ SETUP	İÇ SET-UP' IN DIŞ SET-UP' A ALINMASI	1,2	2,4	5S VE BECERİ GELİŞTİRME	8,4
9	2,5lt.lik etiket magazininin sökülmesi	Zafer Y. (Makine Operatörü)	7	İÇ SETUP	İÇ SET-UP' IN DIŞ SET-UP' A ALINMASI	0,7	0,7	5S VE BECERİ GELİŞTİRME	5,6
10	4 lt.lik etiket magazinini getirilmesi	Zafer Y. (Makine Operatörü)	2	İÇ SETUP	İÇ SET-UP' IN DIŞ SET-UP' A ALINMASI	0	0	-	2
11	4 lt.lik etiket magazinini makine için yerleştirilmesi	Zafer Y. (Makine Operatörü)	10	İÇ SETUP	İÇ SETUP	2	0	BECERİ GELİŞTİRME	8
12	Etiket dummy (yeni etiket kalıbı) değişimi (2,5 lt. çıkarılıp, 4 lt.lik takılması)	Zafer Y. (Makine Operatörü)	15	İÇ SETUP	İÇ SET-UP' IN DIŞ SET-UP' A ALINMASI	3	1,5	5S VE BECERİ GELİŞTİRME	10,5
13	Robota(etiketleme makinesine) etiket yüklemesi	Zafer Y. (Makine Operatörü)	20	İÇ SETUP	İÇ SET-UP' IN DIŞ SET-UP' A ALINMASI	2	2	5S VE BECERİ GELİŞTİRME	16
14	Otomatik kalıp ayarlarının yapılması-Kodların girilmesi	Cumali Ö.(Vardiya Müdürü)	17	DIŞ SETUP	DIŞ SETUP	8,5	0	BECERİ GELİŞTİRME	8,5
15	Kalıp ısılarının hazır hale getirilmesi	Emin A. (Makine Operatörü)	2	DIŞ SETUP	DIŞ SETUP	0	0	-	2
16	Etiketleme makinesinin kodlarının girilmesi	Zafer Y. (Makine Operatörü)	24	DIŞ SETUP	DIŞ SETUP	12	0	BECERİ GELİŞTİRME	12
17	Ürün numune alınması (sorunsuz ürün çıkana kadar ayarların tekrar tekrar yapılması)	Emin A. (Makine Operatörü)	35	DIŞ SETUP	DIŞ SETUP	17,5	0	BECERİ GELİŞTİRME	17,5
			195			46,9	9,6		136,5

Fabrikada yapılan SMED çalışmasında kalıp değişimine ait tüm işlemler adım adım listelenmiş ve bu işlemlere ait süreler kronometre ile tutulmuştur. Kalıp değişim sürelerini aşağı çekerken yapılan işlemler iç setup ve dış set up olarak ayrımı yapılarak, bu işlemlerden iç setup olanların dış setupa alınması için aksiyonlar geliştirilir.

- İç Setup; Kalıp değişimi için mutlak suretle tezgâhın durdurularak yapılması gereken faaliyetler,
- Dış Setup; Makina çalışır durumdayken (üretim yaparken) yürütülebilecek faaliyetler olarak tanımlanır.

Mevcut süreç incelendiğinde toplam kalıp değişim süresi 195 dakika olarak tespit edilmiştir. Bu sürenin %60'lık dilimi yani 117 dakikasının içsel, %40'lık kısmının yani 78 dakikasının dışsal işlem olduğu tespit edilmiştir. SMED çalışmasında amaç, ilk aşamada iç setup faaliyetlerinin dış setup'a kaydırıla bilirliğinin etüt edilmesi ve mümkünse iç set up işlemlerinin dış set up'a kaydıracak bir şekilde yeniden organize edilmesidir. Kısaca amaç; makine duraksamadan asgari düzeyde işlemlerin yapılmasını sağlamaktır. Bunun için öncelikle fabrikada kova üretim hattında yapılan SMED uygulamaları ve uygulanacak 5S çalışmaları ile fabrikada renkli takım hane düzeni oluşturulması önerilmiştir. Önceleri herhangi bir zamanda herhangi bir yerde olan tezgah takım ve yedek parçalarının tamamı bundan sonra takım hane düzeninde muhafaza edilmeye başlanmıştır. Bu durum fabrikadaki hazırlık sürelerini kısaltılmasına katkı sağlamıştır. Takım hanede tutulacak envanter kayıtları ile de yedek parça ve takımlardaki arıza ve eksikler zamanında fark edilmesini sağlayacaktır. Bu şekilde işletme genelinde kullanılan takım ve yedek parçaların sürekli kullanıma hazır olması sağlanmıştır. Böylelikle 5.,8.,9.,12. Ve 13. Adımlarda %20'lik bir kazanç sağlanacağı öngörülmüştür.

Fabrikada kalıp değişimi esnasında en fazla zaman harcanan faaliyet 48 dakika (1.,2.,3.,4.,6., ve 7. adımlar) ile 2.500 gr.'lık kovanın sökölüp 4.000 gr' lık kovanın takılması işlemidir. Bu işlem manuel olarak caraskal yardımı ile yapılmaktadır. Bu durumun önüne geçmek için kalıp değiştirme işlemlerinde eski kalıbın yerinden demonte edilip çıkarılması ve yeni kalıbın takılması işlemlerini

operatörün uzaktan kumanda ile kontrol ettiği elektronik sistemler mevcuttur. Bu sistem sayesinde manuel olarak caraskallar ile yapılan kalıbın değiştirilmesi işlemi manyetik tutucular sayesinde, 48 dakika yerine 13 dakikalık bir sürede tamamlanması hedeflenmektedir. Önerilen sistemin maliyeti 6.000 TL + KDV olup, firmanın yatırım teşvik belgesi olduğundan KDV muafiyetinden dolayı %18'lik KDV tutarını ödemeyecektir.

Firmanın sistem sayesinde sağlayacağı kazanç hesabı;

2.500 gr.'lık kovanın sökölüp 4.000 gr'lık kovanın takılması işlemi mevcut durumda 48 dakika sürmektedir. Alınacak yeni elektronik sistemle bu süre 13 dakikaya düşecektir, böylelikle sadece bu işlemde sadece 35 dakikalık bir zaman üretime aktarılmış olacaktır. Firmada enjeksiyon makinesi mevcut durum değer akış haritasında belirtildiği gibi 17 sn.de bir kova üretimi gerçekleştirmektedir. Dakikada ortalama 3,5 adet kova üretmektedir. İlave 35 dakikada firma 123 adet kova üretecektir. Firma sahibinde alınan bilgiye göre 1 adet kovanın maliyeti ortalama 1 TL'dir ve ayda en az 5 kez kalıp değişimi işlemi yapılmaktadır. Böylelikle firma kazancı hesaplandığında aylık 618 TL.'lik bir kazanç sağlanmış olacaktır. Yatırımın geri ödeme süresi ise yaklaşık 10 ay gibi bir sürede tamamlanmış olacaktır.

Bir diğer zaman kaybı da hava hortumlarının ve su rekorlarının bağlanması esnasında yaşanmaktadır. Bu durum içinde her kalıba (toplam 5 ayrı kalıp mevcuttur) uygun metrik su rekorlarının temin edilmesi kararlaştırılmıştır. Her bir rekorun maliyeti ise 150 TL'dir. Böylelikle su rekorlarının montajı sırasında harcanan zaman kaybı %20 oranında azaltılması hedeflenmiştir. Süre olarak ayda 5 kalıp değişimi gerçekleştiği göz önüne alındığında toplam 12 dakikalık üretime aktarılabilecek süre ile ilave 42 adet kova üretimi gerçekleştirilecektir. Bu yatırımın geri dönüş süresi ise 17 aydır. Ayrıca; kalıp değişim sırasında operatörlerin işleri belli bir sıralama dahilinde yapmadığı gözlemlenmiştir. Bu yüzden bir kez gitmeleri gereken yere birkaç kez gitmelerinden dolayı fazla ve gereksiz yürümeler ortaya çıkmıştır. Bunun önüne geçmek için işlerin belli bir sıra ve standartta yapılması gerekmektedir. Bunun için tüm vardiyalardaki operatörlerin de uygulayacağı *Fonksiyonel Standardizasyon*

Talimatı hazırlanması gerekmektedir. Belirlenmesi gereken belli başlı standart uygulamalar ise:

Bağlanacak kalıp, aparat veya malzemenin her bir kalıp için ayrı ayrı;

- İlgili boyutlarının,
- Merkezlenmelerinin,
- Bağlantılarının,
- Makinadan sökölüp takılma yönlerinin,
- Tutma özelliklerinin standartlaştırılmasıdır. İş tanımlarının belirlenmesi ve

5S faaliyetleri ile birlikte standardizasyonun sağlanıp kalıp değişim süresinin ilave %10 kısaltacağı planlanmıştır.

Enjeksiyon hattında yapılan SMED uygulaması ile hat genelinde yapılan ayarlarda yoğurt kovası üretiminde her ayar zamanı için ortalama 58,5 dakikalık kazanç ile % 30 düzeyinde operasyon süresinde iyileştirme sağlanmıştır.

Plastik Enjeksiyon Makinesi İçin Hat Performansı ve Toplam Ekipman Etkinliği (OEE) Analizi

Toplam ekipman etkinliği (TEE); işletmede kullanılan ekipmanların verimliliğini tespit etmek için kullanılan ve Nakajima tarafından 1980’lerde yalın uygulamalarda başlatılan bir ölçüt olarak ifade edilmektedir (Muchiri ve Pintelon, 2008). Ülkemizde verimli bakım uygulayan şirketler tarafından “Overall Equipment Effectiveness” tabirinin kısaltma harfleri olarak “OEE” harfleri kullanılmaktadır. Esasen yalın üretim uygulamaları ve toplam verimli bakım uygulamalarının başarılı bir şekilde uygulanmasında Toplam Ekipman Etkinliği, makine ve tesislerin hangi etkinlikte kullanıldığını ölçmesi bakımında yalın üretim uygulamalarının başarısında kilit rol oynayan önemli bir parametredir. OEE Hesaplanması; kullanılabilirlik seviyesi, performans seviyesi ve kalite seviyesinin çarpımından oluşur.

$$OEE = \text{Kullanılabilirlik} \times \text{Performans} \times \text{Kalite}$$

Plastik kova ve bidon üretimi yapan fabrikada yapılan değer akış haritalama çalışmasında, kova imalatı üretim akışı incelendiğinde takt zamanı üzerinde proses

süresine sahip olan enjeksiyon bölümünde OEE hesaplamaları üzerine bir uygulama yapılmıştır. Uygulama çalışmasında duruş verilerinin üretim alanından toplanabilmesi için öncelikle *Vardiyalık Hat Performansı Raporu Formu* tasarlanmıştır. Formun üst bilgilerinde tarih, vardiya, işlem hattı adı ve operatör adı yer almaktadır. Operatör bu formlara gerçekleşen duruşun hangisi olduğu, başlangıç ve bitiş zamanlarını kaydetmektedir. Her 10 dakikalık duruş için operatörden “X” atılması istenmiş, 10 dakikanın altı duruşlar için ise duruş süresinin yazılması istenmiştir. Üretim esnasında ortaya çıkan fireler ise adet olarak kaydedilmiştir. Bu form yardımı ile elde edilen günlük planlı ve plansız duruşların süresi Tablo 3.24’te verilmiştir.

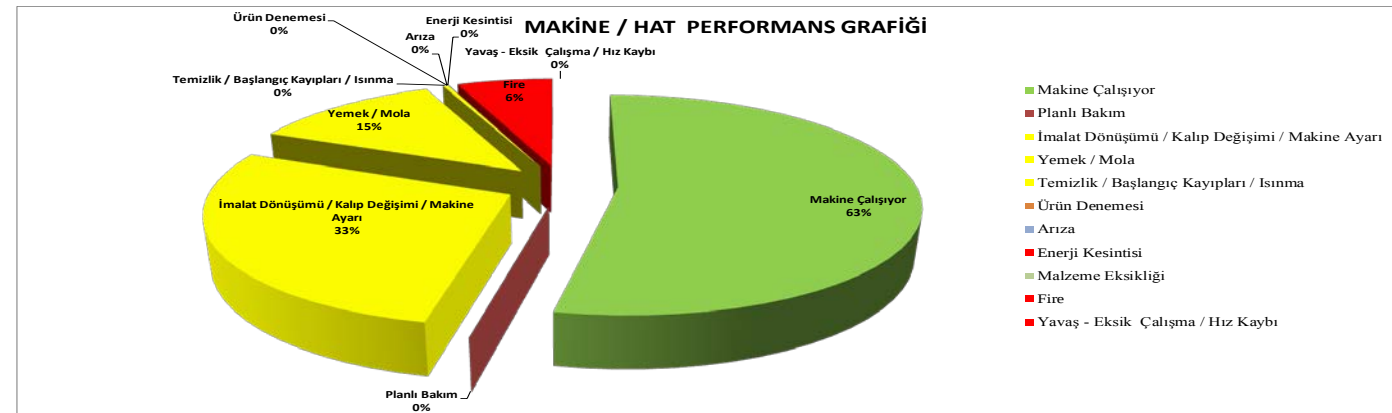
Tablo 3.24 Enjeksiyon Bölümü Vardiyalık Hat Performans Raporu

[illegible]

AÇIKLAMALAR :

Not: 10 dk civarı için çarpı koymanız yeterlidir . 10 Dakika altı duruşları ilgili satıra ait kutuya dakikası ile yazılır.

MAKİNE DURUMU		DAKİKA
Makine Çalışıyor		306
Planlı Bakım		160
İmalat Doğuşumu / Kalıp Değişimi / Makine Ayarı		7
Yemek / Mola		20
Temizlik / Başlangıç Kayıpları / Isınma		0
Ürün Denemesi		0
Arıza		0
Enerji Kesintisi		0
Malzeme Eksikliği		0
Fire		35
Yavaş - EksiK Çalışma / Hız Kaybı		0



Aynı zamanda enjeksiyon hattından alınan veriler yardımı ile Tablo 3.25’de verilen günlük “OEE Hesaplama Cetveli” oluşturulmuş ve 6 gün boyunca bu form kullanılarak günlük OEE hesaplamaları yapılmıştır. Kaydedilen bu duruşlar ve Tablo 3.24’te yer alan günlük çalışma zamanları kullanılarak Tablo 3.26’da görülen kullanılabilirlik, performans ve kalite seviyesi ile beraber günlük ve haftalık OEE hesaplanmıştır. Hesaplamalarda plastik enjeksiyon bölümünden alınan 6 günlük veriler kullanılmıştır.

Tablo 3.25 OEE Hesaplama Cetveli

OEE HESAPLAMA CETVELİ			
Toplam Ekipman Etkinliği			
Fabrika	Plastik Kova ve Bidon Üretimi	OEE 50,8%	
Proses	Kova İmalatı		
Makine	Plastik Enjeksiyon		
Tarih	14 Kasım 2016		
OEE VERİLER			
Vardiya Süresi (dk.) :	480		
Vardiya Sayısı	3		
Kısa Molalar (dk.)	15	Adet 2	Toplam : 30
Öğle Arası (dk.)	40	Adet 1	Toplam : 40
Plansız Duruşlar (dk.)	162		
İdeal Çevrim Süresi (adet/saat):	360		(adet/dk) : 6
Vardiyada Üretilen Ürün (adet)	1374		
İskarta (adet)	124		
OEE DEĞİŞKENLERİ HESAPLAMA			
Planlı Üretim Süresi(dk.) :	1230		
Opsasyon Süresi (dk.) :	744		
İyi Parça Miktarı (adet) :	1250,7		
OEE ÇARPANLARI HESAPLAMA			
Kullanılabilirlik	60%	90,0%	
Performans	92%	95,0%	
Kalite	91%	99,9%	
Toplam OEE	51%	85,4%	

a
b
c
d
e
f
g
h

i = (a-(c+d))*b
j = i-(e*b)
k = g-h

l = j/i
m = g/(f*j)
n = k/g
o = l*m*n

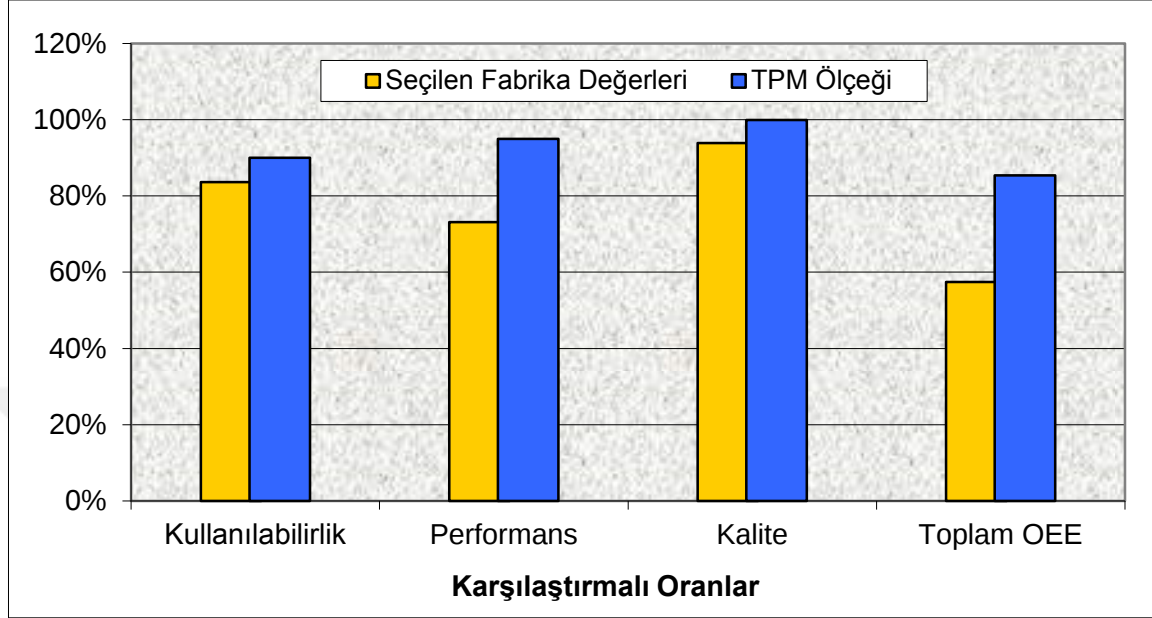
Tablo 3.26 14-19 Kasım 2016 Verileri ve Hesaplanan OEE Değerleri

<i>14-19 Kasım 2016 Verileri ve Hesaplanan OEE Değerleri</i>							
Çalışılan Gün	14	15	16	17	18	19	Haftalık Ortalamalar
	<i>Kasım</i>	<i>Kasım</i>	<i>Kasım</i>	<i>Kasım</i>	<i>Kasım</i>	<i>Kasım</i>	
Çalışma Zamanı (dk.)	480	480	480	480	480	480	
Planlı Duruşlar (dk.)	70	90	90	90	130	90	93,3
Plansız Duruşlar (dk.)	162	45	44	44	47	45	64,5
Üretilen Kova (adet)	1374	1402	1402	1402	1390	1402	1395
Fire (adet)	124	71	64	78	81	74	82
İdeal Çevrim Süresi (adet/dk.)	6	6	6	6	6	6	6,0
Kullanılabilirlik Seviyesi (%)	0,60	0,88	0,89	0,89	0,87	0,88	0,84
Performance Seviyesi (%)	0,92	0,68	0,68	0,68	0,76	0,68	0,73
Kalite Seviyesi (%)	0,91	0,95	0,95	0,94	0,94	0,95	0,94
OEE (%)	0,51	0,57	0,57	0,57	0,62	0,57	0,58

İncelenen firmada enjeksiyon hattına ait değerlerin %51-%62 aralığında değiştiği görülmektedir. Genel bir değerlendirme yapılacak olursa ortalama %58 seviyesinde Toplam Ekipman Etkinliği gözlemlenmiştir.

Grafik 3.7’de Dünya’daki TPM ödülü almış olan firmaların ortalama proses OEE değerleri ile firmada incelemesini yaptığımız enjeksiyon hattının haftalık ölçüm değerlerine göre hesapladığımız OEE değerlerinin karşılaştırmalı grafiği verilmiştir. İncelenen firmada seçilen hattın özellikle performans değerleri açısından mukayeseli olarak geride kaldığı açıkça görülmektedir.

Grafik 3.7 Dünya Ölçeğinde ve Plastik Kova İmalatı Yapan Firma Bazında Karşılaştırmalı OEE Değerleri



Mevcut durumdaki OEE değerlerinin iyileştirilmesi ve etkinliğin artırılması için öncelikle Tablo 3.24’de sunulan ve sarı renk ile gruplandırılmış alandaki duruşların minimize edilmesi gerekmektedir.

Bu bağlamda yapılması gereken iyileştirmeler şunlardır;

- Tablo 3.24’de görüldüğü üzere plastik enjeksiyon hattının duruş zamanlarına baktığımızda 160 dakika ile toplam vardiya zamanının %33’lük bölümü sadece kalıp değişimi ve ayarlamalar ile geçmektedir. Bu toplam kullanılabilir süre içerisinde çok yüksek bir orandır. Enjeksiyon hattında yapılan SMED çalışması ile çoğunluğu iç setup olan faaliyetlerin makine durmadan yapılabilirliği araştırılmıştır. Bu çalışma sonunda kalıp değişim süresinde % 25’lik bir iyileşme sağlanarak 119 dakikaya düşürülmüştür.

- Aynı zamanda Tablo 3.24’de kırmızı renk ile taranan alanların “0” a indirilmesi hedeflendiğinden buradaki mevcut durumda ortalama % 6 olan fire kaybının da minimize edilmesi gerekmektedir. Fire oranı sıfırlandıkça OEE çarpanlarından biri olan kalite oranı da yükselecektir. Burada fireye sebebiyet veren durum enjeksiyon hattında (hem enjeksiyon makinesi hem de etiketleme makinesinde) nihai ürün alınması aşamasında girilen kodların deneme yanılma ile

yapılması, özensiz bir şekilde makine çalışırken kodların girilmeye çalışılması, haliyle yüksek oranda fireye sebebiyet vermektedir. Burada çalışan tüm operatörlerin bu konuda eğitilmesi, makine çalışırken hangi aşamada bu kodların girilmesi gerektiği konusunda tüm enjeksiyon hattı operatörlerinin yetiştirilmesi gerekmektedir. Böylelikle ilk etapta fire oranının %50 oranında düşürülmesi hedeflenmiştir. Ancak bu oran başlangıç için tanımlanmış iyimser bir hedef olup standartlaşmış iş tanımlarının yapılıp, sürekliliğin sağlanması halinde % 90'a kadar fire oranının düşürülmesi nihayetinde sıfırlanması ulaşılması istenen hedeftir.

Yeni durumda iyileştirmeler yapıldıktan sonra plastik enjeksiyon hattına ait değerler ve hesaplanan OEE değeri aşağıda Tablo 3.27' de verilmiştir.

Tablo 3.27 Kova İmalatı Gelecek Durum OEE Hesaplama Cetveli

OEE HESAPLAMA CETVELİ			
(Gelecek Durum)			
<i>Toplam Ekipman Etkinliği</i>			
Fabrika	Plastik Kova ve Bidon Üretimi		
Proses	Kova İmalatı		
Makine	Plastik Enjeksiyon		
			OEE
			59,4%

OEE VERİLER			
Vardiya Süresi (dk.)	: 480		
Vardiya Sayısı	3		
Kısa Molalar (dk.)	15	Adet 2	Toplam : 30
Öğle Arası (dk.)	40	Adet 1	Toplam : 40
Plansız Duruşlar (dk.)	38		
İdeal Çevrim Süresi (adet/saat)	: 360		(adet/dk) : 6
Vardiyada Üretilen Ürün (adet)	1502		
İskarta (adet)	41		

OEE DEĞİŞKENLERİ HESAPLAMA			
Planlı Üretim Süresi(dk.)	: 1230		
Operasyon Süresi (dk.)	: 1115,8		
İyi Parça Miktarı (adet)	: 1461		

OEE ÇARPANLARI HESAPLAMA			
Kullanılabilirlik	91%	90,0%	
Performans	67%	95,0%	
Kalite	97%	99,9%	
Toplam OEE	59%	85,4%	

a
b
c
d
e
f
g
hi = (a-(c+d))*b
j = i-(e*b)
k = g-hl = j/i
m = g/(f*j)
n = k/g
o = l*m*n

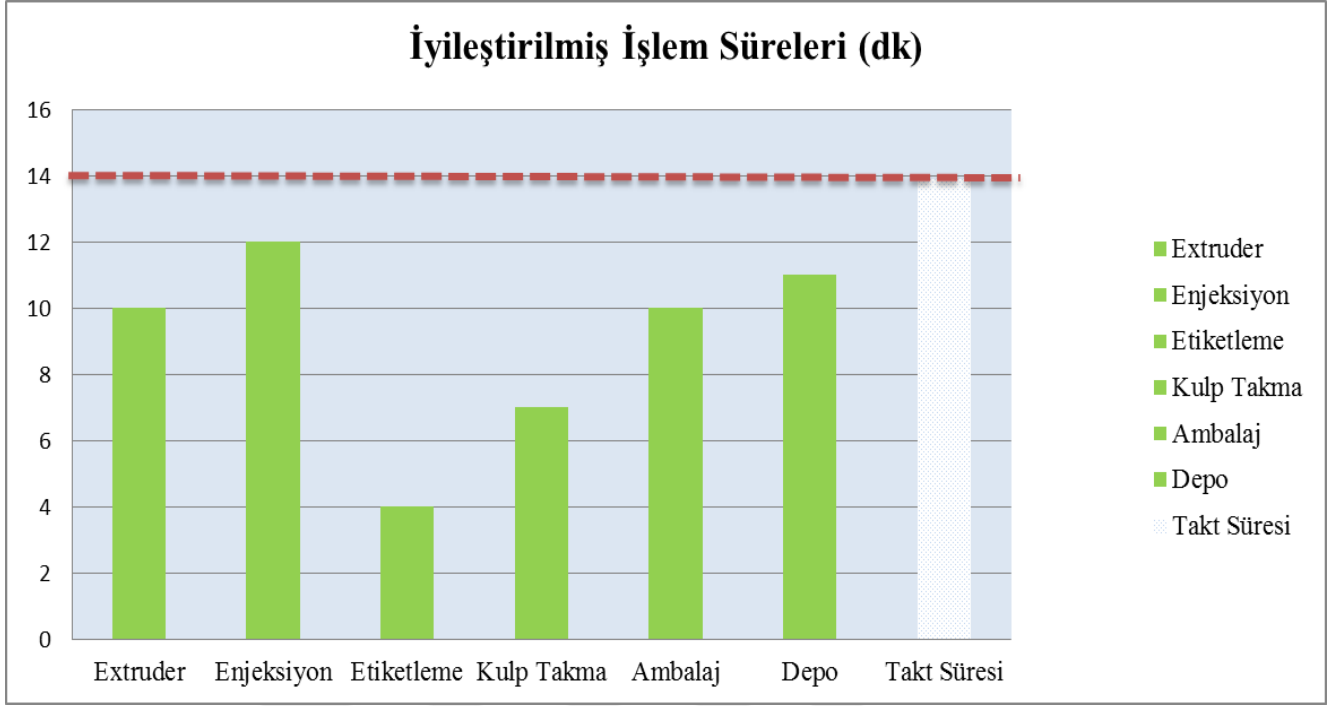
Gelecek durumda 160 dakikalık değer katmayan duruşlardan 41 dakikası üretime aktararak plastik enjeksiyon hattının günlük ortalama operasyon süresi 1.038 dakikadan 1.116 dakikaya çıkmış aynı şekilde üretilecek ürün sayısında %7,6'lık bir artış göstererek 1.395'ten, 1.502'e yükselerek günlük 107 ilave kova üretimi gerçekleşecektir. Gelecek durumda iyileştirilmiş hat performansı ile birlikte plastik enjeksiyon hattına ait yeni OEE değeri ise % 59,4' e yükselerek mevcut durumdan daha iyi performans elde edilmiştir. Ortalama bir kova maliyetinin 1 TL olduğu düşünüldüğünde günde ilave 107 kova üretimi işletmeye günlük 107 TL'lik maliyet avantajı kazandırılmış olacaktır. Aylık bazda hesaplarsak, ayda 26 gün çalışma süresi ile 2.782 TL'lik yıllık bazda ise 33.384 TL'lik kazanç ile, 2 asgari ücretli maaşı yapılan iyileştirmeler ile karşılanmış olacaktır.

Firmanın yeni dönem (2017) için stratejisi, mevcut pazar payını korumak ve fason ürettirdiği yoğurt kovası imalatı kendi bünyesinde yapmak ve 2017 yılı içerisinde %25 büyümeyi hedeflemektedir. Firmada yapılan saha uygulamaları ile bu oran ilave yatırım olarak kalıp değişim süresini azaltılmasına yardımcı olacak manuel sistem yerine elektronik sistem alınması ve diğer yalın uygulamaların takibi neticesinde rahatlıkla sağlanabilecek potansiyeldedir. Yapılacak iyileştirmeler ile mevcut takt zamanını aşağı çekilerek talebi karşılamak için dışarıya yaptırdığı 15-20 bin kova imalatını karşılamakla birlikte mevcut 110.000 adetlik üretimi %20-25’lik artış ile 130.000-140.000 adetler seviyesine çıkarabilecektir. Çalışmada firmanın kısa dönem hedeflerini gerçekleştirmesi için firmada yalın dönüşümü sağlamak adına başlangıç olarak değer akış haritalama çalışması yapılmış ve kayıpların önlenmesi için üretimin nasıl yalın hale getirilmesi ile ilgili teknikler uygulamalı olarak gösterilmiştir. İyileştirmeler sonrası gelecek duruma iyileştirilmiş istasyon süreleri Tablo 3.28’de ve takt süresi ile karşılaştırılmalı grafiği Grafik 3.8’de verilmiştir.

Tablo 3.28 Gelecek Durum Kova İmalatı İstasyon İşlem Süreleri

İşlem	İstasyon İşlem Süreleri (dk.)
Extruder	10
Enjeksiyon	12
Etiketleme	4
Kulp Takma	7
Ambalaj	10

İyileştirme çalışmaları sonrası beklenen yeni istasyon süreleri, mevcut takt süresi olan 14 dakikanın altında olduğu görülmüş ve müşteri talebinin karşılanma hızı dengelenmiştir.



Grafik 3.8 Kova İmalatı Gelecek Durum İstasyon İşlem Süreleri ve Takt Zamanı

SONUÇ

Bu çalışmada yalın üretim ilkeleri, tarihsel gelişim süreci ile beraber yalın üretim sisteminin geleneksel üretim sistemlerine göre üstünlükleri geniş bir boyutta ele alınmış olup yalın üretim teknikleri ve işletmelere sağlayacağı faydalar izah edilmiştir. İşletmeler için rekabet edebilmek ve kar marjını yüksek tutabilmek için gerekli sayılan unsurlardan biri de kaliteden ödün vermeden maliyetleri olabildiğince düşürmektir. Firmalar maliyetleri azaltmaya yönelik birçok farklı girişimde bulunmaktadırlar. Fakat maliyetlerde kalıcı düşüşler, verimlilikte ve üretkenlikte artışlar için en etkili yöntemlerden biride çoğu zaman ilave maliyet gerektirmeyen dünyaca kabul görmüş olan yalın üretim tekniklerini uygulamaktır. Özellikle üretim yapan firmalarda yalın üretim tekniklerinden değer akışı haritalandırma, içlerinde bulunduğu durumu daha iyi gözlemleyebilmelerini sağlamaktadır.

Çalışmada seçilen firmalara sektörlerinde rekabet avantajı sağlayacak ve üretim sahasının düzensizliğinden, üretimdeki israf kaynaklarından ve kayıplardan dolayı yaşanan verimsizlikleri görmelerini sağlayarak, minimum ek maliyet veya ilave yatırım maliyeti getirmeksizin üretimdeki kayıpları azaltmak amacı ile yalın üretim tekniklerinden bazıları uygulanmıştır. Çalışma kapsamında birincisi valiz imalatçısı, ikincisi mobilya üreticisi ve üçüncüsü plastik kova imalatçısı olmak üzere 3 ayrı sektörden 3 farklı firma ile yalın teknikler uygulanmaya çalışılmıştır. Firmalar uygulama öncesi yalın üretim veya yalın teknikler hakkında hemen hemen hiç bilgi sahibi değillerdi. Uygulamanın başlangıcında şüpheli yaklaşım gösterilmişse de tüm çalışanların katılımı ile yapılan bazı çalışmalar neticesinde alınan verimli sonuçlar ve küçük küçük değişikliklerin veya iyileştirmelerin ay sonunda kümülatif olarak getireceği kazançlar karşısında yalın üretim felsefesinin gerekliliğini kabullenmişlerdir.

Yalın tekniklerin uygulama öncesi tüm firmalarda mevcut durum analizi yapılarak firmaların darboğazları tespit edilmiş, hangi alanlarda kayıpların fazla olduğu belirlenmiş hammadde fabrikaya girişten müşteriye sevk edilene kadarki izlediği yol mevcut durum değer akış haritaları ile ortaya konmuştur. Böylelikle tanımlanmış olan yalın araçlardan firmaların ihtiyacına uygun olarak belirlenmesi

sağlanmaya çalışılmış, firmalar için öncelikler ve aksiyonlar tespit edilmiştir. Çalışma yapılan firmalarda başta Değer Akış Haritalama olmak üzere, 5S, SMED, Akışa Uygun Yeniden Fabrika Düzenlenmesi (Lay-Out), Beceri Matrisi, Kök Neden Analizi, ECRS-Katma Değer Analizi, Toplam Ekipman Etkinliği (OEE), Kaizen uygulamaları ve Proses Birleştirme uygulamaları yapılmıştır.

Yalın tekniklerin uygulanması aşamasında ürünün süreçler arasında kat ettiği yolu göstermesi ve firmaların üretim esnasında içlerinde bulunduğu durumu daha iyi gözlemleyebilmelerini sağlaması açısından Değer Akış Haritalama tekniğinden yararlanılmıştır. Değer akış haritalama tekniği ürünün sevkiyata kadar süreçte ürün ile ilgili bize hem malzeme akışı hem de bilgi akışını net bir şekilde göstermesi açısından üretim alanlarında genel bir bakış açısı kazandırmıştır. Değer akış haritalama tekniği ile israf kaynaklarını ortaya çıkarmak ve bu israfları ortadan kaldırmak için gerekli müdahale alanlarını ve kaizenleri belirlemek ve üretim alanında var olan durumu görselleştirerek herkesin anlayabileceği şekilde anlatması bakımından tüm fabrikalarda kullanılmıştır. Fabrikalarda yapılan çalışmalar neticesinde elde edilen sonuçlar tüm firmalarda üretimin tüm süreçlerinde potansiyel iyileştirmelerin mevcut olduğunu, kayıp ve israfların matematiksel olarak ifade edilmesi ile firma sahiplerinin tahminlerinden daha fazla olduğu gösterilmiş ve tüm bu israf kaynaklarının ortadan kaldırılması en azından minimize edilmesi konusunda hem fikir olunmuştur. Bu kapsamda fabrikalarda yapılan uygulamalar sonucu firmaların elde ettiği tüm potansiyel kazançlar özet olarak şöyledir;

- İsrafları yok edecek yalın üretim bilincinin oluşması sağlanmıştır,
- İşletme genelindeki tüm faaliyetler için değer oluşturmayan faaliyetleri kaldırma çabası başta üst yönetim olmak üzere tüm çalışanlara aşılanmıştır,
- İşletme içerisinde yaygınlaşan Kaizen kültürü ile üretimde yaşanan problemlere günü kurtaran geçici çözümler yerine kalıcı çözümler getirilmiştir
- Ürün ara stok seviyeleri azaltılmıştır,
- Makinelerde yaşanan planlı ve plansız duruşlar azaltılmıştır,
- İşgücü üretkenliğin artırılması için çalışmalar başlatılmıştır,

- Çalışma alanlarında düzen ve temizlik açısından hissedilir iyileşmeler ve yer tasarrufu sağlanmıştır.

Ülkemizde sermayenin kısıtlı olması, işçilik ve çoğu ithalata dayalı hammadde maliyetlerin yüksek olmasından dolayı verimlilik artışı büyüme yolunda sağlanacak en önemli kazanımlardan biridir. Üretimde maliyet avantajı sağlayacak en kapsamlı uygulama ise; Dünya çapında bilinen birçok şirketin uyguladığı, hatta bünyelerinde bu tekniklerin uygulanması için ayrı bir bölüm kurup uzman kişilerin istihdam edildiği “*Yalın Üretim*” dir. Üç ayrı fabrikada uygulanan ve neredeyse sıfır maliyetle %20-25’e kadar büyümenin sağlanabileceğini ortaya koyan yalın çözüm tekniklerinin, ülke genelinde tüm sanayi kuruluşlarında firmaya özgü yaklaşımlar sergileyerek kapsamlı bir şekilde başlatılması, kazandıracağı maliyet avantajları ile birlikte ülke ekonomisine de büyük katkı sağlayacaktır.

KAYNAKÇA

ACAR, Durmuş, ÖMÜRBEK, Nuri, EROĞLU, Hüsrev (2006), “Tam Zamanında Üretim Sisteminin Tekstil Sektöründeki Uygulama Boyutları”, Samsun: Cumhuriyet Üniversitesi. İktisadi ve İdari Bilimler Dergisi, Sayı 7, s.49

ACAR, Nesime (2003), *Tam Zamanında Üretim*, 6.Basım, Ankara: MPM Yayınları, s.80-81

AKGEYİK, Tekin (2000), “Teknolojik Değişim; Post-Fordist Eğilimler ve Endüstri İlişkilerinde Yeni Arayışlar”, Çimento İşveren Dergisi, Sayı 14, s.9

AKDENİZ, Ahmet, AKSARAYLI, Mehmet (2003), “Bir İmalat İşletmesinde Çok Aşamalı Üretim-Stok Planlaması”, Celal Bayar Üniversitesi, Yönetim ve Ekonomi Dergisi”, Sayı 10, s.11

ALLEN, John, ROBINSON, Charles, STEWART, David (2001), *Lean Manufacturing: A Plant Floor Guide*, Society of Manufacturing Engineering press, USA: Dearborn, Michigan, s.174-175

APİLİOĞULLARI, Lütfi (2012), “İyileştirme sürecine nereden başlayacağız? 5S”, Yalın Yönetim

<http://www.lutfiapiliogullari.com/iyilestirme-surecine-nereden-baslayacagiz-5s/>,

Erişim Tarihi: 15.05.2015

BİRGÜN, Semra, GÜLEN, K.Güven, ÖZKAN, Kadriye (2006), “Yalın Üretime Geçiş Sürecinde Değer Akışı Haritalama Tekniğinin Kullanılması: İmalat Sektöründe Bir Uygulama”, İstanbul Ticaret Üniversitesi Fen Bilimleri Dergisi, Sayı:9, s.49-50

BOZKURT, Osman (2013), “Uçuş Hattı Seviyesi Bakım İşletmelerinde Toplam Verimli Bakım Sisteminin Uygulanabilirliği”, Yüksek Lisans Tezi, Eskişehir: Fen Bilimler Enstitüsü, s.37

BROYLES, David, BEIMS, Jennifer, FRANKO, James, BERGMAN, Michelle (2005), “Just-In-Time Inventory Management Strategy & Lean Manufacturing”, USA:Kansas State University

CESUR, Naim (2000), "İşletmelerde Yeni İlke; Yalın Üretim", Verimlilik Dergisi, Ankara, Cilt.20, No.4, s.

CUSUMANO, Micheal (1989), “The Japanese Automobile Industry”, The Council of East Asian Studies, USA: Harvard Universty Pres, Cambrige

DAŞCI, Akın (2010), “Simülasyon Destekli Yalın Üretim Sisteminin Mobilya Sektöründe Uygulanması”, Yüksek Lisans Tezi, Kayseri: Fen Bilimler Enstitüsü, s.87

FİLİZ, Hande (2008), “Yalın Üretim Tekniklerinden Hızlı Kalıp Değişimi Ve Bir Uygulama” Dokuz Eylül Üniversitesi, Sosyal Bilimler Enstitüsü, Yüksek Lisans Tezi, İzmir: Dokuz Eylül Üniversitesi, Sosyal Bilimler Enstitüsü, s.84

GÖKÇE, İsmail (2006), “Mevcut Üretim Sürecinin Yalın Üretim Yaklaşımıyla Yeniden Yapılandırılması Ve Bir Uygulama”, Yüksek Lisans Tezi, İzmir: Dokuz Eylül Üniversitesi, Sosyal Bilimler Enstitüsü, s.11-13

GÖKŞEN, Yılmaz (2003), “Geleneksel Üretimden Esnek Üretime: Karşılaştırmalı Bir İnceleme”, Dokuz Eylül Üniversitesi, Sosyal Bilimler Enstitüsü Dergisi, İzmir: DEÜ, SBE Yayını Cilt.5, Sayı.4, s.31-35

HENDERSON, Bruce, LARCO, Jorge (1999), “Lean transformation: How To Change Your Business Into A Lean Enterprise”, A.B.D: Richmond, Oaklea Press, s.41-44

HIRANABE, Kenji (2008), “Kanban Applied To Software Development: From Agile To Lean”, InfoQ

ROONEY, James, HEUVEL Lee N. Vanden, (2004), “Root Cause Analysis For Beginners”, USA, Quality Progress

KANAT, Seher, GÜNER, Mücella, (2006) “Tam Zamanında Üretim Sisteminin Tekstil ve Konfeksiyon Sanayine Uygulanabilirliği”, Tekstil ve Konfeksiyon Dergisi, Sayı 4, s.274–278

KARAKAYA, Mevlüt (1997), “Esnek Üretim Sistemlerinin Maliyet Bilgi Sistemi Üzerindeki Etkileri ve Bazı Öneriler”, 14–16 Mayıs 3. Verimlilik Kongresi, Ankara: MPM Yayınları: Sayı.599, s.389

KAVRAKOĞLU, İbrahim (1998), *Toplam Kalite Yönetimi*, İstanbul: Kalder Yayınları, s.87-95

KEMAHLI, Hasan (2012), “OEE Genel Ekipman Etkinliği”
<http://projesis.blogspot.com.tr/2012/05/oe-genel-ekipman-etkinligi.html>, Erişim Tarihi: 02.04.2017

KULAÇ, Ülkü (2003), “Yalın Üretim Felsefesi”, Yalın Enstitü Derneği
<http://www.lean.org.tr/yalin-uretim-felsefesi>, Erişim Tarihi: 28.10.2014

KUMAR, M., ANTONY, J., SINGH, R., K., TIWARI, M., K., PERRY, D. (2006), “Implementing the Lean Sigma Framework in an Indian SME: A Case Study”, Production Planning & Control, Vol.17, No:4, s.416

KOBU, Bülent (2013), *Üretim Yönetimi*, 16.Baskı, İstanbul: Beta Basım A.Ş., s.3-40

KRAFCIK, John (1988), "Triumph of the Lean Production System", Sloan Management Review: Fall, s.44

LIKER, Jeffrey, MEIER, David (2006), *The Toyota Way*, McGraw Hill E-books, USA: Newyork, s.43-180

MAHFOUZ, Amr (2014), *Lean Distribution: Concepts Contributions, Conflicts*, Kuwait: College of Business American University of the Middle East, Egalia, s.3

MONDEN, Yasuhiro (1994), "Applying Just in Time", University of Cambridge, Industrial Engineering and Management Technolgy Policy, UK, s.15-204

OKUR, S., Ayperi (1997), *2000'li Yıllarda Sanayi İçin Yapılanma Modeli: Yalın Üretim*, İstanbul: Söz Yayınları, s.25-40

MUCHIRI, Peter, PINTELON, Liliane (2008), "Performance Measurement Using Overall Equipment Effectiveness (Oee): Literature Review And Practical Application", International Journal of Production Research, Belgium, s.8-12

PEREZ, Perez, SANCHEZ, Angeles (2000) "Lean Production And Supplier Relations: A Survey Of Practices İn The Aragonese Automative İndustry", Technovation 20, s. 665-676

ROBINSON, Harry (1997), "Using Poka-Yoke Techniques for Early Defect Detection", Sixth International Conference on Software Testing Analysis and Review, USA, s.1

ROTHER, Mike, SHOOK, Jone (1999), *Görmeyi Öğrenmek, Değer Yaratmak ve İsrafi Ortadan Kaldırmak İçin Değer Akışı Haritalama*, (Çev. Ayşe SOYDAN), The Lean Enterprise Institute, Brookline, USA:Massachusetts, s.3-60

SCHONBERGER, Richard (2015), “Kanban—Automatic Constraints Manager”, Apics Magazine

SHINGO, Shigeo (1985), *A Revolution in Manufacturing: The SMED System*, Productivity Press, USA, s.26-30

SHIROZE, Kunio, (1992), *Total Productive Maintenance For Workshop Leaders*, Productivity Press, Cambridge,UK, s.48

TATIKONDA, Lakshmi (2007), “Applying Lean Principles to Design, Teach, and Courses”, USA, University of Wisconsin, Management Accounting Quarterly ,Vol. 8,No. 3, s.2

TAPPING, Don (2005), *The Lean Office Pocket Guide*, UK-Chelsea: MCS Media Inc., s.143

TEKİN, Mahmut, YALÇINTEKİN, Tolga, KOYUNCUOĞLU, Özdal, TEKİN Ertuğrul (2015), " Implementation of Lean Manufacturing Philosophy and Techniques in a Textile Business ", International Interdisciplinary Business-Economics Advancement Conference, USA, Florida, s.213

WOMACK, James, JONES, Daniel, ROSS, Daniel (1990), *Dünyayı Değiştiren Makine*, (Çev. Osman KABAK), İstanbul: Panel Matbaacılık, s.16-70

WOMACK, James, JONES, Daniel (2016), *Yalın Düşünce*, (Çev. Oygur YAMAK), İstanbul: Optimist Yayın Dağıtım, s.17-77

YAMAK, Oygur (1999), *Üretim Yönetimi*, İstanbul: Alfa Basım Yayın, 2. Baskı, s.15

YÖNEL, Ali Rıza (2012), “Yalın Düşüncenin Gelişimi”,

<http://www.lean.org.tr/yalindusuncegelisimi> Erişim Tarihi: 13.10.2014

YÜKSEL, K., Emre (2000), “ Yalın Üretim ve Bazı Yalın Üretim Teknikleri”,
Yüksek Lisans Tezi, İstanbul: Yıldız Teknik Üniversitesi, Makine Fakültesi Endüstri
Mühendisliği

YÜKSELEN, Can (2012), “Yalın Düşünce ve Yalın Üretim, Jidoka”, Yayımlanmış
Makaleler, Yalın Üretim Serisi-3

