



TARSUS
ÜNİVERSİTESİ

T.C.

TARSUS ÜNİVERSİTESİ
LİSANSÜSTÜ EĞİTİM ENSTİTÜSÜ

MAKİNE MÜHENDİSLİĞİ ANA BİLİM DALI

SMED METODOLOJİSİ: TALAŞLI İMALAT
FİRMASINDA GENEL
EKİPMAN VERİMLİLİĞİNİN İYİLEŞTİRİLMESİ

MEHMET KARA

YÜKSEK LİSANS TEZİ

TARSUS-2024

TARSUS-2024

T.C.

TARSUS ÜNİVERSİTESİ
LİSANSÜSTÜ EĞİTİM ENSTİTÜSÜ
MAKİNE MÜHENDİSLİĞİ ANA BİLİM DALI

SMED METODOLOJİSİ: TALAŞLI İMALAT FİRMASINDA GENEL
EKİPMAN VERİMLİLİĞİNİN İYİLEŞTİRİLMESİ

MEHMET KARA

Danışman: Dr. Öğr. Üyesi Emel YONTAR

YÜKSEK LİSANS TEZİ

TARSUS-2024

Tarsus Üniversitesi Lisansüstü Eğitim Enstitüsü Müdürlüğüne;

Bu çalışma, jüri tarafından Makine Mühendisliği Ana Bilim Dalında YÜKSEK LİSANS TEZİ olarak kabul edilmiştir.

Başkan: Dr. Öğr. Üyesi Kamil NEYFEL ÇERÇİ

Üye: Dr. Öğr. Üyesi Demet ZALAOĞLU

Üye: Dr. Öğr. Üyesi Emel YONTAR
(Danışman)



Yukarıdaki Jüri kararı Lisansüstü Eğitim Enstitüsü Yönetim Kurulu'nun/...../2024 tarih ve/.....sayılı kararıyla onaylanmıştır.

ONAY

Yukarıdaki imzaların, adı geçen öğretim elemanlarına ait olduklarını onaylarım.
.../.../2024

Doç. Dr. Ayşe ERGİN ÜNAL
Enstitü Müdürü

NOT: Bu tezde kullanılan ve başka kaynaktan yapılan bildirişlerin, çizelge, şekil ve fotoğrafların kaynak gösterilmeden kullanımı, 5846 sayılı Fikir ve Sanat Eserleri Kanunu'ndaki hükümlere tabidir.

ETİK BEYANI

Tarsus Üniversitesi Lisansüstü Eğitim Enstitüsü Tez Yazım Kurallarına uygun olarak hazırladığım bu tez çalışmada;

- Tez içinde sunduğum verileri, bilgileri ve dokümanları akademik ve etik kurallar çerçevesinde elde ettiğimi,
- Tüm bilgi, belge, değerlendirme ve sonuçları bilimsel etik ve ahlak kurallarına uygun olarak sunduğumu,
- Tez çalışmada yararlandığım eserlerin tümüne uygun atıfta bulunarak kaynak gösterdiğimi,
- Kullanılan verilerde ve ortaya çıkan sonuçlarda herhangi bir değişiklik yapmadığımı,
- Bu tezde sunduğum çalışmanın özgün olduğunu, bildirir, aksi bir durumda aleyhime doğabilecek tüm hak kayıplarını kabullendiğimi beyan ederim.

06.02.2024

İMZA

Mehmet KARA

ÖZET

SMED METODOLOJİSİ: TALAŞL İMALAT FİRMASINDA GENEL EKİPMAN VERİMLİLİĞİNİN İYİLEŞTİRİLMESİ

MEHMET KARA

Yüksek Lisans Tezi, Makine Mühendisliği Ana Bilim Dalı

Danışman: Dr. Öğr. Üyesi Emel YONTAR

Şubat 2024, 115 sayfa

Zaman içerisinde imalat sanayilerinin sayısının artması ve dünya çapındaki şirketlerin hayatta kalma mücadelesi şiddetli bir rekabetin önünü açmıştır. Bu yarışta ayakta kalabilmenin yolu büyük yatırımlar ya da tecrübeden değil, mevcut personel, malzeme, ekipman ve zamanın en verimli şekilde kullanılmasından geçmektedir. Yalın üretim sistemleri, müşteri taleplerini tam olarak karşılayacak şekilde, en az kaynakla, en kısa sürede, en az israfla, en düşük maliyetle, hatasız üretimin arayışı ile firmalara yardımcı olacak niteliktedir. Küreselleşmenin artmasıyla birlikte müşteriler artık aynı tip ürünlerden memnun kalmamakta ve ihtiyaçlarına uygun ürünleri giderek daha fazla talep etmekte ve bu ihtiyaç daha da belirgin hale gelmektedir. Teknolojideki ilerlemeler, müşterilerin istedikleri ürünleri dünyanın herhangi bir ülkesinde satın almalarına olanak sağlamakta ve bu gelişmelere yönelik rekabet de artmaktadır. Yalın Üretim yaklaşımı, üreticilerin ihtiyaçlarını karşılayan ve bu değişikliğe öncü olacak bir tekniktir. Bu çalışma dört bölümden oluşmaktadır. Birinci bölümde yalın üretim çalışmalarının literatüre kazandırılması üzerinde durulmuştur. İkinci bölümde temel yalın üretim teknikleri anlatılmakta ve bu tekniklerin hangi amaçlarla kullanıldığı ve faydaları hakkında bilgi verilmektedir. Üçüncü bölümde yalın üretim yöntemlerinden biri olan SMED yönteminin ayrıntılı bir açıklaması verilmektedir. Son bölüm ise araştırmanın uygulama aşamasıdır. SMED teknolojisi talaşlı imalat yapan bir şirketteki uygulanarak araştırma sonuçları sunulmuştur.

Anahtar kelimeler: Yalın üretim, SMED, Değer, İstisraf, Hızlı Kalıp Değişimi

ABSTRACT

SMED METHODOLOGY: IMPROVEMENT OF OVERALL EQUIPMENT EFFICIENCY IN A MECHANIC COMPANY

MEHMET KARA

Master, Department of Mechanical Engineering

Supervisor: Assist. Prof. Dr. Emel YONTAR

February 2024, 115 pages

Over time, the increase in the number of manufacturing industries and the struggle for survival of companies around the world have paved the way for fierce competition. The way to survive in this race is not through large investments or experience, but through the most efficient use of existing personnel, materials, equipment and time. Lean production systems are capable of helping companies seek error-free production with the least amount of resources, in the shortest time, with the least waste, at the lowest cost, in a way that fully meets customer demands. With the increase in globalization, customers are no longer satisfied with the same type of products and increasingly demand products that suit their needs, and this need is becoming more evident. Advances in technology allow customers to buy the products they want in any country in the world, and competition for these developments is also increasing. The Lean Manufacturing approach is a technique that meets the needs of manufacturers and will pioneer this change. This study consists of four parts. In the first part, it is focused on introducing lean production studies into the literature. In the second part, basic lean production techniques are explained and information is given about the purposes for which these techniques are used and their benefits. In the third section, a detailed explanation of the SMED method, one of the lean production methods, is given. The last part is the application phase of the research. Research results are presented by applying SMED technology in a company that engages in machining.

Keywords: Lean Manufacturing, SMED, Value, Waste, Quick Mold Change

ÖNSÖZ

Tüm yüksek lisans ve hazırladığım tez sürecimde, teknik ve tüm konularda beni destekleyen, tüm çalışmalarda her noktaya değinmemi sağlayan, danışman hocam Dr. Öğr. Üyesi Emel YONTAR' a teşekkür ederim. Tezimin şekil almasında katkı sağlayan tüm diğer Tarsus Üniversitesi Makine, Endüstri ve İmalat Mühendisliği hocalarıma da teşekkür ederim.

Çalışma hayatımın tüm zorluklarını, tez sürecimdeki yoğun çalışma dönemlerimde benimle birlikte çaba gösteren, her konularda bana destek ve moral motivasyon sağlayan sevgili Hümeyra YILDIRIM 'a ve bana destek olan tüm aile bireylerime destekleri için teşekkür ederim.

Tez çalışma sürecinde üretim hatlarındaki makine parkurunu kullanmam ve tez çalışmamı sürdürmem için tüm konularda bana destek olan Berdan Cıvata Enerji İmalat Savunma Sanayi ve Laboratuvar Hiz.Tic.A.Ş. yönetim kurulu ve tüm çalışanlarına teşekkürü bir borç bilirim.

İÇİNDEKİLER

	Sayfa
ÖZET.....	i
ABSTRACT.....	ii
ÖNSÖZ.....	iii
İÇİNDEKİLER.....	iv
KISALTMALAR.....	vii
TABLolar LİSTESİ.....	viii
ŞEKİLLER LİSTESİ.....	ix
GİRİŞ.....	1

BÖLÜM I

LİTARATÜR TARAMASI

1.1. Talaşlı İmalat Sektöründe Yalın Üretim Çalışmaları	4
1.2. SMED Metodolojisinin Uygulama Noktaları ve Faydaları Literatür Taraması.....	6

BÖLÜM II

YALIN ÜRETİM SİSTEMİ

2.1. Yalın Üretim Sisteminin Tarihçesi	12
2.2. Yalın Üretim Sisteminin Tanımı ve Amacı	13
2.3. Yalın Düşünce ve Unsurları	15
2.3.1. Değer	17
2.3.2. Değer Akışı.....	18
2.3.3. Sürekli Akış	18
2.3.4. Çekme	19
2.3.5. Mükemmellik.....	19
2.4. Yalın Üretim Sisteminin Faydaları.....	20
2.5. Yalın Üretim Sisteminde İsraf.....	21
2.5.1. Fazla Üretim.....	22
2.5.2. Bekleme.....	23
2.5.3. Taşıma	23
2.5.4. Gereksiz İşlem	24

2.5.5. Gereksiz Hareket.....	24
2.5.6. Hatalı Üretim	25
2.5.7. Fazla Stok	26
2.6. Yalın Üretim Sisteminin Araçları.....	27
2.6.1. Kaizen	27
2.6.2. JIT(Tam Zamanında Üretim).....	30
2.6.3. Jidoka (Otonomasyon)	32
2.6.4. Kanban Sistemi	34
2.6.5. Değer Akış Haritalama.....	37
2.6.6. 5S	40
2.6.7. Toplam Verimli Bakım	42
2.6.8. Altı Sigma.....	44
2.6.9. SMED Metodolojisi-Tekli Dakikalarda Kalıp Değişimi	47

BÖLÜM III

SMED METODOLOJİSİ-TEKLİ DAKİKALARDA KALIP DEĞİŞİMİ

3.1. SMED Nedir?	48
3.2. SMED Metodolojisinin Tarihsel Gelişimi	49
3.3. SMED Metodolojisinin Sağladığı Faydalar	50
3.4. Üretim Sürecindeki SMED Kavramları.....	51
3.5. Ayar İşleminin Temel Adımları	52
3.6. SMED Uygulamasının Aşamaları	54
3.6.1. Mevcut Durum Analizi	54
3.6.2. İç ve Dış Ayarların Birbirinden Ayrılması.....	55
3.6.2.1 Proseslere Ait Listelerin Kontrolü	56
3.6.2.2 Prosesteki Fonksiyonların Kontrolü	56
3.6.2.3 Taşıma İşlemlerinin Gerçekleştirilmesi.....	57
3.6.3. İç Ayarların Dış Ayarlara Dönüştürülmesi	57
3.6.3.1 Proseslerdeki Hazırlık Aşamalarının Düzenlenmesi	57
3.6.3.2 Fonksiyonların Standartlaştırılması.....	58
3.6.3.3 Çok Amaçlı Jiglerin Kullanılması	58
3.6.4. İç ve Dış Ayar Sürelerinin Kısaltılması	59
3.6.4.1 Paralel Operasyonların Geliştirilmesi.....	59

3.6.4.2 Fonksiyonel Kelepçelerin Kullanılması	60
3.6.4.3 Ayar İşlemlerinin Kaldırılması.....	60
3.6.4.4 Kalıpların Konumlandırılması	60
3.6.4.5 Renklendirme ve Ayrıştırma Seçeneklerinin Uygulanması.....	60
3.7. SMED Uygulaması Performans Anahtarları.....	61

BÖLÜM IV

TALASLI İMALAT FİRMASINDA SMED UYGULAMASI

4.1. SMED Metodolojisi Çalışma Konusu	63
4.1.1 Çalışma Konusunun Tanımı	63
4.1.2 Çalışmanın Hedefi	64
4.2. Çalışma Ekibi	64
4.2.1 Çalışma Ekibine Görev Dağılımının Yapılması	65
4.2.2 Çalışma Ekibi Performansının Değerlendirilmesi	65
4.3. Çalışma Verileri	65
4.3.1 SMED Çalışması Yapılacak Tezgâhın Belirlenmesi	65
4.3.2 Çalışma Alanında Verilerin Toplanması.....	65
4.4. Toplanan Verilerin Analiz Edilmesi.....	67
4.4.1 SMED Çalışması İçin Yalın Araçlarının Kullanılması.....	73
4.4.2 SMED Çalışması Sonrası Verilerin Toplanması	85
SONUÇ ve ÖNERİLER.....	90
KAYNAKÇA	93
ÖZGEÇMİŞ.....	101

KISALTMALAR

İSG: İş Sağlığı ve Güvenliği

JIT: Tam Zamanında Üretim-(Just-In-Time)

OEE: Ortalama Ekipman Etkinliği- (Overall Equipment Effectiveness)

RES: Rüzgâr Enerji Santrali

SMED: Tekli Dakikalarda Kalıp Değişimi- (Single Minute Exchange of Die)

TPM: Toplam Üretken Bakım- (Total Productive Maintenance)

TPS: Toyota Üretim Sistemi- (Toyota Production System)

TKY: Toplam Kalite Yönetiminin



TABLÖLAR LİSTESİ

	Sayfa
Tablo 1.2.1. Firmada Yalın Üretim Çalışması Sonrası Görülen Kazanımlar	9
Tablo 2.6.4.1 Kanban Kart Örneği	34
Tablo 3.5.1 SMED Metodolojisi Uygulamayan Firmalarda Ayar Adımlarının Toplam Ayar Süresi İçindeki Oranları	52
Tablo 4.2.1.1 Dış Açma Tezgâhı SMED Takımı	64
Tablo 4.3.2.1 Üretim Takip Formu Örneği	66
Tablo 4.4.1 Planlı ve Plansız Duruşlar	67
Tablo 4.4.2 de 3-7/07/2023 Tarihleri Arasındaki Veriler	69
Tablo 4.4.1.1 4 Adet Ovalama Rolesi Bilgileri	77
Tablo 4.4.1.2 Stoklama Alanı İçin Sehpa ve Süpermarket Verileri	80
Tablo 4.4.2.1 25-29/09/2023 Tarihleri Arasındaki Veriler	85
Tablo 4.4.2.2 Çalışma Sonrası Gerçekleşen Kazanımlar	89

ŞEKİLLER LİSTESİ

	Sayfa
Şekil 1.2.1 OEE Değerlerinin Karşılaştırılması.....	10
Şekil 1.2.2 İyileştirme Öncesi ve Sonrası Durumların Süre Karşılaştırması	11
Şekil 2.2.1 Yalın Üretim Süreci.....	14
Şekil 2.2.2 Yalın Üretim Süreci.....	15
Şekil 2.3.1 Yalın Düşünce Sistemi	16
Şekil 2.3.2 Yalın Düşünce Unsurları.....	17
Şekil 2.5.1 Yalın Üretim Sistemindeki 7 İsrar.....	21
Şekil 2.5.1.1 Fazla Üretim.....	23
Şekil 2.5.2.1 Gereksiz Bekleme.....	23
Şekil 2.5.3.1 Gereksiz Taşıma	24
Şekil 2.5.4.1 Gereksiz İşlem	24
Şekil 2.5.5.1 Gereksiz Hareket	25
Şekil 2.5.6.1 Hatalı Üretim.....	25
Şekil 2.5.7.1 Fazla Stok.....	27
Şekil 2.5.2 Yalın Üretimde 7 İsrarın Nedenleri	27
Şekil 2.6.1.1 Kaizen Sistemi	28
Şekil 2.6.2.1 Tam Zamanında Üretim Sisteminin Çalıştırılabilmesi İçin Gerekli Olan Devre	32
Şekil 2.6.3.1 Jidoka-Yalın Üretim İlişkisi	33
Şekil 2.6.4.1 Kanban Kart Örneği.....	36
Şekil 2.6.4.2 Kanban Çalışma Sistemi	37
Şekil 2.6.5.1 Değer Akışı Haritalandırma Adımları	37
Şekil 2.6.5.2 Değer Akış Haritasında Kullanılan Semboller	38
Şekil 2.6.5.3 Değer Akış Haritalama Örneği.....	39
Şekil 2.6.6.1 5S Süreci	40
Şekil 2.6.7.1 Toplam Verimli Bakım Uygulama Adımları	43
Şekil 2.6.8.1 Yalın Yönetim, Altı Sigma, Yalın Altı Sigma Maliyet Oranı.....	47
Şekil 3.3.1 SMED Metodolojisinin Sağladığı Faydalar	51

Şekil 3.6.4.1.1 Paralel Operasyonlarla Ayar Süresinin Kısaltılması .....	.60
Şekil 3.7.1 OEE Genel Unsurları .....	.61
Şekil 4.4.1 3-7/07/2023 Tarihleri Arasındaki Veriler.....	.70
Şekil 4.4.2 10-14/07/2023 Tarihleri Arasındaki Veriler .....	.70
Şekil 4.4.3 17-21/07/2023 Tarihleri Arasındaki Veriler .....	.71
Şekil 4.4.4 24-28/07/2023 Tarihleri Arasındaki Veriler.....	.71
Şekil 4.4.5 21/07/2023 ve 01-03/08.2023 Tarihleri Arasındaki Veriler .....	.72
Şekil 4.4.6 04-11-/08.2023 Tarihleri Arasındaki Veriler.....	.72
Şekil 4.4.1.1 Ovalama Yöntemi ile Diş Açma Görseli .....	.74
Şekil 4.4.1.2 Bas-çek Rolenin Çalışma Şekli .....	.74
Şekil 4.4.1.3 Ring Rolenin Çalışma Şekli .....	.75
Şekil 4.4.1.4 Ovalama Rolelerinin Bağlandığı Ovalama Milleri.....	.75
Şekil 4.4.1.5 Diş Açma Role Görseli .....	.76
Şekil 4.4.1.6 Tezgâh Role Besleme Arabası .....	.78
Şekil 4.4.1.7 Diş Açma Tezgâhı Role Dolabı.....	.79
Şekil 4.4.1.8 Testere İçin Süpermarket Görseli (Kesme Prosesi Sonrası) .....	.81
Şekil 4.4.1.9 Havşa İçin Süpermarket Görseli (Havşa Prosesi Sonrası) .....	.81
Şekil 4.4.1.10 İki Ucu Dişli Ankraj Görseli .....	.82
Şekil 4.4.1.11 Ankraj Diş Boyu Ayarlama Swichı .....	.83
Şekil 4.4.1.12 Ankraj Diş Açma Tezgâhı Çalışma Öncesi Durum.....	.84
Şekil 4.4.1.13 Ankraj Diş Açma Tezgâhı Yalın Dönüşüm Çalışma Sonrası Durum .	.84
Şekil 4.4.2.1 25-29/09/2023 Tarihleri Arasındaki Veriler .....	.85
Şekil 4.4.2.2 2-6/10/2023 Tarihleri Arasındaki Veriler .....	.86
Şekil 4.4.2.3 9-13/10/2023 Tarihleri Arasındaki Veriler .....	.86
Şekil 4.4.2.4 9-13/10/2023 Tarihleri Arasındaki Veriler .....	.87
Şekil 4.4.2.5 23-30/10/2023 Tarihleri Arasındaki Veriler .....	.87
Şekil 4.4.2.6 1-3/11/2023 Tarihleri Arasındaki Veriler .....	.88
Şekil 4.4.2.7 6-10/11/2023 Tarihleri Arasındaki Veriler .....	.88

GİRİŞ

Firmaların genel yapısını ve çalışma potansiyelini etkileyen içerdeki ve dışardaki etkenler, müşterilerin ve pazarın beklentisi firmaları daha hızlı, daha kaliteli ve minimum zamanda maksimum üretim yoluna sürüklemiştir. Dünyada imalat çeşitliliğinin artması ve müşterilerden gelen taleplerin azalması sektördeki rekabetin artmasına sebep olmuştur. Firmalar rekabet avantajı elde edebilmek adına fonlara, yatırımlara ve teşviklere yönelmiştir ve bu birçok değişkenliklere yol açmıştır. İmalat yöntemlerindeki değişiklik de bunlardan biridir. Müşteri taleplerindeki değişim artması, firmaların hızlı, mantıklı ve kalıcı kararlar alarak müşteriye minimum sürede cevap verme gerekliliğine neden olmuştur. Üretimin veya diğer faaliyetlerin değişmesi, birçok değişiklik yaparak esneklik sağlanması, minimum zamanda maksimum ve kaliteli iş anlayışının kabul edilmesi, yalın üretimin en başta gelen prensiplerinden birisidir.

Yalın üretim, üretim sistemleri ve diğer çalışma alanlarında israflardan kaçınmayı, düzeni oluşturmayı ve bu düzeni standartlaştırmayı, tam olarak yok edilemeyen israf ve sorunları minimuma indirmeyi hedefleyen bir anlayıştır. Tarihçesi Japon firmaları ve onların kültürlerine dayanan çok etkili ve verimli olduğu için birçok ülkede ve kuruluştta hızlıca yayılmaya ve kullanılmaya başlamıştır. Yalın dönüşümde "israf" olarak adlandırılan birkaç temel unsur bulunmaktadır. Bu unsurlar genellikle "7 israf" olarak ifade edilir ve bu israflar fazla üretim, bekleme, taşıma, gereksiz işlem, gereksiz hareket, tamir ve fire, stoklardır. Yalın dönüşüm, bu 7 israfı ortadan kaldırmak veya en aza indirmek için sürekli iyileştirme ve etkinlik artırma prensiplerini benimser. Bu, genellikle "Kaizen" adı verilen sürekli iyileştirme süreçleriyle gerçekleştirilir. Bu sayede, iş süreçleri daha verimli ve müşteri odaklı hale getirilebilir. Yalın dönüşüm, bir iş sürecini veya organizasyonu mümkün olan en etkili ve verimli şekilde yönetmeyi amaçlayan bir yönetim felsefesidir. Yayılım sonrası birçok firmada çok büyük etkiye sahip olmuştur. Etkiyi gören birçok firma uygulamaya başlamış bir kısmı gerçek bir yalın dönüşüm projesi uygulasa da birçok firma uygulamış ama standartlaştıramamıştır. Firmalardan artan ürün yelpazesi ve küçülen parti adetleri çok fazla duruşa sebep olmaktadır, bu duruş türü plansız duruş olarak adlandırılabilir. Üretimde gerçekleşen ayar kayıpları, tezgahlarda üretilen ürünün üretiminin tamamlanması ve sıradaki ürünün üretiminin başlamasına kadar geçen zaman olarak tanımlanabilir. Yalın üretim prensibinde partili üretim, standarda bindirilmiş imalatın elde edilebilmesi toplam

retken bakım çalışmalarının etkisinin yükseltilebilmesi açısından yüksek seviyede önemi olan SMED (Tekli Dakikalarda Kalıp Değişimi-Single Minute Exchange of Die) ayar sürelerinin minimuma indirilmesini, standarda bindirilmiş ayar sürelerinin devam

Ayar işlemlerinin hızlı bir şekilde yapılması, 7 israf türünden birinin azalmasını sağlayacaktır (Godina vd.,2018:783). İşletmelerde görülen kayıpların azaltılması ve dengeli bir üretim hattı elde edebilmek için gerekli olan yalın üretim tekniklerinden Kanban, TPM (Toplam retken Bakım-Total Productive Maintenance), Hücresel retim, JIT (Tam Zamanında retim-Just-In-Time), uygulanabilmesi ve uygulamaların başarı ile sonuçlanabilmesi için SMED kritik öneme sahiptir. Üretimde makine ve ekipmanlardan kaynaklı zaman kaybı olduğu gibi, tezgâhın ve proseslerin gerekli olduğu kadar çalıştırılmadığı süreçlerde de zaman kayıpları oluşmaktadır. SMED alışmaları ile birim ayar sürelerinin minimuma indirilmesi değerlendirildiğinde toplamda görülen ayar sürelerinde önemli derece de azalış söz konusudur. Üretimde bulunan prosesler geçişleri arasında birbirinden farklı ayar çeşitliliğine ve sürelerine sahip olan üretim bantlarında veya makine ve ekipmanlarda, ayar süresinin azaltılmasında SMED uygulamasının önemi kadar üretimdeki proses sıralaması da son derece önemlidir. Bu gibi durumlarda, belirlenen proses sıralama önceliğine bağlı olarak iyileştirme yapılmış ayar süresini sağlayacak üretim sıralaması elde edilmesi, üretim en iyi ayar süresinde gerçekleştirilmesi sağlanmalıdır.

Bu tez çalışmasının amacı, SMED Metodolojisinin talaşlı imalat sektörüne uygulanması üzerine çalışma yapılmıştır. Talaşlı imalat sektöründeki darboğaz ve israf noktalarını tespit ederek, bu noktalara çözüm bulabilmek için yalın dönüşüm uygulamaları yapılmıştır. Yalın dönüşüm noktasında, SMED metodolojisi, kaızen, 5S, vb. gibi çalışmalar yapılmıştır. Çalışma sonrasında eski durum ve yeni durum arasındaki fark ortaya koyularak, kazanımlar hesaplanmıştır. Yapılan alışma, yalın dönüşüm uygulamasının talaşlı imalat sektöründe uygulanabileceğini göstermektedir. Talaşlı imalat alanında uygulanan metotlar ve bu metotların sonuçlarının kazanım yönünde olması, talaşlı imalat yapan birçok firmayı bu çalışmaları etkin şekilde uygulayarak israfları ortadan kaldıracılabileceğinin göstergesidir.

Bölüm 1’de SMED Metodolojisinin uygulama noktaları ve uygulandığı noktalarda görülen faydaları anlatan literatür çalışmaları sunulmuştur. Farklı sektörde uygulanan yalın dönüşüm çalışmalarının firmalara kattığı değerler, verilerle birlikte paylaşılmıştır. Yalın dönüşüm çalışmalarının tüm alanlarda uygulanabileceğinin kanıtı, her alanda yapılan çalışmaların literatüre kazandırılmasıdır. Bölüm 2’de Yalın Üretim Sistemi, üretim sisteminin tarihsel gelişimi, amacı faydaları ve yalın üretim araçları hakkında bilgiler sunulmuştur. Yalın dönüşümün tüm tarihsel gelişimi ve bu gelişime ayak uyduran şirketlerin ayakta kalırken, israfları ve kayıpları yok etmeden maddi gücüne güvenen firmaların nasıl yok olduklarından bahsedilmiştir. Firmaların gördükleri israfları minimum seviyelere indirmek için kullanabilecekleri yalın dönüşüm metotları ayrıntılı olarak anlatılmıştır. Bölüm 3’ te SMED Metodolojisinin tarihsel gelişimi, uygulama noktaları, uygulama prensipleri, faydaları vb. gibi durumlar hakkında bilgiler verilmiştir. SMED metodolojisini uygulamadan önce, alanda SMED metodolojisi uygulanmalı mı? Sorularının cevaplarının nasıl alınacağı, SMED metodolojisi çalışması sonrası elde edilen çalışma sonuçlarının nasıl değerlendirileceği gibi konularda bilgiler sunulmuştur. Bölüm 4’te Talaşlı İmalat Firmasında SMED Metodolojisi uygulamak için gerekli olan çalışmalar, çalışma için gerekli olan araçlar, çalışma öncesi ve sonrası durum analizleri ve analiz sonuçları, çalışma sonrası kazanımlar hakkında bilgi sunulmuştur. Talaşlı imalat sektöründe yalın dönüşüm çalışmalarının yapılabilirliği ortaya koyulmuştur. SMED metodolojisi çalışması yapılırken, destek alınan diğer yalın dönüşüm metotları ve metotlar hakkında bilgiler verilmiştir. Sonuçlar kısmında yapılan çalışmaların sonucunda elde edilen veriler ve bu verilerin hesaplanması ile ortaya çıkan sonuçlar paylaşılmıştır. Tezgâhtan toplanılan veriler ile kullanılabilirlik, kalite ve performans değerleri hesaplanmış, SMED metodolojisinin uygulama sonucunu elde edebilmek için OEE değeri hesaplanmıştır. Yalın dönüşüm çalışmaları sonucunda elde edilen diğer kazanımlar

BÖLÜM I

LİTERATÜR TARAMASI

1.1. Talaşlı İmalat Sektöründe Yalın Üretim Çalışmaları

Talaşlı imalat, metal işleme endüstrisinde kullanılan bir üretim yöntemidir. Bu işlemler, metal parçaların şekillendirilmesi ve düzeltilmesi için metal talaşlarının çıkarılmasını içerir. Talaşlı imalat süreçleri genellikle çeşitli makine araçları kullanılarak gerçekleştirilir. Talaşlı imalat bazı noktalarda ‘eksiltmeli imalat’ olarak da tanımlanmaktadır. Talaşlı imalat ile üretim yönteminin birbirinden farklı birçok metodu vardır. Bu metotlar tornalama, frezeleme, delik delme, raybalama, taşlama, erozyon işleme, delik delme vb. gibi birçok yöntemi vardır (Tezel vd.,2018:60). Talaşlı imalat sektöründe de lider konumda kalmak ve Pazar payında büyük dilimlere sahip olabilmek için şirketler rekabet yarışına girmiş durumdadır. Tüm şirketler ayakta kalabilmek için gereksiz yük olarak taşıdığı işlemlerden kurtulmayı hedeflemektedir. Şirketlere yük olan işlemler, israflar, gereksiz hareketler, gereksiz stoklar, hataları üretimler gibi israf olarak görülen işlemlerdir. Bu bölümde talaşlı imalat yapan şirketlerde yapılan yalın üretim çalışmalarına yer verilecektir.

(Yağlı vd.,2023) çalışmalarında havacılık alanında faaliyet gösteren ve talaşlı imalat yapan bir firmayı ele almıştır. Takımhane de buluna kesici takımlardan kaynaklı, hatalı üretim oranları, takım tedarik edilmesinin uzamasından kaynaklı tezgâh beklemler, takım maliyetleri gibi sebeplerden dolayı yalın üretim anahtarlarından biri olan 5S yöntemini uygulamaya karar vermiştir. Bu çalışma 2020 yılı haziran ayında başlamış olup, bu tarihten sonra 5S yönetim metoduna göre üretime geçiş yapılmıştır. Yapılan 5S çalışması sonucunda, 5S çalışması öncesi duruma göre takım maliyetlerinde %60 oranında azalma tespit edilmiştir. Kur değişimi göz önünde bulundurulduğu takdirde bu oran yaklaşık %66’dır. Kesici takımlardan kaynaklı hatalı üretilen parça adetlerinde ortalama %78 oranında azalma görülmüştür. Takım hane hattının ekipman veya kesici uç beklemesinden kaynaklı tezgahlarda görülen bekleme oranlarında %76 azalma görülmüştür. Gereksiz olarak yapılan hareketler %85 oranında azaltılmıştır. Performans anahtarları ile ortaya çıkan sonuçlar değerlendirildiğinde 5S çalışması öncesi 5 ay ile, haziran ayı sonrasındaki beş ay arasındaki yükselme oranı çalışmanın önemini ortaya koymuştur. Takım hane hattında yapılan çalışmanın sonuçları, diğer

bölümler ile paylaşıldığında diğer bölümlerinde 5S yaklaşımını benimseyeceği düşünülmektedir. (Ersöz vd.,2020) bu çalışmayı demir çelik sanayisinde faaliyet gösteren bir işletmede gerçekleştirmiştir. Çalışmanın amacı yalın üretim tekniklerinin demir çelik sanayisinde uygulanabilirliğini göstermek ve yalın üretim tekniklerini kullanarak firmada görülen israfları ortadan kaldırmaktır. Bu çalışmada israfları ortaya koymak için değer akış haritalamadan faydalanılmıştır. Değer akış haritalama çizildikten sonra stok alanları belirlenmiş ve bu stok alanları israf olarak seçilmiştir. Değer akış haritalama üzerinden mevcut üretimin akışın incelendiğinde üretim akış süresi 9 gündür. İşlemin akış süresi ortalama 3,21 saattir. Arada görülen büyük fark stoklardan kaynaklanmaktadır. Bu süreyi minimum seviyelere indirmek için soğuk çekim hattına prosesler arasına süpermarketler yerleştirilmiştir. Bu şekilde süreçler arası stoklar azaltılmıştır. Fırınlama Öncesi Bekleme Süresi azaltılarak fırınlama ve haddeleme için ek kapasite verilmiştir. Bu şekilde fırınlama önünde görülen bekleme süresi 37 dakikadan 0,12 dakikaya düşürülmüştür. Ürünün üretim sürecinde geçirdiği süre 35 dakikadan 7 dakikaya indirilmiştir. Kaizen formları ve 3M formları kullanarak çalışanların fikirlerinden daha fazla yararlanmak, sürekli iyileştirme kültürüne teşvik arttırılmıştır. Yapılan bu çalışmalarla, işletmenin rekabet avantajını arttırmak, maliyetleri düşürmek ve müşteri memnuniyetini arttırması hedeflenmektedir. Sevgili ve Antmen, (2019) bu çalışma da Çukurova bölgesinde faaliyet gösteren, ağır iş makinelerinin aksamalarını üreten metal işleme fabrikasında uygunsuz üretilen ürünlerden kaynaklı, sık sık yapılan yeniden işleme ve tashih işlemlerini A3 metodu kullanılarak ortadan kaldırılması ve üretim akış süresinin kısaltılması, verimlilik ve üretim miktarının artırılması, çekme ve kanban sistemleri uygulayarak aradaki stok alanların minimum seviyelere düşürülmesi için yalın üretim araçlarından değer akış haritalama ile israfları tespit etmek ve ortadan kaldırmayı amaçlamaktadır. Mevcut durumda hammadde temininde güçlük ve bundan kaynaklı fazla satın almadan kaynaklı stok miktarı, sipariş sıklığından kaynaklı çok fazla yarı mamul stoku, çevrim sürelerinin uzun olması, yeniden yapılan işlemlerin sıklığı, ürünlerin hatlardaki izlenebilirliğinin zor olması gibi problemler tespit edilmiştir. Bu israfları ortadan kaldırmak için çalışanlardan ve parça kaynaklı değişkenleri ortadan kaldırmak için eğitim düzenlenmesi, kaynak robotlarının fikstürlerin ve yazılım ile çalışan süreçlerin yazılımlarının güncellenmesi, prosesleri sürekli kontrol altında tutmak için kontrol şemalarının işleme alınmasına karar verilmiştir. Bu çalışmalar yapıldıktan sonra üretim akış süresinde 360dk azalma olacağı

düşünülmektedir. Tüm çalışmaların müşteri memnuniyetini de yanında getireceği öngörülmektedir.

1.2. SMED Metodolojisinin Uygulama Noktaları ve Faydaları Literatür Taraması

Yalın üretim metotlarını farklı alanlara ve farklı sektörlerle uygulamak mümkündür. Bazı yalın üretim metotlarını uygulamak için aynı anda farklı birkaç metodu uygulamakta gerekebilir. Dünya da zaman ilerledikçe birçok sektörde rekabet gittikçe artmaktadır. Firmalar rekabet avantajı elde etmek için birçok yönteme başvurmakta ve uygulamaya başlamaktadır. Oranlara bakıldığında firmalar genel olarak proseslerde yaşanan zaman kayıplarını yok etmek ya da minimum seviyelere indirmek, üretimde hiçbir katma değer yaratmayan işlemlerden kurtulmak, makinelerin etkinlik katsayılarını maksimum seviyelere çıkarmak gibi çalışmalara yönelmektedir. Bu yönelimleri gerçekleştirmek için birçok yönteme başvuru yapmaktadırlar. Yöntemin ilk başında yalın üretim çalışmaları yer almaktadır (Çelik,2020:15).

Proseslerde yaşanan zaman kayıpları ve bu kayıpları yok etmek için kullanılan kavramlar, Yalın Üretim Prensipleri ile ortaya koyulmuş ve uygulanmaya başlanılmıştır. Yalın üretim prensipleri içerisinde yer alan ve uygulama aracı olarak kullanılan uygulamalar, süreçte katma değer yaratmayan prosesler ayrıştırılarak, üretimin kontrol altına alınabilmesine yardımcı olmaktadır.

SMED metodolojisi altında yapılan literatür çalışmaları iki başlık altında incelenebilir. Bu yöntemler uygulama ve kavramsal inceleme çalışmalarıdır. Kavramsal inceleme çalışmaları, SMED yönteminin başlangıç aşamasını, proseslerdeki uygulama sıralarını ve proseslerdeki faydaları göstermek için yapılan uygulama çalışmalardan oluşmaktadır (Akyurt,2019:15). Uygulama çalışmaları, kalıp değişim sürelerinin ya da kalıp değişimi yapılırken sağlanan iyileştirmelerin etkinliğini ölçmek için yapılan çalışmalardan oluşmaktadır.

Bu bölümde farklı alanda ve sektörde uygulanan SMED Metodolojisi uygulamaları ve uygulama sonucunda elde edilen avantajlar ve kazanımlar verilmiştir.

(Çelik,2018) bu çalışmasında parlak çelik üretimi yapan bir firmada, üretim proseslerinde yaşanan zaman kayıplarının minimum seviyelere indirmek için yapılan çalışmaların üretim performans değerine ve makinelerde oluşan birim maliyetin etkisini belirlemek istenilmektedir. Mevcut durum analizi yaparak tezgâhta görülen mevcut

duruşların, %30,85 oranı ayar kayıplarının tezgahlara en fazla duruş yaptırdığı fark edilmiştir. Ayardan kaynaklanan kayıpların sırasıyla, mekanik sistem arızası, diğer işlemi bekleme ve üretim için kullanılacak hammaddeyi bekleme sebebiyle yaşanan duruş kayıpları olduğu belirlenmiştir. Ayar ve hazırlık yaşanan kayıplarının iyileştirilmesi için, yalın üretim araçlarından SMED metodolojisi uygulanmıştır. SMED uygulaması sonucu 23 dakikalık genel ayar duruşları 7,5 dakikaya düşürülmüş ve ortalama %67 iyileştirme sağlandığı tespit edilmiştir. (Sarıkaya vd.,2022) yalın üretim araçlarından Kaizen, Poka-yoke ve SMED yöntemleriyle üç aşamada üretim hattı için iyileştirmeler yapılmış ve bazı sonuçlar elde edilmiştir. Kalıp değişimi sırasında güvenlik ve İSG mevzuatları da ele alınmıştır. Bu çalışma da üretim hattından bulunan bazı tezgahlarda basit iyileştirmeler yapılarak kalıp değişim sürelerinde kısaltmalar görülmüş, üretim maliyetlerinin azaldığı ve üretim kapasitesinin arttığı, üretim yapısının daha esnek hale geldiği görülmüştür. Çalışmalar sonucunda görülen iyileşmelerden birisi kalıp değişim süresinin 1232 saniye azaldığı görülmüştür. Bu veriye dayanarak dış ayar süresinde %26,91, iç ayar sürelerinde ise %20,74 oranında bir iyileştirme yapıldığını görülmektedir. SMED yöntemi ve basit olarak uygulanan yalın üretim araçlarıyla yapılan çalışmada bisküvi üretim firmasındaki hazırlık süreleri büyük ölçülerde azaltılmış ve esnek bir üretim sağlanmıştır. Tüm yetkiler operatörün inisiyatifine ve kararına bağlı olan ve bağlı olmayan geniş zamanlar üretime hazırlık sürelerinin nasıl düşürülebileceğine yönelik yapılan çalışma sonucunda kalıp değişim süresinde %21,05'lik iyileştirme, yıllık üretim adedi ve elde edilen kârda ise %3,8 oranında artış sağlanmıştır. Bu çalışmada yararlanılan yalın üretim yöntemleri benzer üretim yöntemleri olan ayrı sektörlere de uygulanabilir. (Çelik,2019) üretim süreçlerinde darboğaz olan konuları ele almak için çalışmasındaki hedefi, 5S ve SMED uygulamaları sonrasında tezgahlardaki yapılan birim ayar sürelerine ve üretime olan etkisini ortaya koymaktır. Literatürdeki gerçekleştirilen uygulama çalışmasında, değerlendirilen üretim bandında bulunan iki farklı ayar işleminin birim sürelerinde 930 saniye ve 420 saniye iyileşme görülmüştür. İyileşme miktarları 162 saniye ve 132 saniyelik kısımları, 5S çalışmaları ile elde edilmiştir. 5S çalışması ile alınan sonuçların, SMED çalışması içerisindeki payı %19,46 olarak belirlenmiş; kullanılabilirlik +%1,31 ve OEE +%1,074 oranlarında iyileştirme sağlamıştır. SMED çalışmasına başlamadan önce, 5S metodu uygulamasının birim ayar sürelerini minimum seviyelere indirerek, katkı sağlayacağı sonucuna ulaşılmıştır. Çalışma sonuçları incelendiğinde, ayar sürelerinin iyileştirilmesi amacıyla uygulanan SMED metodolojisi ile elde edilen

sonuçlar içerisinde 5S uygulamasının maximum oranda olduğu görülmüştür. Akyurt, (2019) alışmasında dünya üzerinde değişen ekonomik koşullar, firmaların birbiri ile rekabeti, pazar payı, üretim çeşitlilikleri ve sistemleri, tezgahlarda ve hatlarda yapılan analizler direkt olarak iyileştirme çalışmaları ile doğru orantılıdır. İyileştirme uygulamaları için yalın üretim yöntemi olan SMED metodolojisi diğer tanımıyla tekli dakikalarda kalıp değişimi yöntemi ele alınmıştır. Proje boyunca minimum maliyet ve basit ve etkisi yüksek çalışmalar yapılmıştır. Proje boyunca yalın üretim sisteminin etkili ve işlevsel rol aldığı görülmüştür. Projede SMED metodu ve 5S alışmaları ile kalıp değişim zamanlarının kısaldığı, üretim miktarının arttığı ve üretim maliyetlerinin minimuma indirildiği, kalıp değişimde harcanan zamanın kısaldığı, imalat yapısının daha çok esnekleştiği ve bunun sonucu olarak müşteri isteklerine çok hızlı ver kısa zamanda cevap verildiği görülmüştür. Müşteri memnuniyetinin ve pazar payının artmasını da sağlayacaktır. SMED metodu ile bu sredeki iyileştirme oranları 1 ay-20 iş günü ve 1 ay-180 çalışma saati olarak kabul edilmiş ve bu şekilde değerlendirilmiştir ve para kazanmayı sağlamayan işçilik maliyetleri de yılda 16.668 TL kadar azaltılmıştır. Kaybedilen sürede yapılabilecek olan imalat ile 41.336 TL daha kar yapılabileceği öngörülmüştür. Kalıp değiştirme sırasında makineye bağlı ocağın belirli bir değerde ki ısıda sabitlenmesi gerekmektedir. Sürede görülen kısıalma enerji maliyetine direk etki ettiğinden iyileştirilme sonucu makine daha az duruş yapmadan beklemiş olduğu için yıllık 967 TL enerji kazancı n görülmüştür Bununla birlikte SMED alışmaları öncesinde yapılan mevcut durum analizleri sonucunda çalışanın toplamda, iş yaparken 619 adım atmış olduğu görülmüştür. SMED uygulaması sonrasında yapılan iyileştirmelerin sonucunda çalışanın toplam 220 adım atmış olduğu tespit edilmiştir. Sonuç olarak toplam çalışma süresinde azalmanın yanında operatörün bu çalışma süresinde 399 daha az adım ile yapması sağlanarak katma değer yaratmayan adımlar süreçten yok edilmiştir. (Filiz,2008) SMED metodolojisi çalışmasında, müşteri isteklerine zamanında cevap veremeyen, pazarda yeteri kadar ön planda olamayan, üretim sırasında çok fazla ürün çeşitliliği olup kalıp değişimi sırasında çok fazla zaman kaybı yaşayan, ayar süresi uzun olduğu için sürekli stoklu çalışan ve stoklu çalıştığı için stok maliyetine katlanan tüm firmalar için uygulanması gerektiğinden bahsetmiştir. Bu çalışmada bu şekilde üretim yapan bir firmanın zaman kayıplarını minimum seviyelere indirmek ve hatta yok etmek amacıyla SMED alışması yapılmıştır. (Gökçe,2006) yapmış olduğu yalın dönüşüm çalışmasında, bir firmaya yalın üretim teknikleri uygulanmış ve çalışma sonunda firmanın elde ettiği kazanımlar gösterilmiştir.

Kullanılan yalın üretim teknikleri 5S, Kaizen, SMED gibi yöntemlerdir. Tablo 1.2.1' de yalın üretim uygulaması sonucu görülen kazanımlar verilmiştir (Gökçe,2006:94).

Tablo 1.2.1. Firmada Yalın Üretim Çalışması Sonrası Görülen Kazanımlar

Değer Katmayan Faliyetler	Mevcut	Hedef	Beklenen İyileşme Yüzdesi	Aksiyon
Malzeme Hareketleri	797	120	85%	Çalışma alanlarının optimize edilmesi ve hatlara direk malzeme akışlarının sağlanması
Kontrol	1,379	-	100%	Görsel kontroller için çalışanlar yerine kameralardan faydalanılması
Hareket	842	84	90%	Malzeme hareketlerinin küçük trenle sağlanması
İkincil İşçilik	451	451	0%	
Hazırlık	387	387	50%	Hatlara direk malzeme sağlanması
Diğer	410	410	0%	
Aktivite	8,494	8,494	90%	SGG
Malzemeciler	1,212	2,212	50%	Tüm üretim birimlerinin aynı katta olması ve küçük tren
Ustabaşları	1,197	1,197	0%	
Bakımcı	573	573	0%	
Depo Çalışanları	2,985	2,09	30%	Tüm üretim birimlerinin aynı katta olması ve küçük tren
Toplam	18,727	6,573	65%	

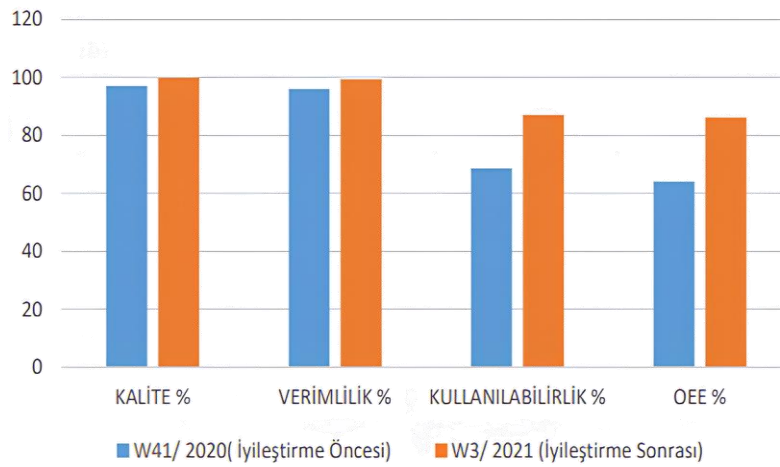
Kaynak: Gökçe,2006:94

Tablo 1.1' de verilen değer katmayan faaliyetler toplam 18.727 saat olarak tespit edilmiştir. Bu sürenin 6.573 saate düşürülmesi hedeflenmektedir. Elde edilen verilere göre $18.727 - 6.57 = 12,15$ saat işçilik kazancı olacaktır. Elde edilen bu sonuç toplam çalışma süresi ile (29.985) saate oranlanacak olursa elde edilecek %40,5 kazanç olacaktır. Daha önce 29.985 saat olarak hesaplanan çalışma süresi zamanın %40,5'lik iyileştirme ile 17.831 saate düşürülebileceği hesaplanmıştır. Çalışma alanında yeni hazırlanan yerleşim planına göre planlanan toplam yer kazancı 3.39 m² ile %38'dir. Dikey olarak tasarlanan depo raflarının kullanılması ile stok yapmak için ayrılan bölgeden beklenen kazanç %57'dir. Verilen somut veriler değerlendirildiğinde yalın üretim çalışmalarının iyileştirme yönünde kazanç sağladığı görülmektedir.

(Doğru vd.,2021) kalıp değişim işlem sürelerinin çok zaman aldığı bir montaj hattı seçmiş ve bu hattaki kalıp değişim sürecinin mevcut durum analizi yapılarak işlemin hızlandırılması için tasarımda değişikliğine gitmiş ve iyileştirme çalışmalarına

başlamıştır. Kalıp değişim prosesinin iyileştirilmesi, kullanılabilirlik oranındaki artış ile verimlilik ve kalite oranlarında görülen pozitif etkisi olduğu gözlemlenmiştir.

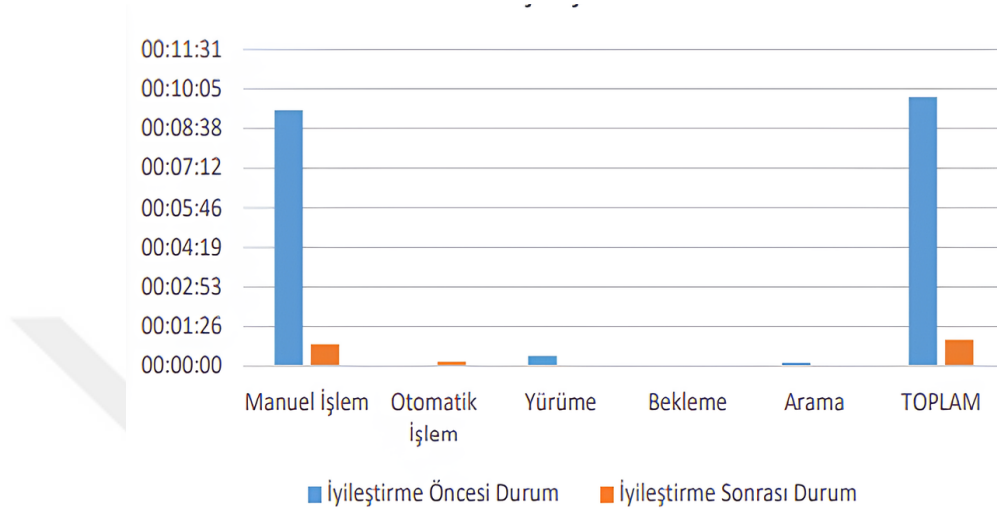
Verimlilik oranındaki artış, üretim için planlanmış olan adetler ile karşılaştırıldığında gerçekleşen üretim adetlerinin arttığını gözlemlenmiştir. Yükselen üretim adetlerine oranla uygun üretilen parça adetlerinin de karşılaştırıldığında kalite oranının arttığı görülmüştür. Uygulanan çalışmalarda otomotiv sektöründe faaliyet yapan bir işletmenin, yalın üretim sisteminin metodu olan SMED uygulanarak mevcut olan kalıp değişim zamanının kısaltılması için yapılan çalışmalar sonuçlanmıştır. Montaj hatlarında kalıp değişim ve ayar sürelerinin fazla olduğu imalat proseslerine sahip işletmeler için kalıp değişim işleminin hızlandırılarak verimlilik ve kalite sonuçlarının olumlu yönde gittiğini göstermesi açısından faydalı olacaktır. Yapılan uygulamaların sonucunda montaj hattının verimlilik oranı ve kalite oranına etkisinin izlenilebilmesi için iyileştirme sonrası 1 haftalık sürede yapılan üretim izlenmiş ve mevcut durum analizi yapılmıştır. Şekil 1.1'de iyileştirme çalışması öncesindeki ve iyileştirme çalışması sonrasındaki OEE, üretimde verimlilik, kalite ve kullanılabilirlik oranlarının karşılaştırılması verilmiştir (Doğru vd.,2021:6). Verimlilik oranının %96 den %99 yükseldiği, kalite oranının ise %97 den %99 ye yükseldiği görülmüştür. Kullanılabilirlik oranı hızlı model değişimi operasyonunda iyileştirilen model değişimi işlem adımları ile %68,59 oranından %87 oranına yükselmiştir. Toplam ekipman kullanım oranını ifade eden OEE değeri ise %64 oranından %86 oranına yükselmiştir.



Şekil 1.2.1. OEE Değerlerinin Karşılaştırılması (Doğru vd.,2021:6)

Kaynak: Doğru vd., 2021:6

Şekil 1.2.2’de iyileştirme çalışması öncesi ve sonrası iyileştirme süre analizlerinden sonra işlem sıralarındaki sınıflandırmanın süre değişimleri verilmiştir (Doğru vd., 2021:6). Kalıp değişim işlemi sırasında çalışanın tezgâh parçalarını değiştirmek için ihtiyacı olan takımı alması için tezgâhtan ayrıldıktan sonraki yürüme süresi ve ihtiyacı olan takımı aradığı arama süreleri ortadan kaldırılmıştır.



Şekil 1.2.2 İyileştirme Öncesi ve Sonrası Durumların Süre Karşılaştırması

Kaynak: Doğru vd., 2021:6

BÖLÜM II

YALIN ÜRETİM SİSTEMİ

2.1. Yalın Üretim Sisteminin Tarihçesi

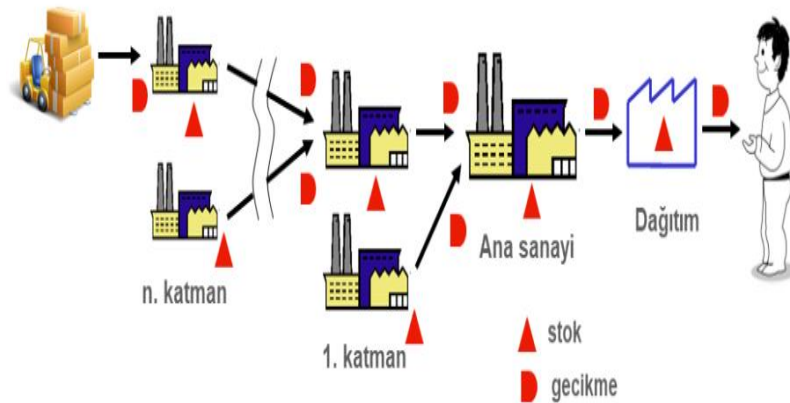
Yalın üretim, üretim süreçlerinde verimsizlikleri ve israfı azaltmayı hedefleyen bir yönetim felsefesidir (Safa vd.,2019:1). Bu felsefe, 20. yüzyılın ortalarında Japon otomotiv şirketi Toyota tarafından geliştirilmiştir. Yalın üretim sisteminin tarihçesi çok eski dönemlerde başlamış olup değişim ve gelişme göstererek günümüze kadar gelmiştir (Tankut,2014:13). 1940 yıllarında İkinci Dünya Savaşı sonrasında Japonya, savaşın yıkıcı etkileriyle karşı karşıya kalmıştır. Savaş sonrası dönemde kaynakların sınırlı olduğu bir ortamda, Toyota Motor Corporation, üretim süreçlerinde verimsizlikleri ve israfı azaltmayı hedefleyen yeni bir yaklaşım arayışına girmiştir.1950 yıllarının başında Taiichi Ohno, Toyota'nın mühendislik bölümünde çalışmaya başlamış ve Ohno, üretim süreçlerindeki israfları ortadan kaldırmak için "7 İsfraf" kavramını geliştirmiştir. Bu kavram, gereksiz fazla üretim, gereksiz bekleme süreleri, taşıma, gereksiz stoklar, aşırı işleme, gereksiz hareketler ve hatalar gibi israf türlerini tanımlamaktadır.

Toyota, çalışmalar sonucunda yalın üretimin temel unsurlarını oluşturmaya başlamıştır. Bu dönemde, Toyota, üretim süreçlerini optimize etmek için "Kanban" sistemini kullanmaya başlamış ve süreç düzenlemesini ve malzeme akışını kontrol etmeye başlamıştır. 1970 yıllarının başında Toyota, yalın üretimi daha çok geliştirerek ve "Toyota Üretim Sistemi" adını vermiştir. TPS, yalın üretim felsefesinin temel prensiplerini içeren bir üretim sistemi olarak tüm dünyaya tanıtılmaya başlamıştır. Yalın üretim felsefesi, Toyota'nın başarısıyla birlikte diğer Japon şirketlerine de yayılmaya başlamış ve birçok şirket benimsemiştir (Tankut,2014:14). 1990 yıllarında Yalın üretim felsefesi, Batı ülkelerinde de popülerlik kazanmaya başlamıştır. Batılı şirketler, Toyota'nın yöntemlerini benimseyerek üretim süreçlerini iyileştirmeye çalışmıştır. 2000'li yıllarda Yalın üretim, sadece imalat sektöründe değil, hizmet sektöründe de uygulanmaya başlanmıştır. Birçok şirket, yalın prensipleri iş süreçlerine adapte ederek verimliliklerini artırmayı amaçladı ve yalın üretim sistemini benimseyen şirketler verimliliklerini arttırmıştır. Bugün, yalın üretim felsefesi dünya genelinde birçok şirket tarafından benimsenmektedir.

2.2. Yalın Üretim Sisteminin Tanımı ve Amacı

Bünyesinde gereksiz hiçbir unsur taşımayan ve hata, maliyet, stok işçilik, geliştirme süreci, üretim alanı, fire, hatalı üretim, gereksiz taşıma, müşteri memnuniyetsizliği gibi unsurların, en aza indirgenmeye çalışıldığı üretim sistemidir (Özçelik,2013:48). İkinci Dünya Savaşı sonrasında ürettiği otomobiller ile üretkenlik kapasitelerini, yetkinliklerini ve yönetim sistemini iyileştirmeyi hedefleyen tekstil makinaları üreticisi Toyota ailesi üretim sisteminde geliştirdiği yenilikler, sürekli olarak gelişim ve üretimi kontrol altına almak için ortaya koyduğu uygulamalar ile maliyetlerini rakiplerine oranla oldukça kısmayı ve pazar payında büyük dilimi almayı başarmıştı. 1929 yılında ilk üretime aldığı aracı ve İkinci Dünya Savaşı sonrasında üretimine devam ettiği modeller Amerikan pazarında çok fazla tutunamamıştır. Toyota 1970'teki petrol krizinden sonra oldukça popüler olan düşük motor hacimli otomobilleri ile Amerika pazarında çok iyi yer almıştı. Pazar payını arttıran Toyota'yı takip eden Japon firmaları Amerikan pazarının %40 a yakın payını ele geçirmeye başlamıştı (Altuntaş,2018:9). Düşük maliyette yüksek kalitede otomobil üretmekle kalmayıp müşteri isteklerini karşılama konusunda da oldukça başarılı olan bu otomobiller oldukça dikkat çekmişti. Yalın üretim sisteminin bünyesinde bulundurduğu imalat yöntemleri, ilk kez Harvard Üniversitesi araştırma üyelerinden John Krafcick yalın üretim teknikleri olarak adlandırmış ve uygulama çalışmaları için bazı adımlar atmıştır. Krafcick, Toyota Motor Fabrikasında geliştirilen bu yeni üretim sisteminin özünü belirtmek amacıyla yalın üretim kavramını geliştirmiştir. Krafcick yalın üretim kavramını kullanmasının nedeni, yeni sistemin Fordist kitlesel üretimine göre her şeyi daha az talep etmesinden kaynaklanmaktadır. Başka ifade ile yalın üretim sistemi, işletmelerde daha az iş gücü, daha az üretim alanı ve yeni bir ürün geliştirmede daha az mühendislik süresi gerektirmektedir (Sevindirici,2009:52). Japonya da yıllardır uygulanan ve çalışmaları yürütülmeye çalışılan yalın üretim sisteminin arkasındaki düşünce, israfların ortadan tamamen kaldırılması veya minimum seviyelere indirilmesi, maliyetlerin azaltılması ve çalışanların motivasyon olarak güçlendirilmesidir. Yalın üretim bir sanayi işletmesinde tüm kaynakları en verimli şekilde kullanıp, gereksiz yere maliyetleri yükselten ve katma değeri etkisi olmayan tüm faktörlerin adım adım ortadan kaldırılmasını sağlar. Yalın üretim sıfır hata, firesiz üretim hedefler. Yalın üretim, kaliteyi yükselten, maliyetleri minimuma indiren ve israfları ortadan kaldıran üretim sistemidir (Akbal,2021:74). Üretim sisteminde yalınlık ilkesine uyularak çalışmalar

yapıldığı için müşterilerden gelecek olan talepleri ve beklentileri anında karşılayacak bir şekilde üretim sistemi tasarlanır. Yalın üretim hem ana sanayi hem de yan sanayi zamanında üretimi, yani zamanında müşteri talebi kadar üretim yapmak ve sıfır stoklu üretimi benimser. Buna göre değerlendirecek olursak yalın üretimin amacı, imalatın tüm aşamalarında tümüyle stoksuz çalışmaktır. Mevcuttaki bu durum stokla çalışmanın gerektirdiği gereğinden fazla hammadde, enerji, şirket giderlerini, sarf malzeme giderlerini ortadan kaldıracaktır. Stoksuz çalışma şirket sermayesinin ve işletme kaynaklarının daha verimli kullanılmasını sağlayacak ve tasarruf bilinci kazandıracaktır. Yalın üretim, müşteriden gelen talepleri anında karşılayabilmek için yönetiminden çalışanına ve firmanın fason çalışanına kadar tüm çalışanların çalışmasını bir bütün hale getirir. Üretimin her alanında fonksiyonel olarak eğitilmiş çalışan ekipleri çalıştırılır ve maximum derece esnekliği olan, otomasyon sistemi geliştirilmiş makineler kullanılır (Akçagün,2006:6). Çalışma alanında gerekli olan sorumluluk, firmanın organizasyon şemasında bulunan en alt kademedeki bulunan işçi sınıfına kadar itilir. Bu sorumluluğun alt seviyelere indirilmesi işçi sınıfında bilinçlendirme oluşturacak ve yüksek düzeyde üretim yapmada fayda sağlayacaktır. Yalın mekanizması genel olarak bünyesinde hiçbir gereksiz unsur bulundurmamayan ve hata, maliyet, stok, işçilik, geliştirme süreci, üretim alanı, fire, müşteri memnuniyetsizliği, gereksiz taşıma, gereksiz hareket gibi unsurların en aza indirildiği üretim sistemi olarak tanımlanmaktadır. Şekil 2.2.1 ve Şekil 2.2.2 de yalın üretim süreci sistemi gösterilmiştir.



Şekil 2.2.1. Yalın Üretim Süreci

Kaynak: Akçagün,2006:6

Yalın üretim yaklaşımı, bütün çalışmalardan önce tüm herkesin sistemin tamamını görmesini sağlayacak ortak bir dil kuralı ve sistemin etkisine, verdiği cevaba

göre iyileştirmeler yapar. Yalın üretim metodunun beş temel unsuru vardır. Bu unsurlar; Üretim sisteminin akışı, organizasyon, süreçlerin kontrolü, ölçümler ve lojistikdir (Şeker,2016:455).

- Üretim Sisteminin Akışı: Fiziksel olarak üretimdeki değişimleri ve standartlaşmayı sağlar.
- Organizasyon: Kişilerin tekli çalışma fonksiyonlarına hedeflenmeyi, yeni çalışma şekilleri farklılığındaki eğitimleri ve iletişimi ifade eder.
- Süreç Kontrolü: Üretim süreçlerini ve prosesleri iyileştirmek için yapılan mevcut durum analizini, kontrol etmeyi, standartlaşmayı ve takip yollarını barındırır.
- Ölçümler: Sonuca odaklanarak performans ölçülerini, hedefleri sağlamayı ve çalışma ekibini ödüllendirmeyi içerir.
- Lojistik: Şirket çalışma kurallarının tanımlanması ve malzemenin ilerlemesi ve kontrolü için planlamanın yapılmasını sağlar.

Şekil 2.2.2' de yalın üretim süreci aşamaları gösterilmiştir. Yalında amaç sadece müşterinin istediği ürünleri, müşterinin istediği zamanda, daha az kaynak harcayarak üretebilmek ve müşteri için bir zaman değer teşkil eden faaliyetlere odaklanabilmektir.



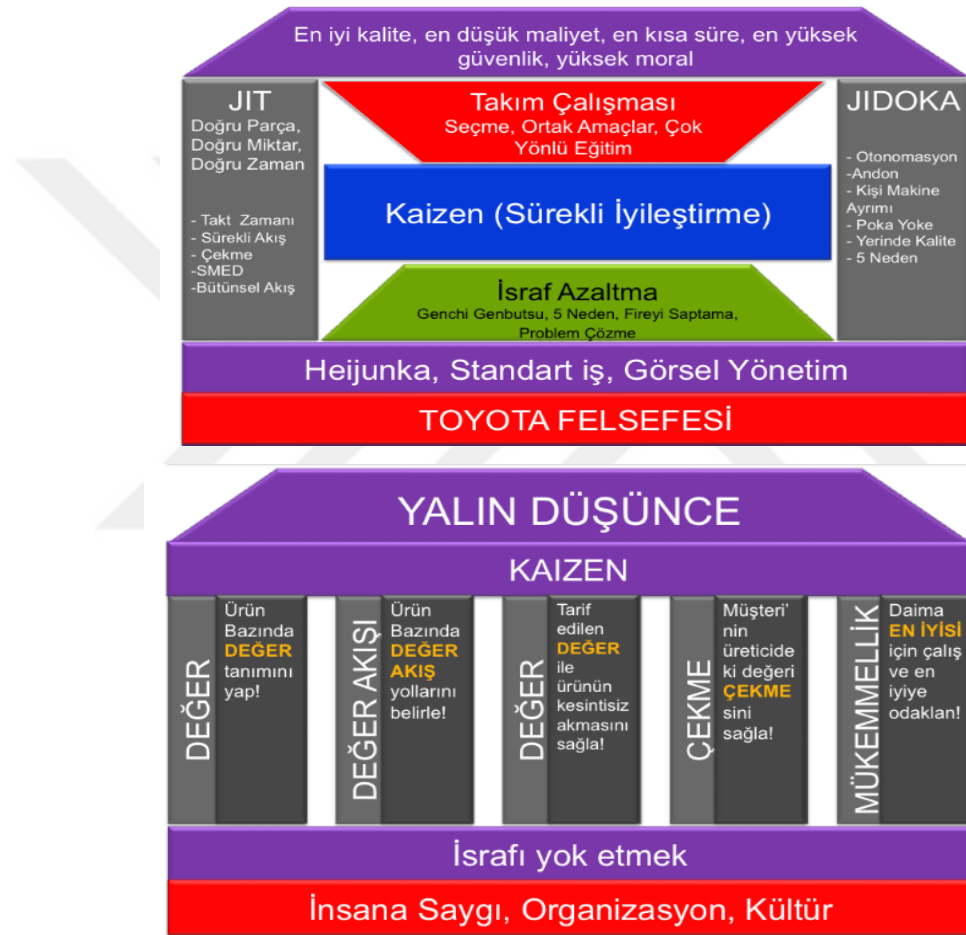
Şekil 2.2.2. Yalın Üretim Süreci

Kaynak: Şeker,2016:455

2.3. Yalın Düşünce ve Unsurları

Japonca sözcük MUDA (değer yaratmayan), kaynakları kullanan ama herhangi bir değer yaratmayan faaliyeti demektir. Yeniden işlem gerektiren hatalı unsurlar, bundan kaynaklı stokları ve gereksiz ürün stoklarını artıran malzemelerin üretimi, gereksiz olan işlemler ve proses adımları, gereksiz olan tüm hareketler MUDA'dır.

Mevcut prosesin zamanında tamamlanamamasından kaynaklı, sonraki prostedeki personelin veya çalışması gereken tezgâhın iş yapmadan beklemesi ve müşteri taleplerini zamanında karşılamaya yaramayan uzak mal ve hizmetler de MUDA olarak tanımlanabilir (Deniz,2021:53). Yalın Düşüncenin genel olarak amacı, ilk ham madde girişinden başlayarak, değer yaratan süreç boyunca hiç kesintisiz proses akışları hızlı şekilde müşteriye ulaştırılmasıdır (Özkoç,2004:121). Bunu yapabilmek için değer yaratan proseslere bir bütünlük çerçevesinde bakarak, israfları ortadan kaldırmak ve tüm faaliyetleri müşteri odaklı oluşturmak ve amacına yönlendirmek gerekir.

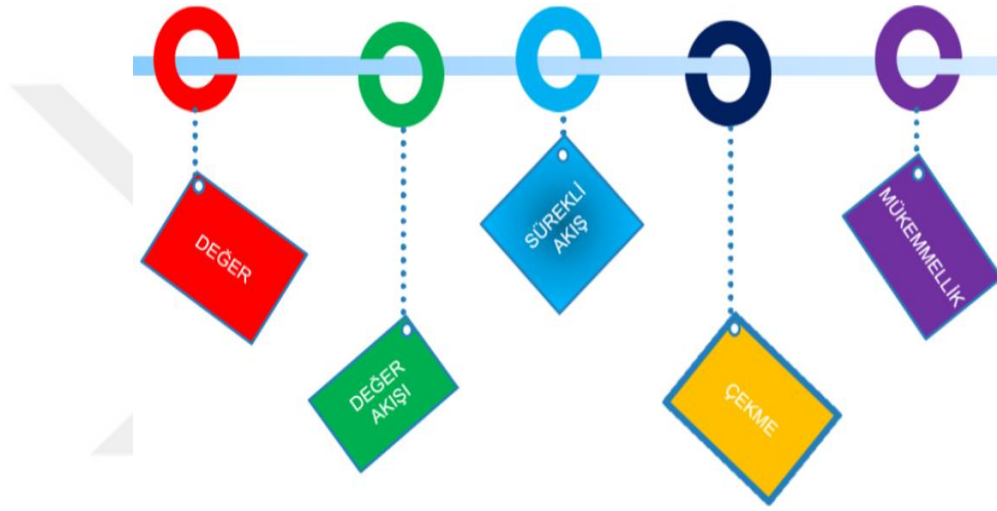


Şekil 2.3.1. Yalın Düşünce Sistemi

Kaynak: Şeker,2016:452

Yalın düşünce uygulamasıyla sistem üzerinde bulunan israflar sürekli olarak iyileştirilip, kaynaklar değer katan işlemlere yönlendirildiğinde, sadece şirketlerin kârlılığı ve birbirleri arasında olan rekabet gücü artmaz, müşterilerde kendilerine daha uygun, daha kaliteli, daha ucuz ürün ve hizmetleri bulabilirler. Bu zincir tüm sektörler ve çalışma alanlarına yayıldığında toplumsal zenginliğin artmasına da katkı sağlar

(Şeker,2016:454). Özetle söylenebilir ki, MUDA' yı yok etmek kullanılacak anahtar, yalın düşüncedir. Yalın düşünce değeri tanımlamak, değer yaratan işlemleri maximum seviyelere çıkarmak ve bu işlemleri en doğru sonuca ulaşacak şekilde sıralamak, müşteriden talep geldiğinde bu işlemleri sıralı olarak uygulamak, onları giderek daha etkin biçimde kullanmak için yol izlenilmesine yardımcı olur. Giderek daha az insan gayreti, daha az ekipman, daha az enerji, daha az muhtelif malzeme daha az zaman ve daha az üretim alanı ile giderek daha fazla kazanma elde etmenin yolunu gösterir ve böylece müşteri tarafından gelen talepleri ve istediklerini sağlamaya giderek daha fazla yaklaşmış olur Şekil 2.3.2' te yalın düşünce unsurları verilmiştir (Şeker,2016:452).



Şekil 2.3.2. Yalın Düşünce Unsurları

Kaynak: www.henkatr.com

2.3.1. Değer

Yalın düşünce için önemli bir başlangıç noktası değer kavramıdır. Değer, müşteri tarafından tanımlanabilir ve yalnızca müşterinin ihtiyaçlarını belirli bir zamanda ve fiyatta karşılayan belirli bir ürünle ilgili olduğunda anlamlıdır (Tikici vd.,2006:22). Değer üretici tarafından müşteriye karşı yaratılır (Şeker,2016:453). Yalın Düşünce, belirli bir müşteriyle yapılan konuşmalara dayalı olarak, belirli bir yeterlilik düzeyine sahip belirli bir malzemenin değerini doğru ve kesin bir şekilde tanımlamayı amaçlar. Değer zincirinin yukarısındaki her şirket kendi ihtiyaçlarına göre değeri farklı tanımlar. Değerin yaratıldığı akışın üstünde yer alan her firma, değeri kendi ihtiyaçları doğrultusunda farklı bir biçimde tanımlamaktadır. Değerin doğru olarak tanımlatılabilmesi için, üretici ve müşterinin iletişim kurmalarının sağlanması, bu iş için yeni iletişim ağlarının sağlanması ve ayrıca değer akışı üzerinde yer alan şirketler

arasındaki bire bir ilişkilerin de yeniden düzenlenmesi ve kurgulanması gerekecektedir. Yalın düşüncenin başarısı, hızla yeni müşteriler ve yeni satışlar için pazar fırsatları bulma çabalarını geliştirmeye bağlıdır. Satış ve pazarlamayı artırmada en doğru yaklaşım, değeri en iyi şekilde ifade etmektir (Çankır,2010:4).

2.3.2. Değer akışı

Değer akışı, herhangi bir kuruluşta bulunan üç temel yönetim işlevi aracılığıyla elde edilen belirli bir ürünü elde etmek için gereken somut eylemler kümesidir (Özçelik vd.,2010:54). Bunlar; kavramdan başlayarak en ince ayrıntısına kadar tasarım ve mühendislikten geçerek ürünlerin pazara çıkmasına kadar olan zamandaki sorunları çözme görevi, sipariş almadan aşamasından başlayarak, alınan siparişi ayrıntılı olarak planlama yoluyla müşteri teslimata kadar olan süreçteki bilgi ve beceri yönetimi görevi ve ham maddeden giriş veya üretim sürecinden başlayarak ürünü üretilip müşteriye ulaşmasına kadar geçen süreçteki fiziksel dönüştürme görevi olarak bilinir. Yalın düşünce sisteminin uygulandığı firmaların sınırlarını dışına çıkararak, firma dışında da değer yaratan zincir üzerinde bulunan tüm prosesleri kapsar ve bu süreçlerde görülen israfları yok etmeyi sağlar. Yalın düşüncüyü uygulayan günümüzdeki firmalar, dikey bağlantı düzeyi zaman geçtikçe azalmaktadır. Bu durumda, değer zincirinin sadeliğini sağlamak için tüm şirketlerin kendi içlerinde ve şirketler genelinde değer katmayan şirketleri tespit etmek ve yok etmek için birlikte çalışması gerekir (Çankır,2010:5). Yalın Üretim şirketleri, bir değer akışı sistemi kurduktan sonra, müşterilerine sağladıkları değeri artırmak için işlerini bir akış sistemine göre organize eder ve yönetir.

2.3.3. Sürekli Akış

Akış ilkesinin potansiyelini ilk fark edenler Henry Ford ve kurumsal ortaklarıdır. 1913'te bir Model T otomobili yapmak için gereken işçilik, son montaj hattında sürekli akış sürecinin kullanılmasıyla %90 oranında azaltıldı (Türkan,2010:36). Ancak bu hız özel koşullarla sınırlıdır. O zamanki piyasa koşulları, aynı modelin 19 yıl boyunca çok sayıda üretilmesine izin verildi. Ancak akışın sağlanması yeterli değildir. Müşteriler tarafından sahiplenilmemiş ürünlerin hızlı nakliyesi, yalnızca doğrudan israfa yol açan depolama maliyetlerine neden olur. Müşterilerinize istemediklerini vermek yerine her zaman istediklerini almalarını sağlayarak birçok israf kaynağını ortadan kaldırır. Sürekli akış uygulamak, ürün geliştirme, müşteri siparişi kabulü ve fiziksel üretim işlerinin çok kısa sürede tamamlanmasını sağlar (Aytaç,2009:12). Bu, müşterilerin

ihtiyaç duydukları ürünleri istedikleri zaman tasarımlarını, planlamalarını ve üretmelerini sağlayarak satış tahminleri oluşturma, karmaşık planlama programları kullanma ve kampanyalar düzenleme ihtiyacını ortadan kaldırarak talep edilen ürünlerin daha iyi üretilmesini sağlar. Müşterilere stokta olmayan ürünleri sunun ve indirim zorunluluğunu ortadan kaldırılabilir.

2.3.4. Çekme

Çekme tipi imalatta, bir sonraki operasyon önceki operasyondan ihtiyaç duyduğu kadar parçayı tam zamanında ve ihtiyaç duyduğu miktarda talep eder. Çekme, sonraki aşamalarda yer alan müşteri talep etmeden, önceki aşamalarda hiçbir şekilde ürün veya hizmet üretilmemesidir. Çekme düşüncesinin altında yatan mantığı iyi anlayabilmek için, bir ürün için yapılan müşteri talebinden, açılan sipariştten başlayarak, ürünün müşteriye teslim edilmesine kadar geçen tüm aşamaları geriye doğru inceleyip mevcut durum analizi yapmak gerekmektedir. Seri üretimde, departmanlar ve prosesler arasında büyük partiler şeklinde gerçekleştirilen üretimden, üretim personelleri ve akış sistemine geçildiğinde, bu geçişin gözle görünür ilk etkisi toplam geçiş süresindeki küçümsenemeyecek orandaki azalmalardır. Bu azalma kavramdan fiili gerçekleşmeye, satıştan teslimata ve hammaddeden müşteriye uzanan toplam geçiş sürelerinde gerçekleştirilmiştir (Çankır,2010:6). Çekme sistemi şirketlerde uygulandığında stoklu üretime gerek kalmaz, stoklu üretiminden dolayı ortaya çıkan hatalı ürünler ve fireler ortadan kaldırılır, her tezgâh için veya programlama yapmaya gerek kalmaz. Tüm ürünlerin farklı şartlarda üretilmesi sağlanır ve taleplerdeki farklılıklara anında müdahale edilebilir. Müşteriler taleplerinin zamanında temin edileceğinden emin oldukları ve stoktaki ürünleri satmak için indirim veya kampanya gerekmediği için talep de tekrarlanır. Çekme sistemi şirketler arası değer akışına uygulandığında önemi daha da artar.

2.3.5. Mükemmellik

Yalın üretimde mükemmellik kavramı, her olasılığın kullanımını iyileştirmek için sonsuz olanaklar anlamına gelir. Kurum içinde israfın sistematik olarak azaltılması, kurumun işletme maliyetlerini düşürür ve en düşük fiyata en yüksek müşteri memnuniyetini sağlar. Mükemmelliğe ulaşmanın temel itici gücü şeffaflıktır (Akçagün, 2006:5). Sistem basitleştirmesi, yalnızca atölyede belirli teknikler kullanılarak elde edilemez. İsraftan kaçınma ve genel sistemin değerini artırma hedefini desteklemelidir.

Mevcut durumdaki pek çok kural, sistem, oluşum ve çalışma kültür yalınlaşmanın önünde engeldir. Örneğin stokların azaltılması klasik muhasebe sistemine varlıkların azalması olarak yansımaktadır, kişi bazında verime dayalı performans ölçümü aşırı üretime yol açar, tedarikçiler kader ortakları değil kr transferi yapılacak birer kaynak olarak görüldüğünden Yalın dönüşüme destekleri yetersizdir. Yalın bir işletmede yönetim, satış, satın alma, ürün geliştirme, muhasebe gibi tüm fonksiyonların birbiri ile senkronize çalışması, değerin hızla akıtılması ilkesini desteklemesi gerekir (Aydın, 2015:26).

2.4. Yalın retim Sisteminin Faydaları

Yalın retim, özellikle imalat sektöründe kullanılan bir yönetim felsefesidir. Japon otomotiv şirketi Toyota tarafından geliştirilen ve "Toyota retim Sistemi" olarak da bilinen bu yöntem, iş süreçlerini verimli ve etkili bir şekilde düzenlemeye odaklanır. Yalın retim amacı, müşteri taleplerine odaklanmak, verimsizlikleri ortadan kaldırmak ve kaynakları en iyi şekilde kullanarak kaliteyi artırmaktır (Aydın,2015:28). Yalın retim faydaları şunlardır:

- **Artan Verimlilik:** Yalın retim, süreçlerdeki israfı azaltır ve verimsizlikleri gidererek iş akışını daha hızlı ve etkili hale getirir. Bu sayede üretim süreçleri daha verimli ve kararlı hale gelir.
- **Daha Düşük Maliyetler:** Yalın retimde, gereksiz envanter, fazla üretim ve diğer israflar azaltılır. Bu nedenle, üretim maliyetleri düşer ve şirketler daha rekabetçi hale gelir.
- **Daha Yüksek Kalite:** Yalın retim, süreçlerdeki hataları tespit etmeye ve düzeltmeye odaklanır. Sürekli iyileştirme ile kalite artar ve müşteri memnuniyeti yükselir.
- **Hızlı Teslimat:** İmalat süreçlerinin verimli hale gelmesi, ürünlerin daha hızlı bir şekilde üretilip teslim edilmesini sağlar. Müşteri taleplerine daha hızlı yanıt vermek, rekabette avantaj sağlar.
- **Esneklik ve Uyarılana bilirlilik:** Yalın retim, süreçlerin esnek ve uyarlanabilir olmasını sağlar. Talep değişikliklerine daha hızlı ve etkili bir şekilde cevap verebilme yeteneği, işletmelerin piyasa koşullarına uyum sağlamasını kolaylaştırır.

- Çalışan Katılımı ve Motivasyonu: Yalın üretim, çalışanların süreçlerdeki iyileştirme süreçlerine katılımını ve sorumluluklarını artırır. Bu, çalışan motivasyonunu ve iş tatminini artırır.
- Çevresel Dostluk: Yalın üretim, enerji ve doğal kaynakların verimli kullanılmasına odaklanır. Bu nedenle, çevre üzerindeki olumsuz etkiler azalır ve sürdürülebilirlik sağlanır.
- Sağlam Temel ve Uzun Vadeli Başarı: Yalın üretim, sadece kısa vadeli bir iyileştirme yöntemi değil, aynı zamanda uzun vadeli başarı için sürdürülebilir bir temel oluşturur. Sürekli iyileştirme ve gelişim, şirketlerin rekabet avantajını sürdürmesine yardımcı olur.

Bu faydalar, yalın üretimin işletmelerde daha verimli ve rekabetçi bir yapı oluşturmasına yardımcı olur. Her sektörde ve işletmede uygulanabilen bu yönetim felsefesi, dünya genelinde birçok şirket tarafından başarıyla kullanılmaktadır (Aydın,2015:32).

2.5. Yalın Üretim Sisteminde İsrif

Yalın üretimde yedi ana israf kaynağı vardır. Bunlar; fazla üretim, gereksiz bekleme, nakliye, hatalı üretim, fazla stok, gereksiz faaliyet, gereksiz hareket, arızalar/hatalardır (Yılmaz,2017:56). Bu israfların giderilmemesi verimliliği ve kaliteyi düşürür, maliyetleri ve zaman kayıplarını artırır (Çanakçıoğlu,2019:276). Yalın bir tedarik zincirinin amacı, tüm israf kaynaklarını ortadan kaldırmak veya en aza indirmek ve tüm katma değerli süreçleri iyileştirmektir. Şekil 2.5.1 üretim sisteminde oluşan israfları göstermektedir (Akben vd.,2018:5).



Şekil 2.5.1. Yalın Üretim Sistemindeki 7 İsrif

Kaynak: Akben vd.,2018:5

İsraf türlerinden biri olan MUDA, özellikle hiçbir değer yaratmadan kaynakları tüketen işlemler olarak tanımlanabilir. İsraf 3M olarak bilinen MUDA, MURİ ve MURA' nın toplamıdır. Ohno' nun MUDA listesi şu şekildedir: Kusurlar, fazla üretim, stok, gereksiz çalışma, gereksiz taşımalar ve bekleme (Akben vd.,2018:5). Japonca 3M kelimelerinin anlamlarını kısaca açıklamak gerekirse,

- MUDA; Kayıp anlamına gelir.
- MURİ; fazla iş demektir.
- MURA; iş yükünün dengesiz olduğu anlamına gelir.

Üretim süreçlerinde eşitsizlik, ani talep değişiklikleri veya kaynak kullanımındaki dalgalanmalar gibi faktörleri içerir. Mura'yı azaltmak, süreçleri daha düzenli ve tahmin edilebilir hale getirmeyi amaçlar. Muri (aşırı yükleme), bir iş sürecine veya çalışana aşırı zorlama veya baskı uygulamak anlamına gelir. Bu durum, çalışanların aşırı yük altında olmalarına veya ekipmanların aşırı kapasite ile çalışmalarına neden olabilir. Muri'yi azaltmak, süreçleri dengeli bir şekilde yönetmeyi hedefler. Yalın düşünce, müşteri değeri olmayan her türlü faaliyetin israf olduğunu savunur.

2.5.1. Fazla Üretim

Fazla üretim yapmanın en büyük sebebi, bir sonraki proses için gereğinden daha fazla üretim yapmaktır. Bir sonraki prosesin ihtiyacından daha fazla üretim yapıldığında hatlarda kısmi olarak stoklar oluşur. Üretim hatları arasındaki bu gereksiz stok, üretim akışını etkilemekte ve tüm çalışan sisteme zarar vermektedir. Müşterinin ürün taleplerini ve bir sonraki üretim hattının ihtiyacını karşılamak için tam zamanında kesikli üretim gereklidir. Bununla birlikte, işletmeler, müşteri ihtiyaçlarının anında ve mümkün olan yerlerde karşılanabilmesi için belirli bir miktarda güvenlik stoku bulundurmaya tercih etmektedir. Böylece üretim hattının durmasını ve üründen ürüne geçişteki oluşan zaman kaybını engellerler. Bu tutum, planlama sıkıntılarını, üretim zamanı gecikmelerine, fazla stoklu üretim yapmaya, fazla alan gereksinimine, kalite oranının düşmesine ve imalat sürecinde extra gereksiz çalışmalara yol açar. Bu işlemlerin tamamı israftır (Hülagü,2011:12).



Şekil 2.5.1.1. Fazla Üretim

Kaynak: sigmacenter.com.tr

2.5.2. Bekleme

Makinelerin veya üretimin herhangi bir nedenle beklemesi zaman kaybı olarak tanımlanmaktadır. Yani eksik üretim ve israf demektir. Bekleme süresinin ölçülmesi zordur. Çünkü bu süre üretim sürecinde personelden gizlenmektedir. Bununla birlikte, artan üretkenlik isteniyorsa, makinelerin ve çalışmanın maksimum düzeyde etkin kullanımı esastır.



Şekil 2.5.2.1. Gereksiz Bekleme

Kaynak: sigmacenter.com.tr

2.5.3. Taşıma

Taşıma, ürüne değer katmayan ve önemli bir israf kaynağı olan bir faaliyettir. Ürün üzerinde veya farklı lokasyonlardaki depolama yerleri arasında iki veya üç farklı işlem gerektiğinde taşıma gerçekleşir. Taşıma ekstra işçilik, depolama alanı ve ek maliyetler gerektirir. Tesisin yerleşimi göz önünde bulundurulduğunda, her işlemi birbirine yaklaştırarak transfer ve tekrar sayısını azaltmak mümkündür. Taşıma

yöntemlerine dikkat edilerek ve taşımayı azaltacak tesisler tasarlanarak önemli israf kaynakları azaltılır (Hülagü,2011:13).



Şekil 2.5.3.1. Gereksiz Taşıma

Kaynak: sigmacenter.com.tr

2.5.4. Gereksiz İşlem

Gereksiz işlem katma değer yaratmayan iş veya iş adımlarıdır. Sürecin kendisi bir israf kaynağı olarak kabul edilebilir. Süreçte yapılacak birkaç iyileştirme, süreç süresini azaltabilir ve ürün kalitesini iyileştirebilir. İşleme adımlarını azaltmak, israfı önlemek için en önemli adımlardan biridir (Çanakçıoğlu,2019:275).



Şekil 2.5.4.1. Gereksiz İşlem

Kaynak: sigmacenter.com.tr

2.5.5. Gereksiz Hareket

Üretim hatlarında kullanılan bazı faaliyetler, süreçler ve gereksiz hareketler, üretime değer katmayan her şey israftır (Çilhoroz vd.,2018:162). Örneğin işçilerin gereksiz malzeme araması, yürümesi, el ve kol hareketleri ürüne hiçbir değer katmayan israflı eylemlerdir. Bu boşa harcanan hareketi azaltmak için işin kolaylaştırılması ve zaman etüdünün yapılması etkilidir.



Şekil 2.5.5.1. Gereksiz Hareket

Kaynak: sigmacenter.com.tr

2.5.6. Hatalı Üretim

Arızalı veya hurdaya ayrılan ürünlerin, yani israf kaynaklarının gerçek maliyetini hesaplamak çok zordur. Bu maliyetler, fire miktarını, malzeme maliyetlerini ve işçilik maliyetlerini içerir. Maliyetler genellikle beklenenden daha yüksektir. Bu maliyetlerin nedenleri araştırılmalı ve analiz edilmelidir. Ayrıca arızalar, gecikmeler, kaçırılan teslimatlar gibi sorunlar da üretim sistemine gizli maliyetler ekler. Üretim akış sorunları ve kalite sorunları, üretimde israfın ana nedenleridir.

Aşağıda verilen nedenlerde önemli israf kaynağı sayılmaktadır;

1. Büyük ölçekli üretim.
2. Zayıf makine planlama prosedürleri ve uzun makine ayar süreleri.
3. Zayıf üretim performansı ve atıl ekipman (makinelere, sarf malzemeleri vb.).
4. Hat yerleşiminin işlem sırasının gerektirdiği şekilde olmaması.
5. Yetersiz prosedürler, talimatlar, formlar ve performans standartları;
6. Zayıf koordinasyon, motivasyon ve kontrol (Çanakçıoğlu,2019:277).



Şekil 2.5.6.1. Hatalı Üretim

Kaynak: sigmacenter.com.tr

2.5.7. Fazla Stok

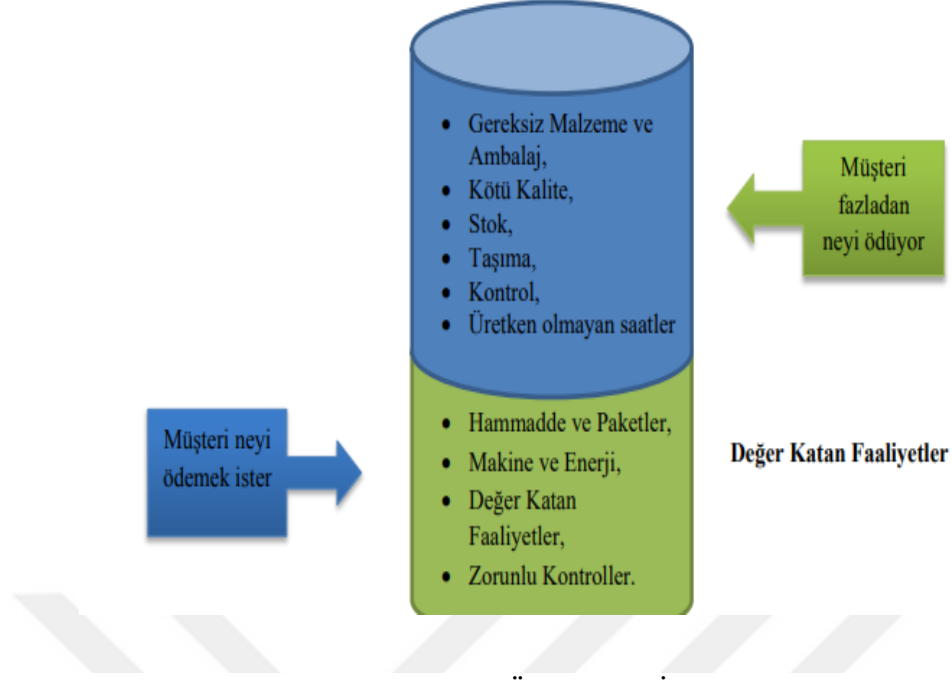
İşletmeler tarafından stok, makine arızaları, uzun tedarik süreleri, seri üretim ve süreçler arasında kusurlu planlama gibi üretim sorunlarını gizlemek ve yokmuş gibi davranmak için yaygın olarak kullanılır. Yeterli stok ile bu sorunlar fark edilmeden ilerler. Fazla stok sorun değilmiş gibi davranmak, üretim ve depolama maliyetlerini artırır. Fazla stok yerine stokları azaltmak, sorunu ortaya koymak ve bu sorunu çözmek için çalışılmalıdır. Yalın üretim mantığıyla hareket etmek, stok birikimini önlemek için kaynak bulma, üretim ve koordinasyonda gerekli önlemleri almak stok miktarını azaltır (Akben vd.,2018:6).

Yalın bir tedarik zinciri oluşturmak ve sürdürmek iki temel alan etrafında döner: atık yönetimi ve talep yönetimi. Talep yönetimi, ürünlerin talep üzerine teslim edilmesi, atık yönetimi süreçlerinin, aktivitelerin ve müşteriye değer katmayan diğer her şeyin ortadan kaldırılması anlamına gelir. Yalın tedarik zinciri yönetimi, müşteri ihtiyaçlarını karşılamak için gerekenleri etkin bir şekilde çekerek maliyetleri ve israfı azaltmak için yukarı ve aşağı akışlara, hizmetlere, finanslara ve bilgilere doğrudan bağlı olan bir dizi organizasyondur. Bununla birlikte, yalın felsefelerin tek kuruluştan tedarik zincirine kayması, operasyonel karar vermede önemli zorluklar ortaya çıkarır. Örgütsel karar verme söz konusu olduğunda, karar vericiler nispeten iyi bilgilendirilir ve israfın nerede meydana geldiği ve nasıl azaltılabileceği veya ortadan kaldırılabilceği konusunda genel olarak bilgi sahibidir (Akben ve Güngör,2018:6).



Şekil 2.5.7.1. Fazla Stok

Kaynak: sigmacycenter.com.tr



Şekil 2.5.2. Yalın Üretimde 7 İsrafın Nedenleri

Kaynak: Akben vd.,2018:6

2.6. Yalın Üretim Sisteminin Araçları

Yalın üretim teknikleri temel olarak bir yapı içindeki israfı ortadan kaldırmayı amaçlar ve bu amaca ulaşmak için çeşitli araçlar oluşturulmuş ve geliştirilmiştir. Aşağıda listelenen her bir yalın üretim aracı, üretim sürecini farklı şekillerde etkiler ve israfı ortadan kaldırmak için tasarlanmıştır (Taşçı,2010:30).

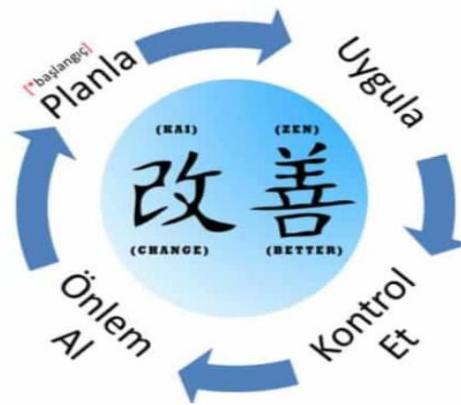
2.6.1. KAIZEN

'Kaizen' kelimesinin anlamı Japonca "değişim" (kai) ve "iyi" (zen) kelimelerinden oluşmaktadır (Hacıhasanoğlu,2014:48). Kaizen sürekli olarak gelişme anlamına gelmektedir. Sürekli olarak gelişme de anlatılmak istenilen; "sürece yönelik, küçük adımlı, insana dayanan, bilgiyi paylaşan sürekli iyiyi arama çabasıdır". Kaizen'e göre süreç odaklı olmak, sonuçları iyileştirmek, onları üreten süreçlerin iyileştirilmesini ve daha da geliştirilmesini gerektirir (Ağın,2020:2). Kaizen, hayatın her alanında sürekli gelişme ve iyileştirme sürecidir. Bu alanlar ev, iş, okul, bahçe, kişisel alan veya sosyal alan gibi çeşitli alanlar olabilir. Kaizen felsefesinin en büyük düşmanı, mevcut duruma kayıtsız çalışmaktır. Çünkü sürekli iyileştirme, iyileştirme ihtiyacının farkına varmakla başlar. Bu bakımdan, aslında sorunu çözenin bir yoludur. Kaizen felsefeyi ve yaşam tarzını ifade eder. Japonlara göre her günümüzü dünden daha güzel kılmak için evde,

işte ve sosyal hayatta sürekli çaba sarf edilmelidir. Kaizen felsefesinin arkasındaki fikir çok basittir. Amaç iyileştirmedir. Bu hedefe ulaşma sorumluluğu şirkette yapılan tüm işlerde üst yönetimden kıdemsiz çalışanlara kadar tüm çalışanlara aittir. Kaizen semsiyesi, her faaliyete ve ürün geliştirme potansiyeline dayalı olarak şunları içerir; kalite çemberleri, toplam kalite yönetimi, toplam üretkenlik bakımı, tavsiye sistemleri, kanban, tam zamanında, üretkenlik geliştirme, robotik, otomasyon vb. birçok yönetimi kapsar. Bu kapsamlı listede olmayan şey ise yeniliktir. Bu açıdan Japon yönetim anlayışı iki temele dayanmaktadır. Biri koruma, diğeri iyileştirmedir. Koruma, mevcut standartların devamıdır. İyileştirme, mevcut standartları iyileştirmeyi amaçlayan faaliyetleri ifade eder. Bu standartlar iki şekilde gerçekleştirilmektedir (Taşçı,2010:29). Bunlar Kaizen ve inovasyon budur.

Kaizen'in çalışmalarının gerçekleştirilmesi için on temel kural mevcuttur;

- Geleneksel üretim yöntemlerinden uzak dur.
- Çeşitli mazeretler bulma, mevcut durumu sorgula.
- Mükemmellik için çabalama, yapılması gerekeni hızlı yap.
- Hataları hemen düzelt bekleme
- Kaizen için para harcama, mevcut durumdaki envanterleri ve malzemeleri kullan.
- Bilgi her zaman zorlukla karşılaşıldığı zaman ortaya çıkar.
- “5 Neden” sorusunu atlama, nedenlerin kökünü araştır, hata olasılığını azalt
- Çok fazla bilgi ara, tek kişinin bilgisi ile yetinme.
- Kaizen fikirleri her zaman sonsuzdur (Taşçı,2010:30)



Şekil 2.6.1.1.. Kaizen Sistemi

Kaynak: Hacıhasanoğlu,2014:48

Kaizen uygulama süreci, sürekli iyileştirmeyi gerçekleştirmek için belirli adımları içeren bir süreçtir. Aşağıda Kaizen'in temel uygulama süreci verilmiştir (Yılmaz,2012:53).

1. Farkındalık Oluşturma: İlk adım, şirketin tüm çalışanlarının Kaizen felsefesini ve sürekli iyileştirme kültürünün önemini anlamalarını sağlamaktır. Eğitim ve farkındalık toplantıları gibi aktivitelerle Kaizen'in ne olduğu, nasıl çalıştığı ve neden önemli olduğu anlatılmalıdır.
2. Ekip Oluşturma: Kaizen projeleri için uygun ekipler oluşturulmalıdır. Bu ekipler, çeşitli departmanlardan ve rollerden katılımcılardan oluşmalıdır. İş birliği ve farklı bakış açıları, projelerin başarılı olmasında önemli bir rol oynar.
3. Mevcut Durum Analizi: İyileştirme potansiyeli olan alanları belirlemek için mevcut durum analizi yapılır. Süreçler ve sistemler gözden geçirilir ve iyileştirme fırsatları tanımlanır. Veri toplama ve analiz yöntemleri kullanılarak zayıf yönler ve işleyişteki aksaklıklar belirlenir.
4. Hedef Belirleme: Kaizen projesinin amacı net bir şekilde tanımlanmalı ve ulaşılmak istenen hedefler belirlenmelidir. Hedefler, gerçekçi, ölçülebilir ve zaman içinde takip edilebilir olmalıdır.
5. Çözüm Geliştirme: Kaizen ekibi, mevcut durum analizine dayanarak iyileştirmeleri gerçekleştirmek için çözüm önerileri geliştirir. Bu aşamada, katılımcıların yaratıcılığı ve deneyimleri büyük önem taşır.
6. Pilot Uygulama: Geliştirilen çözümlerden birini küçük ölçekte uygulayarak, potansiyel riskleri değerlendirmek ve çözümlerin etkinliğini ölçmek için bir pilot çalışma yapılır.
7. Uygulama ve İzleme: Pilot aşamasından sonra, başarılı çözümler şirket genelinde uygulanır. İyileştirmelerin nasıl çalıştığını izlemek için performans ölçütleri ve geribildirim mekanizmaları kullanılır.
8. Standartlaştırma: Başarılı iyileştirmeler standardize edilir ve süreçlerin sürekli olarak daha iyi hale getirilmesini sağlamak için yönergeler ve prosedürler belirlenir.
9. Sürekli İyileştirme Döngüsü: Kaizen, bir döngü olarak görülmelidir. İyileştirme süreci tekrar edilir ve sürekli olarak daha iyi sonuçlar elde edilmeye çalışılır. Bu, Kaizen'in asıl felsefesini temsil eder.
10. Başarıyı Kutlama: Başarılı Kaizen projeleri ve elde edilen iyileştirmeler

çalışanlar ve ekipler tarafından kutlanmalıdır. Bu, sürekli iyileştirme kültürünün güçlendirilmesine ve motive edilmiş bir çalışma ortamının oluşmasına katkıda bulunur.

Kaizen, sürekli olarak şirketin performansını ve etkinliğini artırmak için bir döngü halinde tekrarlanır ve her döngüde yeni fırsatlar ve iyileştirme alanları bulunarak sürekli ilerleme sağlanır.

2.6.2. JIT (Tam Zamanında Üretim- Just in Time)

Tam zamanında üretim, "gerekli ürünleri, gereken zamanda, gereken miktarda, gereken yerde ve en yüksek kalitede üretmek" anlamına gelir. Aslında, bu tanımın arkasında tam zamanında üretim sistemlerinin daha genel felsefesi yatmaktadır. Bu nedenle JIT' nün felsefesi, sermaye, ekipman ve işgücü gibi üretim kaynaklarının kullanımını optimize etmek için basit ve verimli bir üretim sistemi işletmektir. Müşterinin kalite ve teslimat taleplerine en düşük üretim maliyetiyle cevap verebilecek bir üretim sistemi kurmak elbette ki mümkündür. JIT felsefesi, ideal bir iş hedefi olarak özetlenebilir. JIT' nün amacı, üretim sistemini üretkenliği engelleyen, müşterilere gereksiz maliyetler yükleyen veya bir şirketin rekabet gücünü tehdit eden her şeyi yok etmektir (Savaş,2003:204).

Tam zamanında üretim sisteminin amaçları şu şekilde sıralanabilir (Taşçı,2010.29):

- Optimum kalite, maliyet ve üretim için sistem tasarımı,
- Ürünlerin imalatında ve tasarımında kaynak tüketiminin en aza indirilmesi,
- Müşterinin isteklerini anlayın ve zamanında gerçekleştirin.
- Tedarikçiler ve alıcılar ile açık ve güvene dayalı ilişkiler kurmak,
- Genel üretim sistemini iyileştirmek için tüm çalışanları içeren bir geliştirme politikasını oluşturma.

JIT felsefesinin temel taşlarından biri, üretimin tüm aşamalarında israfı ortadan kaldırarak maliyetleri azaltmaktır. "Tam zamanında" üretim, yalnızca tüm atıklardan kaçınılabiliirse şirket içinde gerçekleşir. Bu kapsamda üretimin her aşamasındaki stoklar (hammadde, ara mamul, stoklar) ve kalite kusurları (satın alınan ve üretilen parça ve ürünlerdeki kusurlar) bu kapsamda en temel israf faktörleri olarak belirlenmiştir. Bu nedenle; Sıfır stok, sıfır hata hedeflenmektedir.

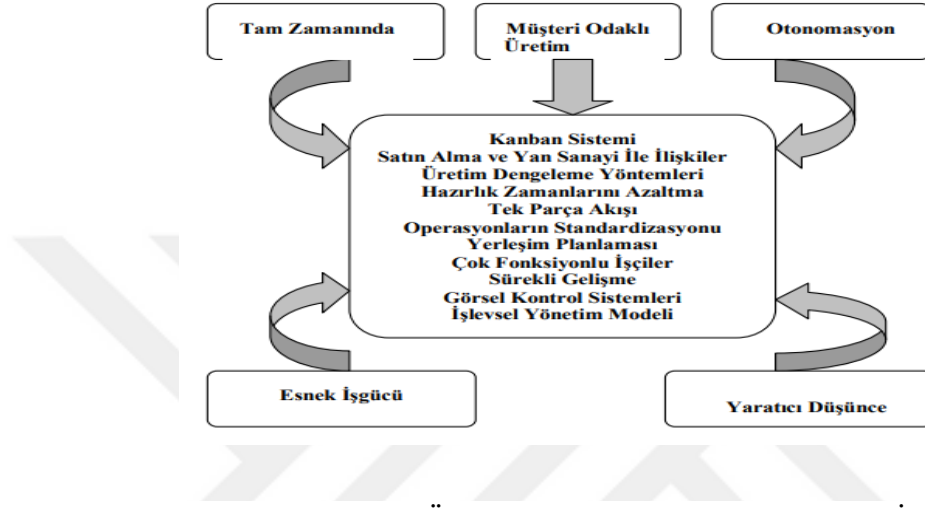
Tam zamanında üretim felsefesine göre yedi israf vardır (Taşçı,2010:30);

1. Üretimden kaynaklanan israflar.
2. Tüm stoklar israftır.
3. Fazla üretim israftır.
4. Tüm gereksiz taşımalar israftır.
5. Boşa giden tüm hareketler israftır.
6. Beklemeler ve geciken terminler israftır.
7. Hurdalar, hatalı üretimler ve fireler israftır.

Tam zamanında üretim sistemi, verimlilik iyileştirme programlarını uygulamak için kullanılan teknolojik bir yaklaşımdır. Tam zamanında üretimin temel amacı, üretim sürecinin maliyetini azaltmak ve şirketin genel verimliliğini artırmaktır. Aynı miktarda girdi ile daha fazla üretim veya daha az girdi ile aynı üretim anlamına gelen herhangi bir verimlilik tanımı, tam zamanında üretim hedefleriyle açıkça elde edilebilir. JIT, tüm israfları ortadan kaldırır, optimum kalite, maliyet ve üretim sağlayan sistemler tasarlar ve ürünlerin üretim ve tasarımında kaynak tüketimini en aza indirir. Diğer bir deyişle, kaynakları verimli kullanmaya çalışır (Kanat,2006:274). İşçiler bir işten diğerine geçmekte zorluk çekmezler ve ekip halinde çalışmaya isteklidirler, iş yükünü en aza indirir, iş güvenliğini artırır ve iş yeri sıkıntısını azaltır, azalır ve genel çalışan verimliliği artar. Tam zamanında üretim ortamında, üretimin tüm aşamalarında sıfır israf hedefine ulaşmak için aşağıdaki ikincil hedefler gerekir:

1. Günlük ve aylık talep dalgalanmalarına uyan kalite kontrol fonksiyonlarının geliştirilmesi.
2. Her süreçte sadece hatasız (arızasız) parçaları sonraki süreçlere gönderen bir kalite güvence sisteminin kurulması
3. Sistemin insan kaynaklarının kullanımı yoluyla maliyet azaltma hedeflerine ulaşmasını sağlamak için insana saygıyı ön planda tutan bir organizasyon kültürü oluşturmak. Tam zamanında üretim sisteminin sonuçları maliyet, kalite ve insana saygı açısından özetlenmiştir. Bir JIT sistemi, bu sonuçlara ulaşmak için dört temel kavram kullanır. JIT uygulaması, sadece gerekli parçaların gerekli miktarda ve gerekli zamanda üretildiği bir durumu tanımlar. Otomasyon kavramı otonom hata kontrolü olarak tanımlanabilir. Otomasyon, sorunlara zamanında yanıt verilmesini ve temel nedenin belirlenmesini sağlayarak, hatalı parçaların üretim akışını ve sonraki süreçleri kesintiye uğratmasını önleyerek

"tam zamanında" anlayışını destekler. Esnek iş gücü kavramı, bir departmandaki çalışan sayısının talep dalgalandıkça değiştirilebilmesidir. Öte yandan, yaratıcı düşünme kavramı, çalışanların önerilerini kullanarak sürekli iyileştirmeyi sağlamak ve çalışanların işlerine doğrudan dahil olmalarını sağlamaktır. Tam zamanında üretim sisteminin gerçekleştirilebilmesi için Şekil 2.6.1.1'de belirtilen sistemlerin devreye girmesi ile sağlanmaktadır (Taşçı,2010:31).



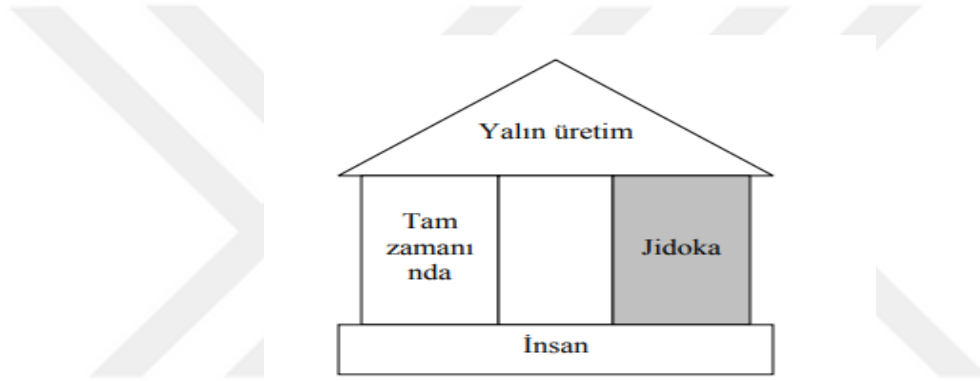
Şekil 2.6.2.1. Tam Zamanında Üretim Sisteminin Çalıştırılabilmesi İçin Gerekli Olan Devre

Kaynak: Taşçı,2010:31

2.6.3. Jidoka (Otonomasyon)

Yalın üretim sisteminin temel dayanağı israfın tamamen ortadan kaldırılmasıdır. Bu fikrin temellerinden biri de Jidoka'dır. Jidoka, bir makine içinde oluşabilecek olumsuz durumları bağımsız olarak yok edebilen cihazların yerleştirilmesidir (Tağı,2019:7). Jidoka, hataları tespit etmek ve hatalar bulunduğu durumlarda durdurmak için doğru düzeyde otomasyon sağlamak için kullanılır. Bu düzeyde bir otomasyon, tam otomasyondan daha az maliyetlidir ve sürece hataların dahil edilmesini önler. Hata önleme deneyimine sahip üyeler ve fonksiyonlar arası bir mühendislik ekibi tarafından gerçekleştirilir. Bir hücre, iş istasyonu veya hat 2-6 ayda tamamlanabilir. Ekip kavramları anladıkça ve uygulamalı deneyim kazandıkça uygulama süresi azalır. Jidoka, makinenin hataları algılamasını ve önlemesini sağlayan bir hata önleme cihazına sahiptir. Operatör devam edemez. Ayrıca hata önlemeyi montaj işlemlerine uygular, hatalar anında tespit edilebilir ve aksama süresi olmadan doğru ölçümler yapılabilir

(Öksüz,2017:6). Poka-yoke, "hata önleme" veya "hata önleme" anlamına gelen bir Japon terimidir. Bir süreci veya sistemi, hataların veya yanlışların oluşmasını engelleyen veya en azından erken aşamada tespit eden bir şekilde tasarlamayı içerir. Poka-yoke'un temel amacı, üretim veya üretim sürecindeki hataları veya kusurları ortadan kaldırarak ürün kalitesini artırmaktır. Bu, hataları tespit etmek ve düzeltmek yerine, hataları önlemeyi hedefler. Andon, üretim süreçlerinde kullanılan bir görsel kontrol sistemini ifade eden başka bir Japon terimidir. Genellikle üretim hattının veya sürecin durumunu göstermek için ışıkları veya sinyalleri içerir (Erozan vd.,2023:167). Andon sisteminin temel amacı, üretimin durumu hakkında gerçek zamanlı görünürlük sağlamak ve herhangi bir anormalliği veya sorunu vurgulamaktır. Bu, sorunları hızlı bir şekilde tanımlamayı ve yanıtlamayı kolaylaştırarak sürekli iyileştirmeyi destekler.



Şekil 2.6.3.1. Jidoka-Yalın Üretim İlişkisi

Kaynak: Yılmaz,2012:19

Otomasyon veya insan dokunuşu içeren otomasyonun geliştirilmesinde dört adım vardır ve her adım insan-makine ilişkisi ile ilgilidir (Yılmaz,2012:19).

4 adımda otomasyon (Şengönül,2020:25);

Analiz: Sürece bakın, insanlar tarafından ne kadar iş yapılır ve makineler tarafından ne kadar iş yapılır.

Makineleştirme: El ile yapılan bazı işlerin yerini makineler alabilir.

Otomasyon: Bu adımda, manuel işler makinelere devredilebilir. Ancak, bir hata olup olmadığını belirlemenin bir yolu yoktur.

Jidoka: Bu aşamada bin hata varsa makine bunları bulur ve kendini kapatır. Bunun iler, uygulamalarında makine sorunu çözecektir. Analiz aşaması, insanlar tarafından yapılan iş miktarının, süreçte makinelerin yaptığı iş miktarına oranını hesaplar. Ardından, bir süreç akış şeması oluşturulur. Mekanizasyon, el işinin çalışanlara devredilmesi

anlamına gelir. İş, işçiler ve makineler arasında paylaşılır.

2.6.4. Kanban Sistemi

Kanban sistemi, yalın üretim sistemlerinin en önemli özelliklerinden biri olan tam zamanında üretimin birincil aracıdır. Kanban, Japonca'da "kart" anlamına gelir. Buradan da anlayacağınız gibi sistem süreçler arasında hareket eden kartlar üzerinden çalışmaktadır. Kullanılan malzemelerle ilgili gerekli tüm bilgiler verilen kart üzerinde yer almaktadır (Orbak vd.,2005:289).

Tablo 2.6.4.1 Kanban Kart Örneği

Stok Raf No: 5E215 Parça Arka No:A2.15			Önceki Operasyon
Parça No : 356 70 S 07 Parça Adı : Tahrik Pimi Araba Tipi : Sx50 BC			Dövme B-2
			Sonraki Operasyon
Kutu Kapasitesi	Kutu Tipi	Sayı	Talaşlı İmalat M-6
20	B	4/8	

Kaynak: www.donusumdanismanlik

Taiichi Ohno'nun Amerika gezisinde gördüğü süpermarketten yola çıkarak geliştirdiği bu sistem aslında çok basittir. Sistem, üretimin bir sonraki aşamasında işçinin bir önceki aşamaya ilerlemesi ve o anda ihtiyaç duyduğu miktarda parçayı üretim istasyonuna "alması" esasına dayanmaktadır. Bu özelliği nedeniyle çekme sistemi için en önemli araçlardan biri yapmaktadır. Çekmenin gerçekleştiği yer, parçaların atölyeden atölyeye veya büyük endüstriyel tesisler ile yarı-endüstriyel tesisler arasında taşındığı son montaj hattıdır. Önceki süreçten bir parçanın çekilmesi, bir sonraki istasyonun üretimine başlama sinyalidir. Ön proseste çekilen kartta belirtilen adet ve cinsine göre üretim gerçekleştirilir. Amaç, her üretim aşamasında veya üretim istasyonunda gereksiz üretimin önüne geçmektir. Üretim bir önceki aşamanın çekmesi ile başlayacağı için malzeme israfı olmaz. Ancak gereksiz üretimden kaçınmak ve Kanban'ın hedeflerine ulaşabilmesi bu aracın uyumlu kullanımına bağlıdır.

Kanban, sistemin düzgün çalışması için gerekli kuralları beş madde olarak vermiştir (Orbak vd.,2005:290).

1. Bir sonraki üretim süreci, bir önceki süreçten gerekli parçaları gerekli miktarda

ve gereken zamanda temin etmelidir. Bu kuralı uygulamak için kanban kartı olmayan veya kanban kartında belirtilen sayıdan fazla ürün çekilmesine izin verilmemelidir. Kanban kartları her zaman fiziksel ürünlere iliştilmelidir.

2. Bir önceki üretim prosesi, bir sonraki prosesin aldığı miktara göre üretim yapılmalıdır. Bu iki Kanban kuralı sağlandığında tüm üretim süreçleri bir konveyör hattı gibi bir araya gelir. Üretim adımlarından birindeki bir sorun tüm hattı durma noktasına getirebilir ama her adımda denge yeniden sağlanır. 2. kuralı uygulamak için kanban sayısından fazla üretime izin verilmemelidir. Ayrıca kanbanların geliş sırasına göre üretim yapılmalıdır.

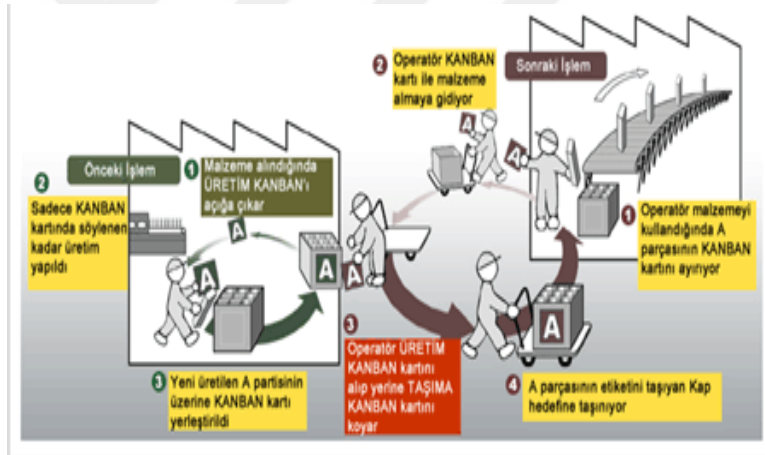
3. Arızalı parçaları asla bir sonraki üretime gitmemelidir. Bu ortamda herhangi bir istasyonda üretim hattında arızalı bir parçanın bulunması üretim akışını durduracak, ara stokları büyük ölçüde azaltacak ve arızalı parçayı bir önceki istasyona geri gönderecektir. Bu da hatalı üretimin devam etmesini engeller.

4. Kanban kartlarının sayısı minimumda tutulmalıdır. Toplam kanban sayısı, sistemdeki devam eden çalışma envanterinin miktarını belirler, bu nedenle kanban sayısı minimumda tutulmalıdır. Ortalama günlük ihtiyaç arttıkça çevrim süresi kısaltılmalıdır. Bunu yapmak için, çalışma alanlarında bazı değişikliklerin yapılması önemlidir. Ancak üretim hattı bu ayarlamaları yapamıyorsa üretim kapasitesini artıracak fazla mesai ve diğer alternatifler değerlendirilmelidir. Esnekliğin olmadığı ortamlarda toplam kanban sayısını artırmak veya güvenlik stokunu artırmak artan talebi karşılayabilir. Talep azaldıkça, varsayılan görev döngüsü süresi artırılmalıdır. Ancak bu durumda üretim hattındaki işçi sayısı azaltılarak daha az boş zaman elde edilebilir.

5. Talepteki küçük dalgalanmalara yanıt olarak üretim oranlarını ayarlamak için kanban kullanılmalıdır. Bu sistemin en önemli özelliklerinden biri, üretim oranlarını talepteki dalgalanmalara göre uyarlamak için Kanban kullanılmasıdır. Kanban dışı sistemlerde üretim planları tek merkezde belirlendiği için, her üretim departmanına ayrı ayrı gönderilen planların ani talep değişikliklerine göre güncellenmesi zaman almaktadır. İki tip Kanban kartı kullanılmaktadır. Çekme Kanbanı ve Üretim Kanbanı, üretim sisteminde birbirini tamamlayan ve tetikleyen kartlardır. Çekme kanbanı, ürünleri nihai prosesten sonraki proseslere alırken ve fabrikalar ile yan sanayiler arasında kullanılır. Üretim Kanbanı, üretimin başladığını gösterir ve herhangi bir atölyede veya yarı endüstriyel şirkette üretim çalışmaları sırasında kullanılır.

Kanban sisteminin basit ve ucuz bir üretim yönetim sistemi olduğunu aşağıdaki akışa bakarak daha iyi anlaşılabilir. (Bağcı,2006:39);

- İkinci işlem üreticisi, kanban toplama kutusundan aldığı kanban kartını ve boş kutuyu alır ve bir önceki işlem depolama yerine gider. Bu belirli zamanlarda yapılır.
- İkinci proses malzeme görevlisi, malzemeyi A deposundan aldığı anda, o malzeme için üretim kanbanını kanban kutusuna koyar. Bu alanda boş bir palet kalır.
- Malzemeci çıkardığı her bir üretim kanbanının yerine elindeki çekme kanbanlarını yerleştirir.
- İkinci operasyonda üretim başladığında çekme kanbanları çekme kanban kutusuna bırakılır.



Şekil 2.6.4.1. Kanban Çalışma Sistemi

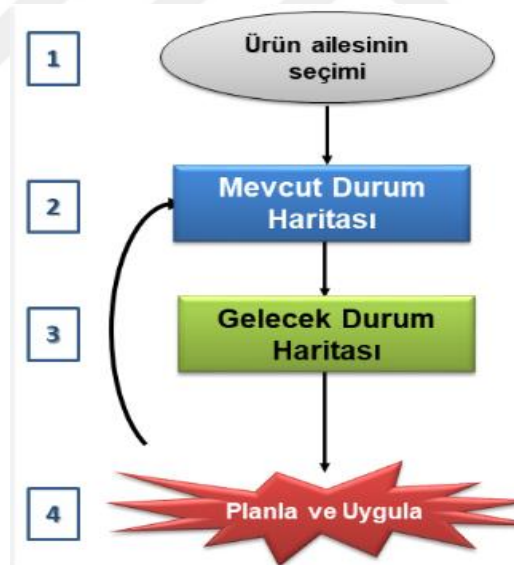
Kaynak: Bağcı,2006:39

- İlk operasyonda belirli zaman aralıklarında veya belirli üretim miktarlarına ulaşıldığında üretim kanbanları üretim kanbanı kutusundan çekilir. Üretim sırasında kartlar paletlere monte edilir.
- Kanban kutusundaki kartların sırasına göre üretim gerçekleşir.
- Parçalar ve kanbanlar birlikte hareket etmelidir.

- Parçanın üretimi tamamlandığında, parça ve üretim kanbanı depolama yeri A'ya yerleştirilir. Sonuç olarak, bir sonraki sürecin malzemecisi herhangi bir zamanda çekme işlemini gerçekleştirebilir.

2.6.5. Değer Akış Haritalama

Değer akışı haritalama, israf ve katma değeri olmayan faaliyet ve süreçleri ortadan kaldırmak için en önemli araçlardan biridir. Değer akışı ilk olarak Womack, Jones ve Ross tarafından 1990 tarihli *The Machines That Changed the World* adlı kitaplarında kullanılan ve daha sonra 1996 tarihli *Lean Thinking* kitaplarında tartışılan kavramlardan biridir (Doğan,2016:107). Değer akışları, genel ürüne entegre olan ve onu ana akım boyunca üretmek için gerekli olan değer üreten ve değer üretmeyen faaliyetlerin toplamını temsil eder (Sarı,2018:71). Değer akışı haritalaması, bir değer akışı içindeki değer, israf ve israf kaynaklarını belirleme ve çoklu süreçleri görselleştirme yöntemidir. Değer akışı perspektifinden, sadece parçaları değil, büyük resmin ele alınması ve sadece bireysel süreçleri değil bütünü iyileştirilmesini gerektirir (Birgün vd.,2006:50).

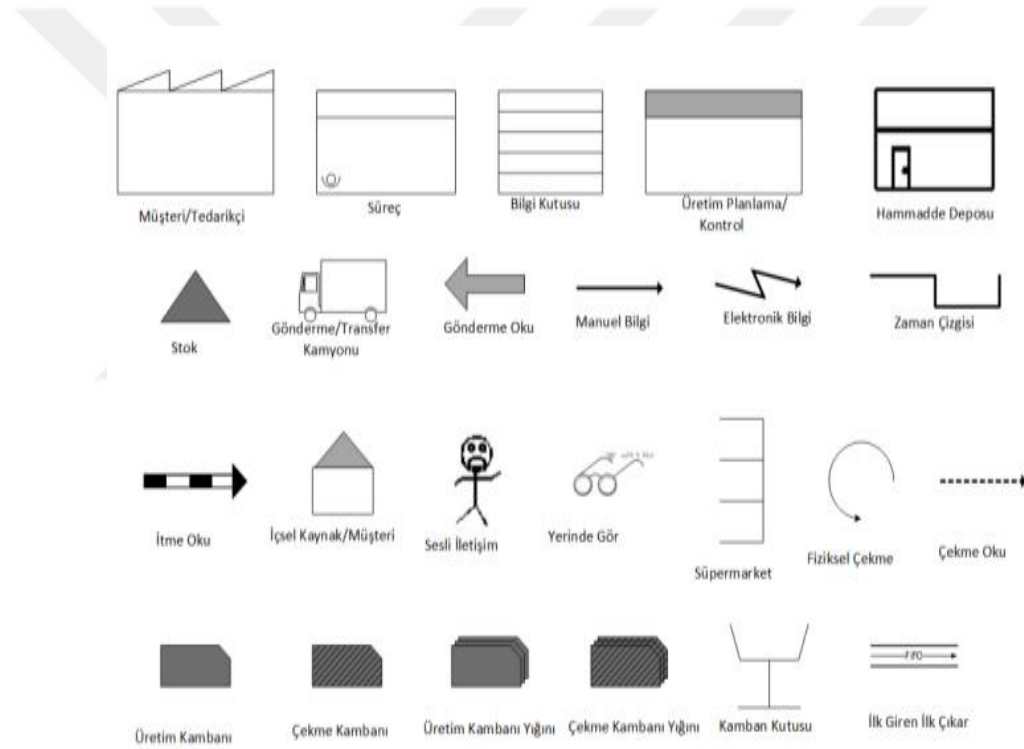


Şekil 2.6.5.1. Değer Akışı Haritalandırma Adımları

Kaynak: Sevgili vd.,2019

Değer Akış Haritalandırma yapılırken, Şekil 2.6.5.1'deki adımları izlenmelidir (Sevgili vd.,2019:221). Değer akışı haritasına başlamadan önce bir ürün veya ürün grubu seçilmelidir. Bu ürüne ait değer akımı, hammadde temininden üretim süreci sonunda müşteriye teslim aşamasına kadar tüm adımlar izlenerek ortaya konulur. Bir

değer akışı haritası, üretim hattı incelenirken ve üretimle ilgili tüm veriler kaydedilirken tipik olarak A3 kağıdına elle çizilir. Bu veriler, makine veya operatör döngü sürelerini, kalıp/fikstür değiştirme sürelerini, tüm aşamalardaki stok seviyelerini, makine kullanım oranlarını, hurda oranlarını ve daha fazlasını içerir (Sevgili vd.,2019:221). Mevcut durumu kapsamlı bir şekilde kaydedip işledikten sonra, iyileştirme alanlarını belirlemek için her süreci ve adımı tek tek yalın bir bakış açısıyla incelenir. Bu noktalar belirlendikten sonra, bir gelecek durum değer akış haritası oluşturulur. Son adım, gelecekteki duruma ulaşmak için ne yapılması gerektiğini planlamak ve bir eylem planı oluşturmaktır. Değer akışı haritalamada kullanılan sembollerden bazıları Şekil 2.6.5.2'de gösterilmektedir (Sevgili vd.,2019:221). Bu semboller sektörlere göre değişir, ancak genellikle aynı semboller kullanılır.



Şekil 2.6.5.2. Değer Akış Haritasında Kullanılan Semboller

Kaynak: Sevgili vd.,2019

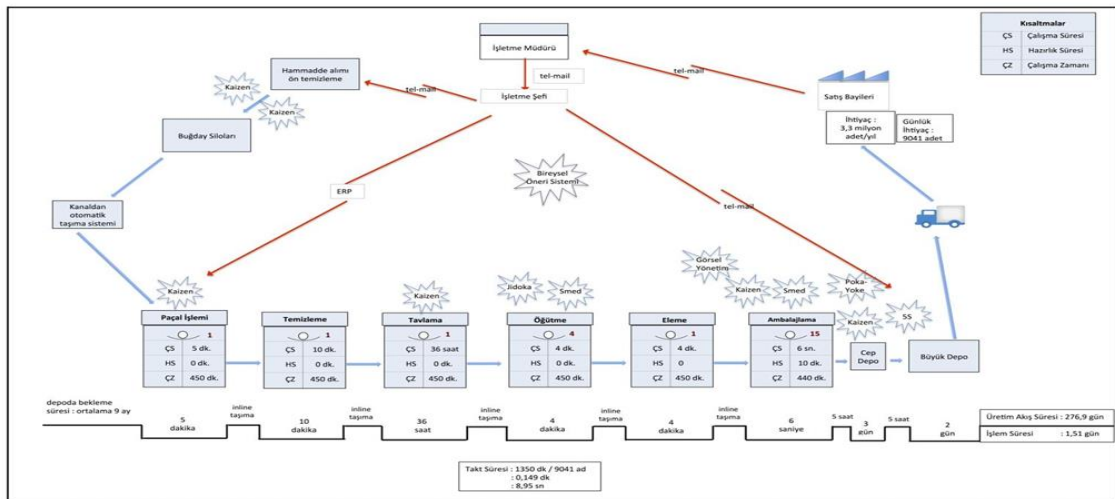
Yalın üretim basittir, basit ve karmaşadan uzak olması, seri üretime kıyasla her şeyden daha azını kullanır, dolayısıyla israf olmaz. Ayrıca ihtiyaç duyulan stokların çok daha azının bulundurulması yeterlidir, çok daha az bozuk mal çıkmasını ve daha fazla gittikçe artan çeşitlilikte ürünler üretilmesini esas alır.

Bir işletmeyi yalın bir işletme yapan temel ilkeler şunlardır (Efe vd.,2010:5).

- Değer,

- Değer Akışı,
- Akış,
- Çekme ve Mükemmelliktir.

Değer; ürün ve hizmet talep eden ve satın alan müşterilerin kalite kaynakları ve değerlendirmeleri, yarattıkları değeri tanımlar. Müşterinin bakış açısına göre, hizmet sağlayan veya ürün üreten değer yaratandır. Bu, hizmet sağlayıcılar ve ürün üreticileri için müşterinin değer tanımına göre üretim yapmayı daha avantajlı hale getirir. Hizmet sağlayıcıların ve ürün üreticilerinin yapması gereken ilk şey, geleneksel değerler kavramlarını sorgulamak ve müşterilerle iletişimi geliştirmek. Üreticiler ve müşterilerle yapılan değerlendirmeler sonucunda israfın ortadan kaldırılmasıyla hedef maliyetler belirlenir (Birgün vd.,2006:49). Değeri doğru bir şekilde tanımlamak, yalnız düşüncede ilk kritik adımdır. Müşterinizin gereksinimlerini anlamak ve bunları ürün veya hizmet geliştirme zinciri boyunca uygulamak gerekir. Değer akışı, bir ürün veya hizmetin yaratılması veya üretilmesi sürecinde gerekli olan tüm katma değer oluşturan oluşturmamayan faaliyetlerin tamamı anlamına gelir. Akış Hizmet ve ürün üretiminde, her türlü hizmet ve ürünün sürekli akışı sağlanmalı ve müşteri gereksinimlerinin çeşitliliğine göre uyarlanmalıdır. Günümüzde hizmet sektöründe her müşteriye beklentilerine göre hizmet verilebilmesi ve ürünlerin küçük partiler halinde üretilme ihtiyacı sürekli akışı zorlaştırmaktadır (Birgün vd.,2006:49). Şekil 2.6.5.3, hammaddelerin fabrikaya alınmasından sevkiyat sürecine kadar olan faaliyetleri gösteren örnek bir değer akış haritasını göstermektedir (Tekin vd.,2018:111).

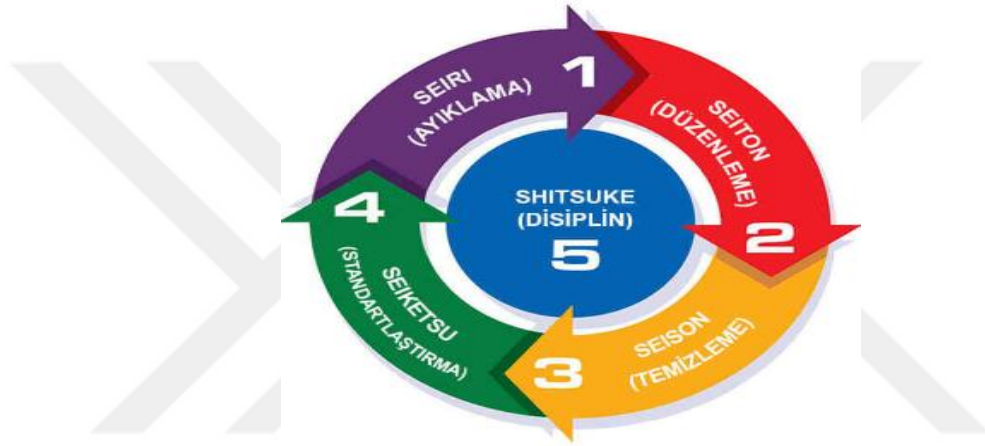


2.6.5.3. Değer Akış Haritalama Örneği

Kaynak: www.lean.org.tr

2.6.6. 5S

Yalın üretim aracı olan 5S, çalışma alanının sistematik ve adım adım düzenlenmesini ve standardizasyonunu sağlayan bir süreçtir. 5S'nin kökeni, organize bir çalışma ortamında çalışan motivasyonu verimliliğini artırmaktır. 5S sadece çalışan motivasyonunu artırmakla kalmaz, aynı zamanda iş güvenliğini, iş verimliliğini, düzeni ve işe karşı kişisel sorumluluğu da artırır. 5S terimi Japonca 5 adet kelimenin baş harfinden oluşmaktadır (Çakırkaya vd.,2016:11). Bu kelimeler 5S sürecinin adımlarına isim veren kelimelerdir; Seiri, Seiton, Seiso, Seiketsu, Shitsuke. Şekil 2.6.6.1' de 5S Süreci verilmiştir (Çakırkaya vd.,2016:11).



Şekil 2.6.6.1. 5S Süreci

Kaynak: Çakırkaya vd.,2016:11

1.Seiri (Sınıflandırma), iş alanınızdaki tüm gerekli şeyleri gereksiz olanlardan ayırmak anlamına gelir. Malzemeler kullanım sıklığına ve kullanım yerine göre sınıflandırılır. Sınıflandırma işlemi sırasında aşağıdaki sorular sorularak sınıflandırma yapılmalıdır (Tekin vd.,2018:116).

- Çalışma sahalarında dağınıklık yaratan veya gereksiz bir malzeme var mı?
- Etrafta kablo ve boru gibi gereksiz malzemeler var mı?
- El aletleri ve ekipmanı yerinde değil mi?
- Bu alanda bulunan tüm materyaller sınıflandırılmış ve korunmuş mu? İşaretli mi?
- Tüm el aletleri, ekipman, göstergeler, malzemeler ve kağıtlar tasnif edilmiş ve yerinde yerleştirilmiş mi?

Tüm el aletleri, ekipman, göstergeler, malzemeler ve kağıtlar tasnif edilmiş ve yerinde yerleştirilmiş mi? Bu soruların yanıtları toplandıktan sonra manuel araçlar, ekipman, malzemeler ve belgeler kullanım önceliğine ve kullanım sıklığına göre kategorize edilebilir. Ancak gerekli olan ile olmayan arasındaki ayrım da bir karışıklık vardır ve bu ayrım tam olarak belirlenemeyebilir. Şüpheye düştüğünde, gereksiz bölümleri ayırma önerilir.

2.S Seiton (Düzenleme), genel bir düzen ve tertip olarak tanımlanabilir. Ekipmanların ve tüm malzemelerin konumlarının tanımlanmasına ve bu konumlarda saklanmasına özen gösterilmelidir. Tüm malzemelerin bir yeri vardır, bu da ihtiyacınız olan malzemeleri satın alırken veya değiştirirken size zaman kazandırır. Düzenleme yaparken bölgeleri ve alt bölgeleri tanımlamak ve minimum ve maksimum seviyeleri ayarlamak önemlidir. 29 tanımlı alanı fiziksel olarak tanımlayarak ve bunun mümkün olmadığı durumlarda çizgi ve renklerle ayırarak, kullanıcıların kurallara uymasını kolaylaştırır (Çakırkaya vd.,2016:12).

3.S Seiso (Temizlik), temiz bir işyeri veya alan yaratmak demektir. Toz, kir, pas ve atıklar düzensizliğin, disiplin eksikliğinin, verimsizliğin, üretim kusurlarının ve iş yaralanmalarının başlıca nedenleridir. Tüm çalışanlar, çalışma alanlarının temizliğinden, tertip ve düzeninden sorumludur.

4.S Seiketsu (Standartlaştırma), iyi bir ortamın yaratılması ve standardizasyonudur. Mevcut düzenlemeleri ve temizliği kalıcı olarak garanti altına almak için belirli kurallar oluşturulmalıdır. Kimin, ne zaman ve nerede temizleneceğine karar vermeli ve kullanılacak alanların şekil ve şemasına kontrolleri sürekli sağlanmalıdır.

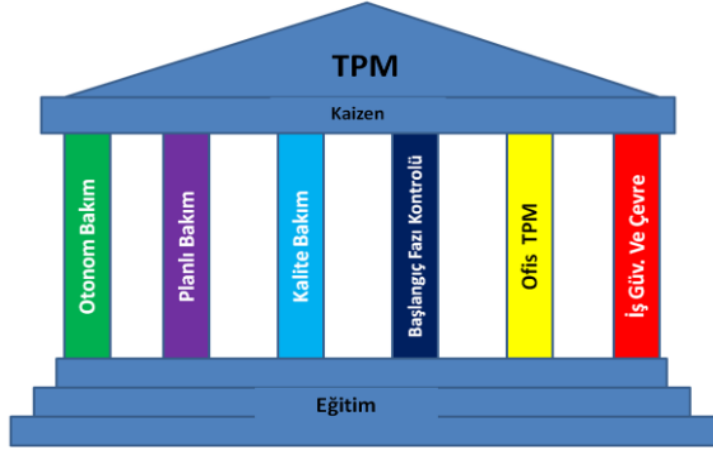
5.S Shitsuke (Disiplin), kurallara uymak ve bu kuralları takip etmek demektir. Sınıflandırma, organizasyon, temizleme ve standardizasyon çalışmalarını verimli bir şekilde sürdürmek için şimdiye kadar açıklanan 5S çerçevesi içinde çalışmak yeterli değildir. Süreklilik ve tutarlılık için disiplin şarttır. Sistemde belirlenen kurallara uymayı alışkanlık haline getirerek kontrolü sağlamak için tasarlanmıştır.

2.6.7. Toplam Verimli Bakım (Total Productive Maintenance (TPM))

Toplam Üretken Bakım, küçük grup etkinlikleriyle verimli bir bakım sistemidir. TPM, bakım ve verimlilik arasındaki ilişkiyi kurar ve daha iyi ekipman bakımının nasıl daha yüksek verimliliğe yol açabileceği konusunda tavsiyelerde bulunur. Aynı zamanda yalın üretimde anahtar araçlardan biridir (Akteke,2007:15). TPM sadece bir stratejiden daha fazlasıdır, müfettişler ve bakım ekipleri de dahil olmak üzere operatörler arasında ekipmanın sürekli iyileştirilmesi için bir sorumluluk duygusu yaratmayı amaçlayan bir felsefe olarak görülebilir. TPM 'nin felsefesi, üretimde yer alan insan, makine ve süreç kavramlarını mümkün olan en verimli şekilde sürdürmek ve standart hale getirmektir. Toplam verimli bakım bunu; doğru bilgi toplama, durum analizi ve problem çözümünde süreç ve mühendisler eşdeğer ortaklığı ile sağlar. Toplam Üretken Bakım, Toplam Kalite Yönetiminin (TKY) bir uygulamasıdır (Görener vd.,2007:52). Toplam kalite, yöntemlerin sürekli iyileştirilmesi, üretim değerinin TPM 'yi ve malzemeler için anında üretim teknolojisi ile ilgilidir. Elbette tüm bu işlerde çalışanların rolü büyük. TPM' nin hedefi, iç ve dış müşterilerinin memnuniyetini sağlamaktır. TPM 'nin temel fikrini ilk ifade eden Bay Nakajima'ydı. " TPM, fabrikanın neden beklediği gibi üretim yapmadığını araştırıyor ve buna neden olan kusurları düzeltiyor" der. TPM' ye göre bakım, hatalı cihazı, "git ve tamir et" anlayışı değildir (Akteke,2007:16). OEE (Overall Equipment Efficiency) adı altında insanlara, süreçlere, makinelere ve cihazlara değer katarak ölçüm yaparak üretim sistemlerinin mükemmelliğini geliştirmeyi ve iyileştirmeyi amaçlar.

Toplam Verimli Bakım:

- Üretim süreçlerinizin verimliliğini en üst düzeye çıkaran bir şirket kültürü oluşturur.
- Mevcut ekipman ve üretim alanlarıyla ilgili kayıpları önlemek ve israfı ortadan kaldırmak için eksiksiz bir sistem oluşturur.
- Yalnızca üretim hattında değil ilgili tüm departmanlarda kullanılmaktadır.
- Üst düzey yetkililerden işçiye kadar herkesi hedefler.
- Otonom bakım ve küçük ekip faaliyetleri yoluyla sıfır hatayı hedefler (Karamanlı,2003:19).



Şekil 2.6.7.1. Toplam Verimli Bakım Uygulama Adımları

Kaynak: Karamanlı,2003:19

TPM' nin Kullanılma Nedenleri;

Ekipmanın tamamen otomatik ve karmaşık olduğunu ve ürünlerin makineler tarafından yapıldığını söylemek abartı olmaz. Bu durumda kusurlu veya kusurlu ürünlerin ortaya çıkmasını önlemek için bakım yapmak insanların işidir. Ancak bu, sadece bakım ekibinin çabalarıyla eskisi gibi olmayacaktır. Kapsamlı üretken bakım, yalnızca cihaz ve ürün tasarımcılarının değil, tüm cihaz kullanıcılarının katılımını gerektirir. Cihazı kullanan kişinin cihazın arıza ve hatalardan korunmasında aktif rol alması özellikle önemlidir. Geleneksel bakım adımlarından farklı olarak TPM, ekipman bakımına tüm departmanları ve çalışanları dahil eder. Toplam üretim bakımının belki de en ayırt edici özelliği otonom bakımdır. Üretim sürecinde işçiler tarafından gerçekleştirilen otonom bakım faaliyetleri, ekipmanın bakımını yapanlara fayda sağlar. TPM 'nin bir diğer önemli özelliği de israftan kaçınma veya azaltma hedefidir. İsratların tamamen ortadan kaldırılmasına karşı koymak, toplam ekipman verimliliğini (OEE) en üst düzeye çıkarmanın bir yoludur (Görener vd.,2007:53). TPM uygulaması sıfır hata, sıfır envanter, sıfır kayıp, sıfır hurda, sıfır iş kazası ve sıfır arızayı hedefler. TPM uygulaması, tüm çalışanların aktif katılımını sağlaması, çalışma ortamına hareketlilik ve iş güvenliği getirmesi, ürün kalitesinin sürekliliğini sağlaması ve yüksek karlılık sunması nedeniyle firma tercih edilmektedir. Toplam verimli bakım çalışmaları yedi temel faaliyetten oluşur. Toplam verimli bakım geliştirmeleri, aşağıdakiler de dahil olmak üzere her şirketin ve operasyonun koşullarına uygun olmalıdır:

- Üretilen ürünler,

- Şirketin Konumu,
- Şirketin Faaliyetleri,
- Bölgenin Tarihsel Gelişimi,
- Şirketi Çevreleyen Kültür.

Toplam verimli bakım uygulaması aşağıda verilen faaliyetlerden meydana gelmektedir (Görener,2012:15):

1. Cihaz yönetimi
2. Planlı bakım faaliyetlerinin bakım departmanı tarafından yürütülmesi
3. Üretim departmanları tarafından otonom bakım faaliyetlerinin uygulanması
4. Mühendislik hizmetleri departmanının önleyici mühendislik faaliyetlerini yürütmesi
5. Kalite güvence sistemi
6. Ofislerde toplam verimli bakımın kapsamlı verimliliği

Yukarıdaki çalışmaların eğitim yoluyla desteklenmesi ancak yukarıdaki yedi temel faaliyette yer alan kişilerin koordinasyonunun sağlanması ile mümkün olacaktır. Kapsamlı üretim bakımı başlatma kararı alınır, tesis ve şirket yönetimi çeşitli çerçevelerden gelen arızalara karşı tüm faaliyetleri desteklemelidir. Yanlış yorumlanacak toplam verimli bakım prensipleriyle verimlilikte kısa vadeli gelişmeleri elde etme önlenmelidir.

2.6.8. 6 Sigma

Yalın Altı Sigma, Henry Ford'un 1960'ların başındaki Yalın Akış üretim süreci ile 1980'lerde Otrora tarafından tanıtılan Altı Sigma'nın birleştirilmesiyle oluşturulmuştur ve üretim tarihindeki son evrimsel adımdır (Duru vd.,2011:56). Her iki uygulama da operasyonel verimliliklerin elde edilmesini sağlar. İlk seferinde doğru yapmak için, katma değerli değişikliklerin hızlı ve etkili bir şekilde uygulanması gerekir. Yalın yönetim, süreç israfını ortadan kaldırmaya ve karmaşıklığı azaltmaya odaklanır. Amaç, mümkün olan en az kaynak kullanarak çözüm geliştirmek ve müşteri ihtiyaçlarını zamanında karşılamaktır. Herhangi bir alana uygulanabilir ve performansı iyileştirmenin yollarını ortaya koyar (Çalışkan,2006:65). Öte yandan Altı Sigma, bir kalite felsefesi sağlar ve süreç performansının izlenmesi için istatistiksel bir araçtır. Kalite değişkenliğini azaltmak, süreçleri iyileştirmek, hataları ve israfı ortadan

kaldırmak, Yalın yönetim ve Altı Sigma birlikte iyi ve başarılı biçimde çalışmaktadır. Ortaya çıkan yapı, yavaş işleyen süreçleri dönüştürür ve kesintisiz iş akışı biçimini ortaya koyar. Yalın yönetim ve Altı Sigma metodolojileri, en iyi sonuçlar için birbirini desteklemek üzere birlikte çalışır. Yalın üretim araçları, akış problemlerini ve değer yaratmayan faaliyetleri tanımlarken, Altı Sigma değer yaratan her adımın verimliliğini artırır ve yalın üretim tekniklerine başka bir katkı yaratır. Özellikle üretim dışı süreçlerde Altı Sigma'yı Yalın araçlarla birleştirmek; Hizmet sektörü ve destek süreçleri için uygulamalar, araçlar ve eğitim içeriği arasında uygun ayırım çok önemlidir. Aksi takdirde, kaçınılmaz olarak sorunlar ortaya çıkacaktır. Sadece Altı Sigma'nın kullanıldığı durumlarda Yalın Yönetim'in üç önemli özelliği eksik kalmaktadır (Taşçı, 2010:30).

- Süreci hızlandırmaya doğrudan odaklanılmadığı için,
- Stokları oluşturmak için yapılan yatırım maliyetlerini azaltmaya direkt önem vermemek,
- Veri toplamak ve analiz etmek için yöntemleri öğrenmek ve uygulamak uzun zaman alır, bu da acil ekonomik faydaları engeller.

Öte yandan sadece yalın yönetim uygulanırsa;

- Süreçler istatistiksel kontrole tabi değildir.
- Karar vermede kullanılan ölçüm sisteminin değişiminin hesaplanması önemli değildir.
- Süreç iyileştirmelerini ve kalite ile ilgili olmayan süreç problemlerini ortaya çıkarmak için matematiksel araçlar vardır.

Yalın yönetim ve Altı Sigma birlikte kullanıldığında bu eksiklikler giderilmektedir. Şirketler, müşteri ihtiyaçlarını daha hızlı karşılamak, Altı Sigma ile çalışmak ve dünya standartlarında maliyetler gibi hedeflerinden yalnızca üçüne Yalın Altı Sigma metodolojisi ile ulaşabilirler. Yalın Altı Sigma (Çalışkan,2006:65);

- Sistemik bir yaklaşım sunar, ancak belirlenmiş bir plan yoktur.
- İşe, sürece veya soruna uyarlanması gereken çok kapsamlı bir araçlar setidir.
- Dil tutarlılığını sağlar. Bu, süreçleri karşılaştırılabilir hale getirir.
- Veri tabanlı, gerekirse istatistiklerle desteklenir.
- Müşteri odaklıdır ve süreçlerin performansını müşterinin bakış açısıyla ölçer.

- Süreçleri basitleştirmeyi amaçlar.
- Değişkenliği azaltmayı amaçlar.
- İstatistiksel iyileşme gösterir.
- Finansal performansa odaklanır, parayı ve potansiyel geliri hesaplar.
- Bürokrasiyi önler, yaratıcılığı destekler.
- Uygulamadan sonra gelişmeleri izlemek için istatistiksel sistem oluşturur.

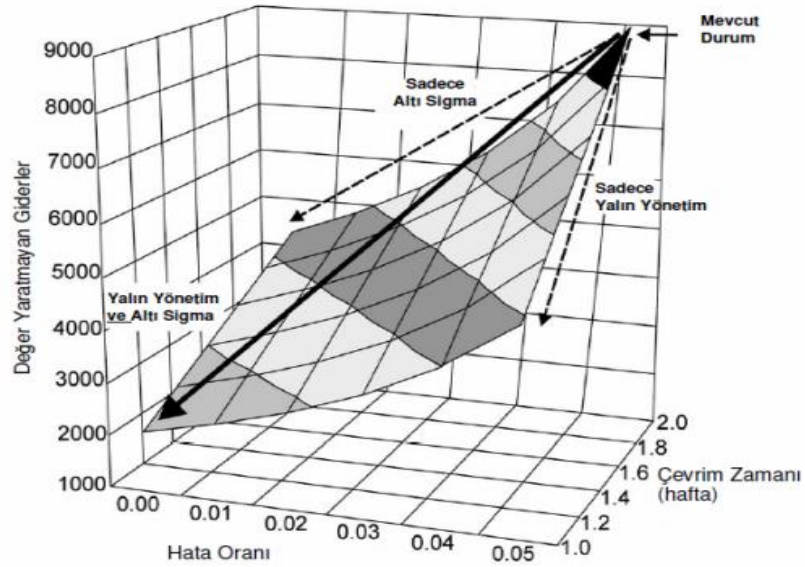
Kurumsal yayılım şirket ve çalışan bakış açısını, iş yapma şeklini ve kurum kültürünü değiştirmeye yönelik bir yönetim aracı ve problem çözme tekniği olarak kullanılabilir. Bu uygulamaya başlarken, müşterinin bakış açısından şirketin bakış açısını anlayana kadar araştırma yapılmalıdır. Aynı zamanda çalışanların gerekli bilgi ve donanım düzeyine ulaşmaları, vizyon ve iş hedeflerini anlamaları ve beklentilerini dile getirmeleri için eğitim programları düzenlenmelidir. Değer akışlarınızı tanımlamanız ve mal ve hizmet akışlarınızı belgelemek gerekmektedir. Ardından, israfi ve değişkenliği ortadan kaldırmak gereklidir. Sonuçta müşteriye değer katmayan her süreç ölçülmelidir. İlk olarak, doğru şeylerin yapıldığından emin olunmalı, ardından doğru yaptıklarından ve düzgün çalışma yapıldığından emin olunmalıdır. Dahili süreçler olgunlaştıktan sonra, araştırma tedarik zincirine genişletilmelidir. Son olarak, iyileştirme önlemleri almak ve ilerlemeye devam etmek gereklidir.

Yalın Altı Sigma metodolojisinin üretim, tasarım, satış, pazarlama ve hizmet gibi tüm iş alanlarına uygulanması kolaydır. Elde edilen gelirler ise şöyledir (Taşçı,2010:31);

- Ürün Kalitesini artırmak
- Şirketi kar oranını yükseltmek
- Teslimat sürelerini kısaltmak,
- Müşteri memnuniyetini artırın
- Müşteri memnuniyetini arttırmak,
- Büyüyen pazar payı,
- Üretim maliyetlerinin düşürülmesi
- Karar verme, problem çözme, ekip çalışması gibi iş becerilerinin geliştirilmesi,

Şekil 2.6.8.1' de gösterildiği gibi, yalnızca hataları azaltmak veya yalnızca döngü süresini azaltmak bir miktar kazanç sağlar, ancak bunun maliyeti düşüktür hem kaliteyi

hem de hızı artırırken başarılabilir (Taşçı,2010:58).



Şekil 2.6.8.1. Yalın Yönetim, Altı Sigma, Yalın Altı Sigma Maliyet Oranı

Kaynak: Taşçı,2010:58

2.6.9. SMED (Single-Minute Exchange of Die) Metodolojisi

Şirketlerin küçük partiler halinde üretebilecekleri ana sınırlayıcı faktör, takımları değiştirirken kurulum süresidir. Hızlı kalıp değişimi ve hızlı sertleşme süreci, test üretimi ihtiyacını ortadan kaldırır ve küçük seriler için esnek üretim sistemi sağlar. Bu ihtiyaç, değişen pazar gereksinimlerine hızlı bir şekilde yanıt verebilmek için makinelerin daha verimli çalışması ve istasyonların daha yüksek OEE elde etmesi nedeniyle mümkündür. Esnek, düşük hacimli bir seri üretim sistemi gerçekleştirmek için Shingo (1985), öncü bir yaklaşım olan SMED metodolojisini geliştirmek için 1950'den itibaren 18 yıl çalışma gerçekleştirmiştir. Shingo'nun teknikleri, hem yapılandırma işlemleri için gerekli teoriyi hem de yapılandırma işlemlerini 10 dakika veya daha kısa sürelerle indirgemek için pratik uygulamaları içerir. Shingo'ya (1985) göre SMED, herhangi bir fabrikadaki herhangi bir makineye uygulanabilen bir yaklaşımdır (Sarıkaya vd.,2022:427). Shingo'nun yöntemindeki en önemli ilk adım, yalnızca makine dururken gerçekleştirilebilen dahili ayar prosedürlerini, makine çalışırken gerçekleştirilebilen harici ayar prosedürlerinden ayırmaktır. SMED metodolojisi hakkında daha fazla ayrıntı BÖLÜM III te verilmiştir.

BÖLÜM III

SMED METODOLOJİSİ-TEKLİ DAKİKALARDA KALIP DEĞİŞİMİ

3.1. SMED Nedir?

Şirketlerin az adetlerle üretim yapabilme yeteneğinin en büyük kısıtı kalıp değişimi süresinde ortaya çıkan ayar süreleridir. Üretimde minimum sürede kalıp değiştirme, hızlı yapılan ayarlar, deneme yapılması, üretime başlayabilmek için üretilen numunelerin ortadan kaldırılması az adetli üretimleri yapabilmeye olanak sağlar. Küçük partili üretim ihtiyacı müşteri isteklerini daha hızlı karşılamak, hatlarda bulunan tezgahlardan daha yüksek OEE değerleri almak, çalışan performansını daha yüksek seviyelerde tutmayı sağlar. Az adetli diğer adıyla küçük partili üretim yapabilmek için Shingo 1950 yılından itibaren SMED metodolojisini geliştirmeye başlamıştır. SMED tekniği ayar için gerekli olan teorik bilgileri ve ayar sürelerini 10 dakikanın altına indirebilecek teknik ve teorik bilgileri barındırmaktadır. Shingo'ya göre SMED her firmada, her işletmede ve tüm tezgahlara uygulanabilir (Sarıkaya,2022:427). Ancak küçük ve kesikli üretim yapan bazı firmalar, firmalarında SMED metodolojisinin uygulanamayacağını savunmaktadır. Ama SMED uygulayan birçok firma çok büyük verimlilikler elde etmiştir. SMED metodunun ilk amacı, tezgâh çalışmıyorken yapılan iç ayarların, makine çalışırken de yapılabilecek olan dış ayar süreleri ile birbirinden ayırmaktır.

Ayar kavramı mevcutta üretilen ürün ile, üretilen ürün bittikten sonra üretilecek ürün arasındaki geçen zamanın tamamı olarak tanımlanabilir. Farklı bir tanım ile mevcutta üretilen ürünün tüm üretim aşamaları bittikten sonra tezgâh üzerinde ekipman değişimi, parça yenileme, temizlik ve diğer üretime geçiş dahil sürenin tamamı ayar süresi olarak tanımlanabilir (Kökten,2021:30). SMED uygulaması yapabilmek için çok iyi mevcut durum analizi yapmak gereklidir. SMED çalışması yapılacak ortamda veya tezgâhta üretilen ürün kapasitede önemlidir. İç ayar süresi tezgâhın bir ürünü ürettikten sonra, diğer üretilecek olan ürünün üretimine kadar geçen süredir. Diğer bir tanımla iç ayar süresi imalat proseslerinde plansız duruşlara sebep olan ayar süreleridir. SMED metodolojisinin amacı imalat proseslerinde duruşlara sebep olan iç ayar sürelerinin yok etmek ya da etkisini minimum seviyelere düşürmektir. Dış ayar süresi tezgâh

durdurulmadan üretim devam ederken, bir sonraki adımda üretilecek olan ürün için tüm ayarların yapılması olarak tanımlanabilir.

3.2. SMED Metodolojisinin Tarihsel Gelişimi

SMED (Single-Minute Exchange of Die) metodolojisi, Japon otomotiv üreticisi Toyota'nın üretim süreçlerini daha esnek ve verimli hale getirmek amacıyla geliştirdiği bir yaklaşımdır. Metodoloji, Toyota Üretim Sistemi'nin bir parçası olarak ortaya çıkmıştır. SMED metodolojisinin tarihsel gelişimi yaklaşık olarak aşağıda verilmiştir (Boyacı,2020:3);

1950'lerin Sonları:

- Toyota Üretim Sistemi'nin öncülerinden olan Taiichi Ohno ve ekibi, üretimdeki kayıpları ve âtil zamanları azaltma amacıyla çalışmalar yapmaktaydılar.
- Taiichi Ohno, iş değışim sürelerinin (ürün değışimleri) üretim hattının verimliliğini olumsuz etkileyen büyük bir faktör olduğunu fark etti.

1960'lar:

- Taiichi Ohno ve ekibi, iş değışim sürelerini kısaltma amacıyla farklı yaklaşımlar geliştirmeye başladılar.
- 1969 yılında, iş değışim sürelerini dakikalar düzeyine indirmeyi hedefleyen SMED metodolojisi kavramı resmi olarak ortaya çıktı.

1970'ler:

- Toyota, SMED metodolojisini üretim süreçlerine uygulamaya başladı ve bu sayede üretim hattındaki duruş sürelerini büyük ölçüde azaltmayı başardı.
- SMED sayesinde iş değışim süreleri dramatik şekilde kısaldı ve üretim hattının esnekliği arttı.

1980'ler ve sonrası:

- SMED metodolojisi, Japonya dışındaki imalat sektörlerine de yayılmaya başladı. Diğer şirketler, Toyota'nın deneyimlerini örnek alarak iş değışim sürelerini azaltmaya çalıştılar.
- Yıllar içinde, SMED sadece otomotiv endüstrisinde değil, genel imalat sektöründe de kabul gören bir metodoloji haline geldi.

Günümüz:

- SMED, hızlı ürün değişimlerinin ve üretim süreçlerinin optimize edilmesinin gerektiği birçok sektörde kullanılan bir yaklaşım haline gelmiştir. İleri üretim teknolojilerinin gelişmesiyle birlikte, SMED metodolojisi süreçlerin daha da optimize edilmesine ve verimliliğin artırılmasına yardımcı olmaya devam etmektedir. Sonuç olarak, SMED metodolojisi Toyota'nın üretim sistemine katkı sağlayarak başlamış, zaman içinde genel imalat sektöründe benimsenen ve dünya çapında kullanılan bir yaklaşım haline gelmiştir.

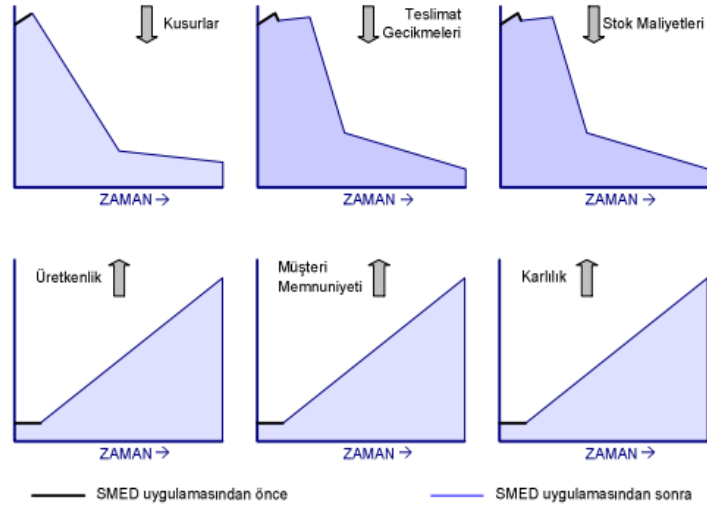
3.3. SMED Metodolojisinin Sağladığı Faydalar

Firmalarda ayar süreleri azaltmak ya da minimum süreye indirmek için uygulanan SMED metodu, üretimden üretime geçiş sürelerinin azalmasını sağlar. Ayar sürelerinde çok fazla zaman kaybeden firmalar büyük adetli ve kapasiteli üretimler yapmakta ve ayar sürelerinde kaçmaktadır. Bunun sonucunda ise anlık olarak müşteriden gelen talepleri karşılayamamakta ve stoklu üretim metodunu uygulamaktadır. Üretim sonrası stok maliyetine katlanmakta ve maddi kayıp yaşamaktadır. Ürün yelpazesi daralmakta ve pazarda rekabet avantajını kaybetmektedir. Müşteri taleplerini karşılamayan firmalar rakipleri ile yarışamadığı gibi müşteri kaybına yaşamaktadır. Bu durum birçok firmanın maddi kayıp yaşamasına, küçülmesine yok olmasına kadar gitmektedir.

SMED ile azaltılan ayar süreleri işletmelerinin az adetli ve esnek üretim avantajını elde etmesini sağlamaktadır. Bu durum sipariş geldiği anda üretim olanağı sağlamakta ve firmalar stok maliyetine katlanmak zorunda kalmamaktadır. Esnek üretim firmaların gelişmesine ve daha çok istihdam yapmasına ve ülke kalkınmasına da yardımcı olmaktadır.

Üretimden üretime geçiş sürelerinde yapılan çalışmalardan sonra ayar sürelerinde kazanımlar görülecektir. İlk aşamada planlanan üretim adetlerinde düşüş gözlene de zaman içerisinde üretim adetlerinde artış görülecektir (Çelik,2019:100). İmalat hacmini verimli olarak kullanım, işletmenin OEE değerini, üretim miktarlarının artmasını, hurda ve fire miktarının azalmasına katkı sağlamaktadır. Ayar yapılırken yaşanan diğer kayıplardan biriside operatörün fazladan enerji kullanması ve psikolojik olarak yıpranmasıdır. Standarda bindirilmemiş, ya da hangi ayarı yapacağını bilmediği için personel diğer üretimi yapmak için tezgâhta ayar yapmak istememektedir. Ayar sürelerinde görülen azalış ve ayar kolaylığı personellerin ayar geçişlerinde motivasyon

olarak zarar görmemesine ve daha azimle çalışmasına neden olacaktır. Firmalarda yaşana diğer sorunlardan biri ise zor olan ayarlar, ustalık ve daha detaylı ayar yapma ihtiyacı duymaktadır. Firmaların daha basit ayar yapabilmesi, bir ayar için illa ki ustalık gerekmemesi, ayar süresinin minimum seviyede ve sağlıklı olarak yapılabilmesi SMED metodu ile mümkündür.



Şekil 3.3.1 SMED Metodolojisinin Sağladığı Faydalar

Kaynak: Filiz,2008:65

3.4. Üretim Sürecindeki SMED Kavramları

Üretim süreci dört temel adımdan oluşur (Öztürk vd.,2017:26);

- İşlem: Şekillendirme, birleştirme, sökme veya ürünü üretmek için önerilen bölgelerde atılan adımlardır.
- Kontrol: Standartlarla karşılaştırma ve uygunluklarının doğrulanması sürecidir.
- Taşıma: Bir yerden başka bir yere taşımak veya yer değiştirmek.

Depolama: Ürünlerin bir işleme, taşıma veya onay işlemleri gibi standart işlemlerin uygulanmadığı, bir aktiviteyi ya da pazarlanmayı veya farklı yöntemlerle değerlendirilmeyi beklediği zaman dilimidir.

Yukarıda verilen maddelerden SMED metodolojisinin ilgilendiği adım işlem adımdır. İşlem adımı kendi arasında ikiye ayrılır;

1. Gerekli İşlem: malzemeye değer katacak bir adımdır. Bunlar yapılmadığı takdirde ürün istenilen özelliklere sahip olmayacaktır.

2. Ayarlama İşlemleri: Ürünlerin imalatı için her parti ve ürün tipi için imalat öncesi ve sonrası yapılan hazırlık ve ayarlamalardır. Ayar süreci ürüne doğrudan değer katmaz ancak ürünün üretilmesi için gereklidir. Bu gerekli bir adımdır. İki tür ayar işlemi vardır:

1. İç Ayar (İç Set up): Bu tür hazırlık ve kurulum yalnızca makine kapalı durumda iken yapılabilir. Örneğin kalıbın makine plakasına bağlanması ancak makine durdurulduğunda gerçekleştirilebilen bir işlemdir.

2. Dış Ayar (External Set up): Bu tür hazırlık veya kurulum makine çalışırken yapılabilir. Örneğin kalıbı makineye bağlayan cıvatalar makine açıkken kalıba takılabilir.

3.5. Ayar İşleminin Temel Adımları

SMED metodolojisi ile iyileştirme yapılmamış ayar işlemleri dört adımdan oluşmaktadır. Dört adım aşağıda verildiği gibidir:

1. Malzemelerin ve araçların hazırlanması, son işlemleri ve kontrolü
2. Kesici takımların, aletlerin ve parçaların montajı
3. Ölçüsel kontroller, ayarlar ve ekipman kalibrasyonları
4. Denemeler ve Düzenlemeler

Yukarıda dört adımın, KOBİ dışı şirketlerdeki uygulanması proseslerdeki oranı Tablo 3.5.1 de gösterilmiştir (Filiz,2008:65).

Tablo 3.5.1. SMED Metodolojisi Uygulamayan Firmalarda Ayar Adımlarının Toplam Ayar Süresi İçindeki Oranları

Set Up Aşamaları	İşlemlerin Ayar Süresi İçerisindeki Oranları
Hazırlık, süreç sonrası ayarları malzeme ve araçların kontrol edilmesi	30%
Bıçakların, aletlerin ve parçaların takılması	5%
Ölçümler, ayarlar ve kalibrasyonlar	15%
Deneme ve ayarlamalar	50%

Kaynak: Filiz,2008:65

SMED yaklaşımıyla amaç önceki adımlarda harcanan süreyi en aza indirmektir. Bunu başarmak için kurulum aşamasında tüm parçaların ve aletlerin standartlaştırılmış konumunda ve kullanıma her zaman hazır vaziyette beklediğinden

emin olmak gerekir. Bunu sağlamak için yıpranmış ve işi bitmiş alet veya ekipmanların temiz ve belirlenen yerlerde kullanılabilir hale getirilmesi gerekir. Bu işlemler makine çalışır durumdayken yapılabilir. İkinci aşama, yani parçaların ve aletlerin montajı, makineler kapalıyken gerçekleşir. Bu işlem toplam ayrı süresi açısından en kısa olanıdır, daha kolay yollar bulunarak işlem süreleri kısaltılabilir. Makineler genellikle tüm ölçüm ve ayarlama süresi boyunca kapalıdır ancak SMED sistemi bu işlemlerin makine çalışır durumdayken gerçekleştirilmesine olanak sağlar. Son test ve ayar işlemi yani son ayar işlemi tüm ayar işlemlerinin sonuçlarının görülebildiği ve toplamda en fazla zaman alan işlemdir. Bu adım doğru yapılmazsa ürünün doğru üretilmediği anlamına gelir ve bu nedenle oldukça meşakkatli bir işlemdir. SMED, makinenin çalıştırılmasından hemen sonraki bu aşamanın, iyi bir ürün oluşturulacak şekilde organize edilmesini sağlar.

Ayar işlemlerini kısaltmak ve daha kolay yapılabilmesini sağlamak için yapılabilecek diğer önerilen çalışmalar aşağıdaki gibi sıralanabilir;

- Makine bir kalıptan diğerine geçerken, makine çalışırken yapılan işlerin ve makine durdurulduğunda işlerin tanımlanması ve belirlenen işlerin analiz edilmesi gerekmektedir. İşlemlerin makine çalışırken mümkün olduğu kadar yapılmasına özen gösterilmelidir. Çünkü bu işler makine çalışırken yapılabiliyor ve makine durdurulup işlem gerçekleştiriliyorsa, bu sadece zaman kaybıdır. Bu iç ayar olarak yapılan işleri, değişik projeler ve çalışmalar ile nasıl dış ayara dönüştürülebileceği düşünülmelidir.
- Kalıp değiştirirken sökülen kalıplar hemen takılabilir ve aynı takılacak kalıplar aynı anda taşınmalıdır. İki kalıbı aynı anda taşımak için yeni tasarımlar gerçekleştirilmelidir. İki kalıbı aynı anda taşımak zaman tasarrufu ve aynı zamanda verimlilik kazandıracaktır.
- Kalıp değiştirme işlemi sırasında makine ayar işlemi de zaman alıcıdır. Bu sürecin bir parçasıdır ve bu zaman kaybı ne kadar çok önlenirse o kadar çok zaman kazancı sağlanacaktır. Bu amaçla makinelerde kullanılan kalıpların standardize edilmesi ve kalıpları bağlamak için aynı bağlantı elemanlarının ve aynı takımların kullanılması zaman kazandıracaktır. Aynı aparatların kullanılması ince ayar yapılmasına ortadan kaldıracaktır.

- Bağlayıcı olarak kullanılan cıvata, saplama vb. gibi ürünlerin yerine mengene, bağlayıcı vb. ürünlerin kullanılması yine büyük bir zaman kazancı sağlayacaktır. Çalışanlar kalıp bağlama işlemini daha kısa sürede tamamlayabilecektir.
- Kalıp değiştirme sürecinde zaman alan bir diğer süreç ise kalıbın takılmasından sonraki süreçtir. Deneme ve ayarlama araştırmasının bir sonraki adımıdır. Tek seferlik kurulum kalıbı doğru şekilde kurulursa bu prosedürlerin gerçekleştirilmesine gerek yoktur. Bunun için swichler, ayarlayıcılar veya limit anahtarları kullanılabilir.
- Bir diğer zaman alıcı süreç ise çok kullanılan kalıpların taşınması işlemidir. Çok kullanılan kalıplar mümkün olduğunca makinenin yanına konumlandırılmalıdır. Böylece kalıp taşıma için kaybedilen zaman verimlilik olarak kazanılmış olacaktır.

3.6. SMED Uygulamasının Aşamaları

Yukarıdaki bölümlerde açıklanan hazırlıklar tamamlandıktan sonra SMED uygulamaya başlarken 3 adımın uygulanması gerekmektedir.

1. Aşama: Mevcut Durum Analizi
2. Aşama: İç ve Dış Ayarların birbirinden ayrıştırılması
3. Aşama: İç ayarların Dış Ayarlara dönüştürülmesi
4. Aşama: İç ve Dış Ayarların tüm açılardan değerlendirilmesi

3.6.1. Mevcut Durum Analizi

SMED metodolojisinin ilk adımı olan mevcut durumun analizi adımı çalışma ortamında ki tüm detayların analiz edilmesi, tüm verilerin detaylı olarak toplanması ve değerlendirilmesi aşamasıdır. Firma içerisinde proses akışlarına ve üretime hiçbir katkı sağlamayan ve katma değer sağlamadığı süreç zarfında gereğinden fazla kaynak (elektrik, yağ vb.) tüketen işlemlerin gözle görünür hale getirilmesi gerekmektedir. Bu nedenlerle yalın üretim çalışmalarında, SMED uygulamalarında, Kaizen çalışmalarında veya benzer çalışmalarda mevcut durumun analiz edilmesi çok büyük öneme sahiptir. Mevcut durum analizi yapılmadan başlanılan çalışmalar gereksiz maliyet, zaman kaybı gibi durumlara yol açmaktadır. Mevcut durumların çalışmalarına başlamadan önce sahada, proste veya birimlerde çalışanlara eğitimler verilerek bilgilendirme yapılmalıdır. Tüm çalışanlar, çalışmaların bütün aşamalarına dahil edilmelidir (Yalın

vd.,2020:91). Çalışanların dahil edilmesi, işin kabullenilmesi, yapılan iyileştirmelerin sürekliliğinin sağlanması açısından önemlidir. Çalışma sahalarında aktif olarak bulunan personeller sahadaki, tezgahlardaki ve operasyonlardaki tüm sorunlara danışmanlara göre daha çok bilgi sahibidir. SMED metodolojisini ilk uygulamaya başlayan firmalarda genellikle başlangıç aşamasında iç ve dış ayarlar karışık olarak uygulanmaktadır. Bu aşamada kullanılan ekipmanların kalibrasyonları, tezgâhta kullanılacak olan alet ve parçaların sağlamlığı, tezgâhta üretilecek olan ürün için bağlanılan aparatların ayarları, ilk numune veya deneme üretimleri, personellerin yetkinliği, çalışma ortamı detaylı olarak incelenmelidir (Filiz,2008:66). Analiz sonucunda elde edilen veriler, SMED uygulamasının sonraki adımlarında yapılacak olan iyileştirmelerde doğru yönlendirme konusunda ve daha iyi verimler elde etmede yardımcı olacaktır.

Durum analizi kullanım amacına bağlı olarak iki durumda kullanılabilir. İlk durumda makinenin genel kayıp kategorileri, ağırlığı ve etkileri belirlenerek temel analiz yapılır. İyileştirilmesi gereken kaynakların yerini önceliklendirmek ve hangi iyileştirme yönteminin uygulanacağını seçmek için kullanılır. Diğer durumlarda ise iyileştirilmesi gereken kayıp noktalarına ilişkin mevcut detaylı verilerin toplanması ve analiz edilmesi amacıyla kullanılır. Analizin sonunda süreç verilerinin mevcut durumu belirlendikten sonra, süreci iyileştirmek için ayar adımlarını iç ve dış ayarlar olarak ayırma adımına geçilmelidir.

3.6.2. İç ve Dış Ayarların Birbirinden Ayrılması

Firmalarda genel olarak yapılan ayar işlemleri üretim hattında olan ürünün üretimi tamamlandıktan sonra yapılmaktadır. Bu şekilde yapılan ayarların ana sebepleri proseslerdeki yetersizlikler, gelenek haline getirilmiş çalışma alışkanlıkları, personel eksiklikleri ve planlamadaki yetersizlikler ve hatalardan kaynaklanmaktadır. Gelenek haline gelmiş olan çalışma alışkanlıkları ve planlamadan kaynaklanan hatalardan dolayı dış ayar olarak yapılabilecek olan ayarlar iç ayar olarak yapılmaktadır. (Ekincioglu,2016:9). Yalın üretim çalışmalarının, iyileştirme çalışmalarının yapılmaması, genele yayılmaması işletmede ve proseslerde darboğaz haline gelmiş yerlerin iyileştirilmesine engel olmaktadır.

Proseslerde meydana gelen iç ve dış ayar sürelerinin birbirinden ayrılması, proseslerde dış ayar olarak yapılabilecek adımlar tespit edilerek, iç ayar zamanından ayrılması amacıyla yapılmaktadır. Ayırıştırma aşamasının başlangıcında ürünlerin

birimler arası veya tezgahlar arası transferi, parçaların temizlenmesi, kullanılan parçaların veya aparatların aşınması-yıpranması temizlik, parça yenileme genelde iç ayar süreleri içerisinde yapılmaktadır. Üretimi tamamlanmış olan ürünlerin son kontrol veya paketlenme sahasına transferi, üretilecek olan ürünlerin hammadde deposundan veya sahasından üretim hattına transfer edilmesi, hammaddelerin üretim için hazır duruma getirilmesi üretim durdurularak yapılmaktadır. Shingo'ya göre bahsedilen durumlarda yapılan iyileştirmeler ayar sürelerinden ortalama %30 ile %50 arasında küçüleceğini ortaya koymaktadır (Tanık,2010:127). Ayar sürelerinde görülen bu azalmalar göz önünde bulundurularak üretimi tamamlanmış olan ürünlerin son kontrol veya paketlenme sahasına transferi, üretilecek olan ürünlerin hammadde deposundan veya sahasından üretim hattına transfer edilmesi, hammaddelerin üretim sahasına transferi gibi işlemler hatta üretimi devam eden ürün üretilirken yapılabilecek şekilde planlanmalıdır. Mevcut durum analizleri sonucu belirlene proses sırası işlem zamanlarına bağlı olarak süresi minimuma indirilen işlem prosesleri iyileştirme yüzdelerini belirleyecektir.

3.6.2.1. Proseslere Ait Listelerin Kontrolü

İşlemleri gerçekleştirirken gerekli tüm parçaları, işlemler için gerekli olan ayarları ve işlemlerin yapılabilmesi için gerekli her şeyi içeren bir liste hazırlanmalıdır. Bunlara ek olarak listede kullanılan aletler, parça özellikleri, sorumlu kişi ve gerekiyorsa çizimler ve ortam koşulları açıkça belirtilmelidir. Her zaman makine kapatılmadan önce liste kontrol edilmelidir. Kontrol listesi, çalışanın bu tabloya kısa bir süre bakarak durumu kontrol edebilmesi ve gelecekteki hataların devre dışı bırakılması nedeniyle çok faydalı bir araçtır. Aksi takdirde unutulmuş veya gözden kaçırılan herhangi bir iş, için iç ayar devreye girdiğinde makinenin gereksiz yere durmasına neden olabilir. Kontrol listelerinin kullanılması hem hataları hem de çok sayıda üretim testini ortadan kaldırır (Ekincioğlu,2016:10). Kafa karıştırıcı, kolaylıkla gözden kaçabilen ve gözden kaçabilen genel kontrol listeleri her makine için ayrı ayrı hazırlanıp ele alınmalıdır.

3.6.2.2. Prosesteki Fonksiyonların Kontrolü

Kontrol listesi, operasyon için gerekli tüm araçların sağlanmasını sağlar. Ancak bu tek başına ayar sürecinin sorunsuz ilerlemesi için yeterli değildir. İkinci adımda yapılması gereken test fonksiyonel kontrolüdür (Ayrancı,2023:17). Bu kontrol, bileşenlerin iyi çalışır durumda olup olmadığını belirlemek ve bir sorun varsa

ayarlamadan önce sorunu düzeltmek için yapılabilir. Fonksiyonel testlerin ayar işlemlerine başlamadan önce yapılması gerekir, böylece düzgün çalışmayan, kırık, sökülmüş parçalar hemen onarılabilir. Kontrol yapılmadan kalıp, parça ve pimlerin çatlaması veya kırılması halinde iç ayar süresinde zaman kaybedilir. Kalıp parçaları yerine yerleştirmeden ve cihaza güç vermeden önce her şeyin düzgün çalıştığından emin olduğu takdirde çok büyük zaman kazancı sağlanacaktır.

3.6.2.3. Taşıma İşlemlerinin Gerçekleştirilmesi

Model değişimi sırasında kullanılan kalıplar, masterlar, ölçüm cihazları gibi ekipmanlar depolama alanları ve makineler arasında getirilip taşınırlar. Makinenin kapalı durma süresini azaltmak için bu işlem makine çalışırken yapılmalıdır. Ancak, bitmiş parçalar aletler, yeni parçalar ve aletler makine çalışır duruma gelene kadar depoya gönderilmez. Makine otomatikleştirilmişse operatör işlemi kendisi gerçekleştirecektir, diğer durumlarda parçaların ve aletlerin belirlenmiş bir kişi tarafından taşınması koordine edilmelidir.

3.6.3. İç Ayarların Dış Ayarlara Dönüştürülmesi

Bu aşamada, üretimin yapılamadığı sürelerin iyileştirilmesi için çalışmalar yapılır. Bu çalışmalardan önce iç ve dış ayar süreleri net olarak birbirinden ayrılmalıdır. İç ayar olarak görülen sürelerin iyileştirilmesi, iç ayar olarak görülen adımların tamamının dış ayar sürelerine çevrilmesiyle elde edilir.

Devam eden proseslerde iç ayar adımlarının, dış ayar adımlarına çevrilmesi için birçok yalın yöntemi kullanılmaktadır. Bu yalın yönteminin en başta yer alanları Kobetsu, Kaizen gibi çalışmalarda yapılmaktadır. Bu çalışmalar yapılırken 5S yöntemi de aktif olarak kullanılmaktadır (Çelik,2019:20). Kaizen yöntemi iç ayarların dış ayarlara dönüştürülmesinin sağlarken, aynı zamanda proses akışındaki zamandan da kazanç sağlamaktadır. İç ayar süreleri dış ayar sürelerine dönüştürüldüğü zaman her ayarda ortalama %70 oranında kazanç elde edilmektedir.

3.6.3.1. Proseslerdeki Hazırlık Aşamalarının Düzenlenmesi

Hazır olmayı geliştirmeyen bir düzeltici süreç takip edildiğinde çalışanlar hazırlanmak için çok zaman harcadıkları görülmektedir. Çoğu zaman gerekli araçları aramakla boşa harcadığı belirlenmiştir. Bu konuda 5S sistemden de yardım alınabilir. Hazırlık aşamasında gerçekleştirilen faaliyetler yeniden incelenerek iyileştirmeler

yapılabilir. Bu daha az zaman harcayan bir şekilde organize edilmelidir. Video kaydederken sadece makine üzerinde yapılan ayarların değil, hazırlık aşamasında yapılan işlemlerin de kayıt altına alınması ve analiz edilmesi gerekmektedir.

3.6.3.2. Fonksiyonların Standartlaştırılması

İkinci adımda mevcut iç ve dış ayar parametreleri kontrol edildikten sonra, iç ayar işlemleri, dış ayar işlemlerine dönüştürülmektedir. Bu adım esasen uygulanabilmesi için farklı kalıpların ayar süreçlerinde yapılan çalışmaların mümkün olduğunca standart hale getirilmesi önemlidir. Dolayısıyla model veya kalıp değişimlerinde işlem sayısı ve işlem süresi kısalmaktadır. İşlevsel standardizasyon söz konusu olduğunda kalıpların birbirine bağlanması gereken kalıpların (Çelik,2019:22);

- İlgili boyutların,
- Merkezlerinin,
- Bağladıktan sonra sabitlemenin,
- Makinenin sökölüp takılma yönlerinin,
- Tutma gibi özelliklerin aynı olduğu anlaşılmalıdır.

3.6.3.3. Çok Amaçlı Jiglerin Kullanılması

Kalıpları merkezlenmek için kullanılan yüzeylere master (jig) denir. Ayarlama işlemlerinde en çok kullanılan araçların çok işlevli olmasına dikkat edilmelidir. Çok fonksiyonlu modeller birçok modele uyacak şekilde tasarlanmıştır. Böylece model veya kalıp değiştirirken, farklı model veya kalıpların onarılması ve çıkarılması işlemlerinden ve bu işlemlerde kaybedilen zamandan tasarruf edilmiş olacaktır (Tepekule,2018:54). Çok fonksiyonlu jigler, özellikle imalat ve montaj süreçlerinde kullanılan önemli araçlardır. Bu jigler, farklı işlemler için birden fazla iş parçasını işlemek veya monte etmek için tasarlanmıştır. Aşağıda çok fonksiyonlu jiglerin kullanımını hakkında bazı önemli bilgiler verilmiştir (Erdem,2019:22):

1. Birden Fazla İşlem için Tasarlanmıştır: Çok fonksiyonlu jigler, genellikle birçok farklı işlemin gerçekleştirilmesi gereken bir montaj veya üretim sürecinde kullanılır. Bu jigler, birden fazla iş parçasının aynı jig içinde işlenmesini veya monte edilmesini sağlar.

2. Esneklik Sağlar: Çok fonksiyonlu jigler, işlem değişiklikleri veya ürün tasarımı

değişiklikleri gibi değişkenliklere yanıt vermek için daha esnek bir şekilde kullanılabilir. Bu, üretim süreçlerinin daha hızlı bir şekilde uyarlanmasına yardımcı olabilir.

3. Hız ve Verimlilik: Çok fonksiyonlu jigler, birden fazla işlemi aynı anda veya ardışık olarak gerçekleştirmenin yanı sıra işlem sürelerini azaltabilir. Bu, üretim süreçlerinin daha hızlı ve verimli hale gelmesine katkıda bulunur.

4. Yüksek Hassasiyet: Çoğu çok fonksiyonlu jig, yüksek hassasiyet gerektiren işlemleri gerçekleştirmek için tasarlanmıştır. Bu, ürün kalitesinin artmasına ve hatalı ürünlerin sayısının azalmasına yardımcı olabilir.

5. İşçi Güvenliği: Doğru tasarlandığında, çok fonksiyonlu jigler işçi güvenliğini artırabilir. Özellikle tehlikeli işlemlerin otomatikleştirildiği veya kolaylaştırıldığı durumlarda bu avantaj daha belirgin hale gelir.

Çok fonksiyonlu jiglerin kullanımı, işletmelerin daha hızlı ve verimli üretim yapmalarına yardımcı olabilir. Ancak bu jiglerin tasarımı ve kullanımı, özel iş ihtiyaçlarına göre uyarlanmalıdır. Bu nedenle, jiglerin tasarımı ve kullanımı konusunda uzman mühendislerin veya üretim uzmanlarının rehberliği önemlidir.

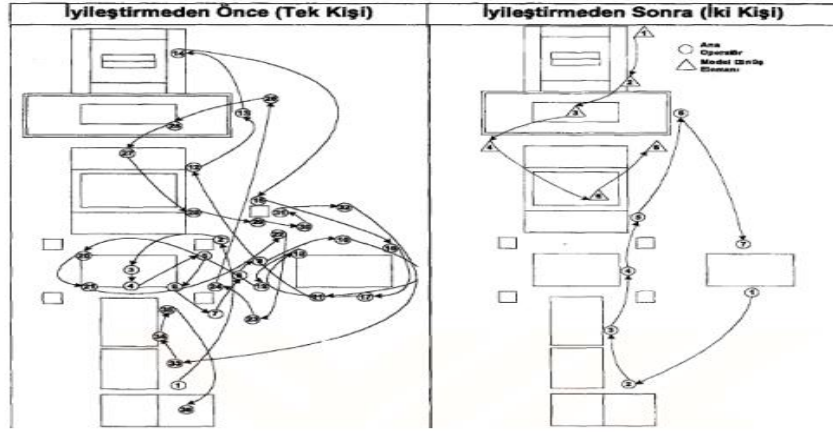
3.6.4. İç ve Dış Ayar Sürelerinin Kısaltılması

SMED' in ilk adımında iç ve dış ayarlar ayrılmıştır. İkinci olarak, iç ayarların dış ayarlara dönüştürülmesi için çalışmalar yapılır. Makinenin boшта kaldığı süreyi kısaltmak için çalışılır. Ancak SMED' in hedefi sadece ayar yaparken kaybedilen süresini kısaltmak değil, aynı zamanda tek haneli süreler indirmektir. Bu nedenle üçüncü bir adıma ihtiyaç duyulur ve bu aşamada makinenin boшта tutulmasını gerektiren ayar işlemlerinin kısaltılması veya bunların tamamen makine çalışırken yapılmasının sağlanması amaçlanır.

3.6.4.1. Paralel Operasyonların Geliştirilmesi

Bu adımda uygulanabilecek yöntemlerden biri işlemlerin paralel olarak gerçekleştirilmesidir. Bir iş bir yerine iki kişi tarafından yapıldığında toplam saatlik ücret düşüyorsa bu, sürecin paralel olarak yapılabileceği anlamına gelir. Örneğin bir işi 1 kişi 30 dakikada, 2 kişi ise 10 dakikada yapıyorsa kazanç durumu vardır ve plan

değiştirilebilir. Şekil 3.6.4.1.1’ de paralel operasyonlarla ayar süresinin kısaltılmasına yönelik örnek verilmiştir (Filiz,2008:66).



Şekil 3.6.4.1.1 Paralel Operasyonlarla Ayar Süresinin Kısaltılması

Kaynak: Filiz,2008:66

3.6.4.2. Fonksiyonel Kelepçelerin Kullanılması

Bu adımın bir başka olası uygulaması perçin, cıvata veya somun gibi zaman alıcı bağlantı elemanlarını kullanmak yerine tek seferde bağlantı kurmaya yönelik daha kullanışlı ve kullanışlı yöntemler geliştirmektir (Filiz,2008:66). Bu yöntemde en sık kullanılanlar armut biçimli klipsler veya takılabilen bağlardır. Bu bağlantı elemanlarına genellikle fonksiyonel kelepçeler denir. Önceki adımlarda standartlaştırmadan bahsetmiştik. Her kalıp için standart bağlantı elemanı kullanılacağı için tedarik etme ve tek seferde stoklu bağlantı elemanı almak tedarik sıklığını düşürecek ve maddi anlamda tasarruf sağlayacaktır.

3.6.4.3 Ayar İşlemlerinin Kaldırılması

Ayarlama sürecini kısaltmanın yanı sıra mümkünse işlemler birleştirilebilir veya küçük tasarım değişiklikleriyle ayar işlemi ortadan kaldırılabilir. Bu, makinenin aksama süresini önemli ölçüde azaltacaktır. Bu gibi durumlarda ilk uygulamalarda hata oranı yüksektir ancak uygulama kurulduktan sonra kazanılan zaman ve dolayısıyla finansal getiri, yapılan hataları büyük ölçüde görmezden gelecektir.

3.6.4.4. Kalıpların Konumlandırılması

Makineye bağlanan kalıp veya diğer cihaz her zaman kullanıma hazır durumda tutulması gerekir. Öte yandan acil bir kalıp değişiminde, kalıp bağlandıktan sonra büyük

sorunlar ortaya çıkabilir ve makine durdurulduğunda kalıp onarımlarının yapılması gerekebilir. Ayrıca tezgahlarda kullanılan kalıplar erişilebilir ve tanınabilir olması gerekir. Bu yüzden kalıp rafında ve kalıp üzerinde renk ve verilerle iyi bir şekilde işaretlemek ve adreslemek gerekir. Bu koşullar sağlandığında, doğru kalıbın gerekli makineye çalışır durumda, mümkün olan en kısa sürede ve hazırlık süresini etkilemeden teslim edilmesi garanti edilebilir.

3.6.4.5. Renklendirme ve Ayrıştırma Seçeneklerinin Uygulanması

Ekipman arama ve dağınıklık nedeniyle kaybedilen zamanı, görsel olarak tanımlamak, özellikle renklerin kullanımı zaman kayıplarını ortadan kaldıracaktır. Kalıplara ve kalıba sabitlenen parçalara kolay erişim için bu parçaların belirtilen renklere boyanması yararlı olur. Kalıplar bir makineye bağlandığında, genellikle yağ, hidrolik ve elektrikle çalıştırılırlar. Bu tür işlemler için ayar süresinde gerçekleştirilmesi gerektiğinden ayar süresinin önemli bir kısmını alır. SMED 'in üçüncü aşamasında boru ve kablo bağlantılarının kolaylaştırılması gerekiyor. Bu noktada boru, kablo ve kalıpların bağlanacağı bölgelerde renklendirme kullanılarak bağlantılar daha doğru ve hızlı bir şekilde yapılabilmektedir.

3.7. SMED Uygulaması Performans Anahtarları

SMED metodolojisinin yarattığı etkiyi değerlendirmek için birçok verimlilik ölçme yöntemi kullanılmaktadır. Bu yöntemin en başta geleni OEE yöntemidir. Ayar sürelerinin azaltılması ve bu azalan sürenin üretime olan etkisi, maddi kayıp olmadan minimum adette üretim miktarları ile kontrol altına alınabilir (Çelik,2018:101). OEE yönteminde birçok etken vardır. Plansız duruşlar, kalıp ayarları, üretim için hazır olmayan hammaddeler, tezgâh arızaları OEE değerinin % olarak negatif yönde etkilemektedir. Kullanılan performans göstergesi, proseslerden beklenen iyileşmenin türüne bağlı olarak farklılıklar göstermektedir. Makinelerde, proseslerde ve ekipmanların etki düzeylerinin takip etmek ve uygulamalar yapmak için OEE performans ölçütünden faydalanılmaktadır. Şekil 3.7.1 de OEE genel unsurları verilmiştir.



Şekil 3.7.1 OEE Genel Unsurları

Kaynak: Çelik,2018:101

Üretim şirketlerindeki verimsizliğin en önemli kaynaklarından biri plansız yapılan duruş kayıplarıdır. OEE kapsamında kullanılabilirliğin bir parçası olarak değerlendirilen duruş kayıpları çoğunlukla arızalardan ve ayar süresinde gerçekleşen duruş kayıplarından kaynaklanmaktadır. Arıza nedenleri ve makine kayıp haritalarının türleri üretim prosesine, makineye ve üretim teknolojisine bağlı olarak değişmektedir. Bu nedenle OEE kurulumu sırasında

Kullanılabilirlik göz önünde bulundurularak etkin kayıp analizi yapabilmek için hedef işletme noktasındaki kayıp türünün doğru değerlendirilmesi ve belirlenmesi önemlidir. Yaygın duruş arızalarının yanı sıra makine ve sistem yavaşlamaları ve küçük duruşlar da meydana değerlendirilmeye alınmalıdır. Hız kayıpları, makine ve sistemin izin verilen maksimum hızın altında çalışmasından ve ilgili üretim prosesi sırasındaki kısa stop/start işlemlerinden kaynaklanmaktadır. Hız kaybı OEE içerisinde performans unsuru içerisinde değerlendirilir. Son kayıp türü ise kalite kaybıdır. Kalitenin bozulması, üretim hattının deformasyonu, üretim kapasitesini olumsuz etkileyen arızalar vb. nedenlerle müşteri spesifikasyonlarını karşılayamayan ürünlerin tedarikinde üretim performansını değerlendirir. Bu tür kayıpların OEE içerisindeki kalite unsuru içerisinde değerlendirilmesi gerekmektedir. Kalitesizlik OEE değerini etkileyen, en önemli etkenler arasındadır.

BÖLÜM IV

TALAŞLI İMALAT FİRMASINDA SMED UYGULAMASI

Çalışmanın yapıldığı firma kendi sektöründe dünya çapında lider konumda olup farklı alanlar çeşitli bağlantı elemanları üretmektedir. Firma 1979 yılında yurt içi ve yurtdışında firmaların standart ve özel cıvata, somun, saplama ve ankraj gibi her çeşit ve kalitedeki bağlantı elemanları ihtiyaçlarını karşılamak amacıyla Tarsus'ta kurulmuştur.

ISO, TSE, ANSI, DIN, ASTM normları ve müşteri taleplerine göre üretim yapan firma, titiz üretim ve kalite anlayışı, ISO, EN 17025'e göre Türkak'tan Akredite Test Laboratuvarı, sıcak ve soğuk cıvata üretim tesisleri, otomatik somun üretim tesisleri yanında ısıtma işlem tesisi, elektro galvaniz, sıcak daldırma galvaniz ile çinko lamel kaplama tesisleri ile tam entegre bir cıvata fabrikası olarak ulusal ve uluslararası pazarda önemli bir yere sahiptir.

Bugün 50'yi aşkın ülkeye ürünlerini ihraç eden firma, enerji nakil hatları, makine, inşaat, çelik yapılar, gemi inşa sektörleri, rafineri ve petrokimya tesisleri, demiryolları, yol, tünel, baraj inşaatları ve rüzgâr enerji sektörü için yüksek dayanımlı cıvata, ankraj, saplama, dişli çubuk ve somun üretimini uluslararası kalite standartlarında ve müşteri taleplerini dikkate alarak yapmaktadır.

4.1. SMED Metodolojisi Çalışma Konusu

4.1.1. Çalışma Konusunun Tanımı

Çalışmanın gerçekleştirildiği firma yenilenebilir enerji kaynakları arasında bulunan rüzgâr enerjisi-rüzgâr türbini alanında çok büyük payda bağlantı elemanı üretmektedir. Çalışmanın gerçekleşeceği alan rüzgâr türbinlerinin temel sepetinde, yani türbinin zemin ile bağlantısını sağlayan bağlantı elemanlarının üretildiği hatlardan birinde gerçekleştirilmiştir. Hatlarda birbirinde farklı üretim prosesleri mevcuttur. Çalışmanın yapılacağı tezgâh diş açma (ovalama tezgâhi) olarak adlandırılmaktadır.

Üretim hattında, ovalama tezgâhında kullanılabilirlik ve performans sonuçlarının günlük üretilen ürün adetler değerlendirildiği olması gerekenden daha düşük olduğu tespit edildi. Mevcut koşullarda rakiplerle yarışabilmek için minimum maliyet, maximum üretim yapılması gerektiği için tezgâh üzerinde iyileştirme çalışmaları yapılması kararı

alınmıştır. Çalışma tezgâhta yapılan işlemler sırasında gerçekleşen israfları ortadan kaldırmak için yapılmıştır. Yapılan çalışma yalın üretim başlığı altında bulunan SMED Metodolojisidir. SMED metodolojisini uygulamak için 5S, Kaizen vb. gibi yalın üretim araçlarından da faydalanılmıştır. Tezgâhta kullanılan ovalama rolleri, milleri, kullanılan bazı swihler, üretim için kullanılan bazı yardımcı tezgahlar üzerinde ilerlemiştir. Seçilen tezgâhta kullanılan rollerin, mevcut tezgahdaki ömrünü tamamladıktan sonra kullanılabileceği farklı tezgahlara göre tasarımı ele alınmıştır.

4.1.2. Çalışma Hedefi

SMED metodu uygulanarak gerçekleşen israfları ortadan kaldırmak, iç ayarları dış ayarlara dönüştürerek tezgâh çalışırken ayar yapmamak ve üretim kapasitesini artırarak, pazar payını korumak ve arttırmak, müşteri taleplerine zamanında karşılık vermek ve stok maliyetlerini azaltmak, çalışan personelin hareket sayısını azaltarak fiziksel ve ruhsal yorgunluğu azaltmak, aynı işlemi yapan birbirinden farklı tezgahlarda kullanılan, takım, aparat, role, bağlantı elemanlarını standartlaştırmak, dış açma alanında çalışan kişilerin deneyimli- deneyimsiz tüm parçaları yapılan tanımla yöntemleri ile kolayca tespit edebilmesini sağlamak hedeflenmiştir. Mevcut durumda tezgâh ayarı yaklaşık 40 dakikada yapılmaktadır. Çalışma sonunda tezgâhta gerçekleştirilen ayar işlemlerini 10 dakikanın altına, tekli dakikalara düşürmek hedeflenmektedir.

4.2. Çalışma Ekibi

Ovalama tezgâhı ayar sürelerini kısaltmak için oluşturulan çalışma ekibi ve kişilerin ekipte bulunma sebebi tablo 4.2.1.1 de belirtilmiştir.

Tablo 4.2.1.1. Dış Açma Tezgâhı SMED Takımı

TANIMI	FABRİKADAKİ GÖREVİ	SEÇİLME NEDENİ
Ekip Lideri	Üretim Mühendisi	4 yıldan fazla üretim bilgisi olması ve yalın üretim alanında bilgi sahibi olması
Üye	Dış Açma Hat Sorumlusu	Deneyimli dış açma ustası
Üye	Dış Açma Operatörü	Deneyimli dış açma operatörü

4.2.1. Çalışma Ekibine Görev Dağılımının Yapılması

Ekip içerisinde bulunan operatörden dış açma prosesi başlamadan önce, dış açma sırasında ve dış açma sonrası yapılan tüm işlemlerin detaylı olarak üretim fişlerine ve ERP sistemine kaydetmesi konusunda görev verilmiştir. Dış açma hat sorumlusundan verilerin kayıtlarını takip etmesi ve doğruluğunu sağlaması konusunda görev verilmiştir. Üretim mühendisi mevcut durum analizlerini günlük olarak takip etmiş ve raporlamıştır.

4.2.2. Çalışma Ekibinin Performans Değerlendirilmesi

Çalışmada yer alan dış açma hat sorumlusu günlük olarak operatörün verilerini kontrol etmiş ve üretim mühendisine raporlamıştır. Eksik, yanlış veya farklı veri tespit edildiğinde geri dönerek veriler ve yapılan işlemler tekrar gözden geçirilmiştir.

4.3. Çalışma Verileri

4.3.1. SMED Çalışması Yapılacak Tezgâhın Belirlenmesi

Rüzgâr türbini temel sepet üretim ankraj hattında israf oranı çok olarak görünen ve mevcut olarak dış açma prosesinde bulunan ovalama tezgâhı pilot tezgâh olarak belirlenmiştir. Tezgâhta kullanılan ovalama rolleri mevcut durumda farklı birimden transfer edilmektedir. Tezgâh üzerinden gereksiz hareketler kaynaklı israflar görülmektedir. Tezgâhta çalışan sayısı 2 kişidir.

Tezgâh ayarı yapılırken İSG (iş sağlığı ve güvenliği) açısından da açık noktalar gözlemlenmiştir. Pilot olarak seçilen tezgâhta yapılan bazı SMED çalışmaları ve yalın dönüşüm çalışmaları paralel olarak aynı işlemi yapan diğer tezgâhlarda da uygulanmaya başlamış ve uygulama çalışmaları devam edecektir.

4.3.2. Çalışma Alanında Veri Toplanması

Çalışma alanında veri toplama çalışmaları pilot olarak seçilen ovalama tezgâhında yapılan tüm çalışmaları kapsayacak şekilde yapılmıştır. Tezgâh çalışma saatleri günlük 9 saat olmak üzere haftalık 45 saat üzerinden değerlendirilmiştir. Tezgâhın çalıştığı sürede yaptığı gerekli-gereksiz tüm hareketler üretim takip formuna kaydedilmiş ve aynı zamanda ERP sistemine kayıtları gerçekleştirilmiştir. Tablo

4.3.2.1' de günlük olarak verilerin kaydedildiği üretim takip formunun örneği verilmiştir. Tezgâhta yapılan işlemler ve çalışmalar zaman zaman üretim mühendisi ve sürekli olarak dış açma hat sorumlusu tarafından görsel olarak incelenmiş ve yapılan kayıtların doğruluğu teyit edilmiştir. Tezgâhta yalın üretim çalışmaları yapılmadan önce veriler günlük olarak veriler toplanılmış ve toplanılan veriler haftalık olarak incelenmiştir. Toplam 1,5 ay (297 saat) veri toplanılmıştır.

Tablo 4.3.2.1. Üretim Takip Formu Örneği

ÜRETİM TAKİP FORMU									
İş Emri No	Parça No / Stok No	Başlangıç Saati	Bitiş Saati	Toplam Üretilen Adet	Fire Adet	Açıklama	Süre (Dk)	Toplam Süre (Dk)	Çevrim Süresi (sn)
179775	M42X36 50	08:00	08:10	-	-	Eğitim	10		
179775	M42X36 50	08:10	09:10	-	-	Tezgâh Arızası	60		
179775	M42X36 50	09:10	09:20	-	-	Malzeme Yükleme	10		
179775	M42X36 50	09:20	10:25	21	-	Üretim	65	15,75	45,0
179775	M42X36 50	10:25	10:35	-	-	Malzeme Çevirme	10		
179775	M42X36 50	10:35	11:30	25	-	Üretim	55	18,75	45,0
179776	M42X36 50	11:30	11:45	-	-	Malzeme Yükleme	15		
179776	M42X36 50	11:45	12:15	-	-	Üretim	30		
179776	M42X36 50	12:15	12:50	-	-	Yemek Molası	35		
179776	M42X36 50	12:50	14:10	46	-	Üretim	80	34,50	45,0
179776	M42X36 50	14:10	14:20	-	-	Malzeme Yükleme	10		
179776	M42X36 50	14:20	14:28	-	-	Lavabo	8		
179776	M42X36 50	14:28	15:00	-	-	Üretim	32		
179776	M42X36 50	15:00	15:10	-	-	Çay Saati	10		
179776	M42X36 50	15:10	16:10	46	-	Üretim	60	34,50	45,0
181246	M42X30 80	16:10	17:00	-	-	Tezgâh Ayarı	50		
181246	M42X30 80	17:00	18:00	5	-	Üretim	60	3,75	45,0
181246	M42X30 80	17:00	17:10	-	-	Malzeme Yükleme	10		
181246	M42X30 80	17:10	17:30	5	-	Üretim	20	3,75	45,0
181248	M42X30 80	17:30	17:38	-	-	Malzeme Yükleme	8		
181248	M42X30 80	17:38	17:51	8	-	Üretim	13	6,00	45,0

181248	M42X30	17:51	18:00	-	-	Temizlik	9
	80						

4.4. Toplanan Verilerin Analiz Edilmesi

Pilot tezgâhta toplanılan verilerin sonucundan birçok israf noktası tespit edilmiştir. Bu israfları ortadan kaldırmak için SMED, 5S, Kaizen vb. gibi yalın üretim çalışmaları yapılacaktır. Tezgahlarda yapılan analiz sonuçları aşağıda paylaşılmıştır. Tüm veriler toplanılarak planlı duruşlar, plansız duruşlar belirlenmiştir.

Planlı duruşlar içerisinde yemek-ihtiyaç molaları planlı bakımlar vb. gibi duruşlar yer almaktadır. Plansız duruşlar içerisinde tezgâh ayar süreleri ve plansız tezgâh arızaları yer almaktadır. Tablo 4.4.1 de planlı ve plansız duruşlar gösterilmiştir.

Tablo 4.4.1. Planlı ve Plansız Duruşlar

DURUŞ TİPİ	DURUŞ SEBEBİ
Planlı Duruş	Eğitim
Planlı Duruş	Çay Saati
Plansız Duruş	Tezgâh Arızası
Plansız Duruş	Tezgâh Ayarı
Planlı Duruş	Yemek Molası
Plansız Duruş	Malzeme Doldurma-Boşaltma
Planlı Duruş	Temizlik

Tablo 4.4.1 de verilen planlı ve plansız duruşların verileri kullanılarak SMED uygulamasının performans anahtarı olan OEE hesaplamaları yapılmıştır. SMED metodolojisinin yarattığı etkiyi değerlendirmek için birçok verimlilik ölçme yöntemi kullanılmaktadır. Bu yöntemin en başta geleni OEE yöntemidir. Ayar sürelerinin azaltılması ve bu azalan sürenin üretime olan etkisi, maddi kayıp olmadan minimum adette üretim miktarları ile kontrol altına alınabilir (Çelik,2018:103). OEE yönteminde birçok etken vardır. Plansız duruşlar, kalıp ayarları, üretim için hazır olmayan hammaddeler, tezgâh arızaları OEE değerinin % olarak negatif yönde etkilemektedir.

OEE değerini etkileyen 3 ana etmen vardır, bunlar kullanılabilirlik, kalite ve performans oranlarının bir fonksiyonu olarak hesaplanmaktadır.

Kullanılabilirlik;

İşletmelerde çalışma süresi, tezgahların ve ekipmanların üretim yaptığı zaman olarak tanımlanmaktadır. Genel olarak çalışma süresinden, resmî tatillerin yani çalışma

yapılmayan sürelerin çıkarılmasıyla elde edilir. Çalışılabilir süre ise, mesai süresinden, işletmede planlı duruş olarak tanımlanan duruşların çıkarılmasıyla hesaplanmaktadır.

$$\text{Kullanılabilirlik (A)} = (\text{Çalışılan Süre} \setminus \text{Çalışılabilir Süre}) * 100$$

Kalite;

Üretim yapılabilen, katma değer yaratan çalışma süresi ise, net çalışma süresinin ne kadarının hatasız ürün üretmek için, kullanıldığı ile ilgilidir. Çünkü üretim esnasında yapılan hatalar ve hatalı üretimler katma değeri olmayan işlemlerdir. Kalite oranı hatasız üretim adedinin toplam üretim adedine bölünmesi ile elde edilmektedir.

$$\text{Kalite Oranı (Q)} = [(\text{Toplam Üretim Adedi} - \text{Hatalı Üretim Adedi}) / \text{Toplam Üretim Adedi}] * 100$$

Performans;

Net çalışma süresi, çalışma yapılan süre ile, reel olarak ürünü üretmek için gerekli süre arasındaki farktır. Bu fark, fark edilmeyen küçük duruşlardan ve hız kayıplarından meydana gelmektedir. Performans etkinliği denilen bu oran toplam üretilen ürün ile bir ürünün çevrim süresinin çarpılması ve sonucun çalışılan süreye bölünmesi ile elde edilmektedir (Tekin,2009:32).

$$\text{Performans Etkinliği (P)} = [(\text{Toplam Üretim Adedi} * \text{Çevrim Süresi}) / \text{Çalışılan Süre}] * 100$$

Tablo 4.4.2' de planlı- plansız duruşlar, üretim takvim süreleri ve duruşlardan kaynaklı maliyetler hesaplanmıştır. Verilere dayalı olarak kullanılabilirlik, performans ve OEE değerleri de hesaplanmıştır. Hesaplanan verilerin tablolar ve grafiklerde karşılaştırma olarak verilmiştir. Tablo 4.4.2 de 3-7/07/2023 tarihleri arasındaki veriler örnek olarak verilmiştir. Diğer hesaplanan veriler detaylı olarak grafiklerde gösterilmiştir. Grafikler toplam 297 saatlik verilerin sonuçlarını göstermektedir.

Tablo 4.4.2. 3-7/07/2023 Tarihleri Arasındaki Veriler

3.07.2023		Tezgâhın günlük çalışma maliyeti 4,12 TL/dk	
TAKVİM SÜRESİ (DK):	600,00	1 günde maliyet	2472
PLANLI DURUŞ:	70,00		
PLANSIZ DURUŞ:	185,00	Duruş maliyeti	762,2
ÇALIŞMA ZAMANI:	530,00		
NET ÇALIŞMA ZAMANI:	345,00		
KULLANILABİLİRLİK:	0,65		
TOPLAM ÜRETİM SÜRESİ (DK):	390		
PERFORMANS:	88,46		
KALİTE	1,00		
OEE	57,58	Net üretim maliyeti	1709,8

Takvim süresi olarak 1 günlük çalışma süresi referans alınmıştır. (60x100=600 dk)

Tezgâhın 1 günlük maliyeti;

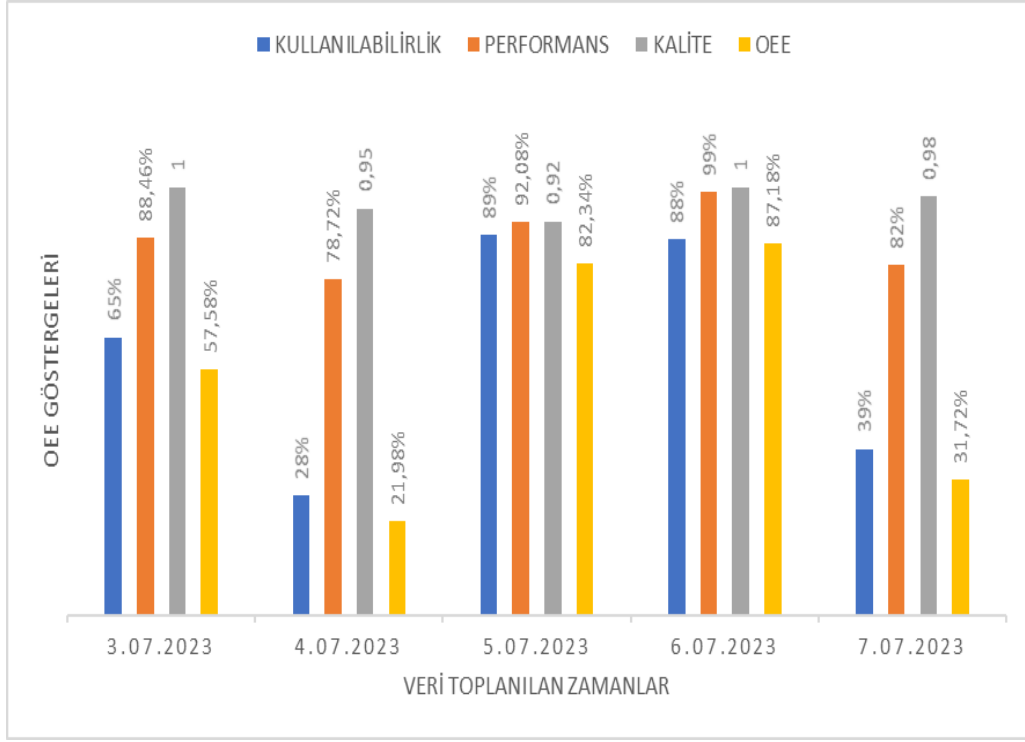
$$\frac{(\text{Takvim Süresi (dk)}) \times (\text{Tezgâhın 1 Dakikadaki Çalışma Maliyeti (TL/dk)})}{\text{Tezgâh Maliyeti}} = 1 \text{ Günlük}$$

Tezgâhın 1 günlük duruş maliyeti;

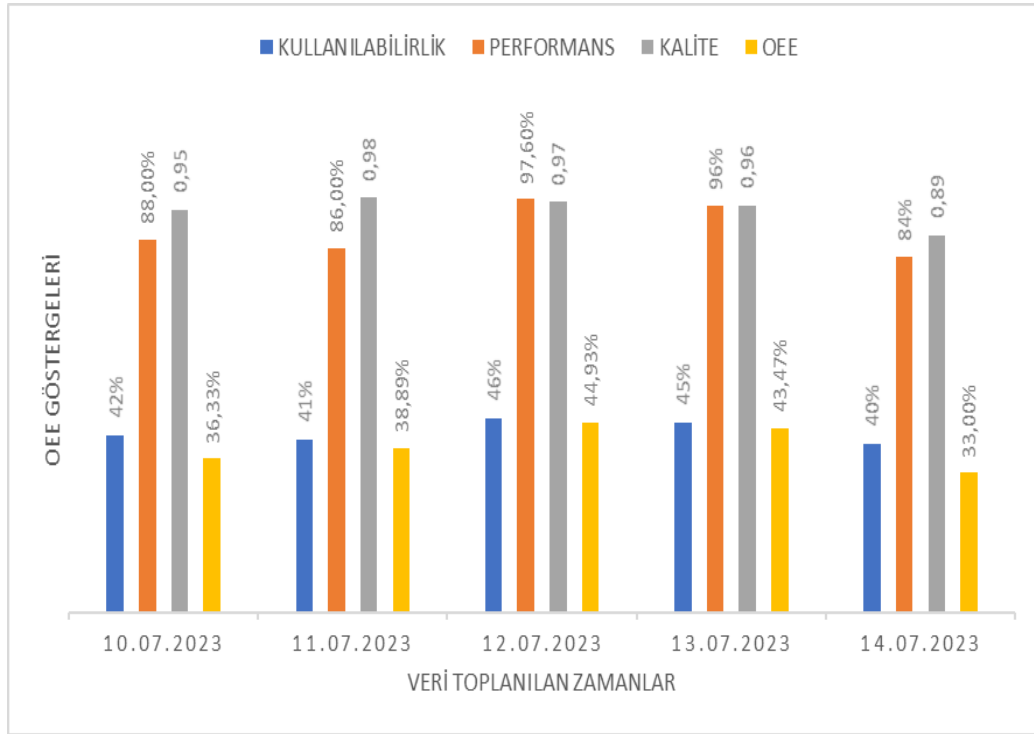
$$\frac{(\text{Plansız Duruş Süresi}) \times (\text{Tezgâhın 1 Dakikadaki Çalışma Maliyeti (TL/dk)})}{\text{Günlük Tezgâh Duruş Maliyeti}} = 1$$

Tezgâhın 1 günlük net üretim maliyeti;

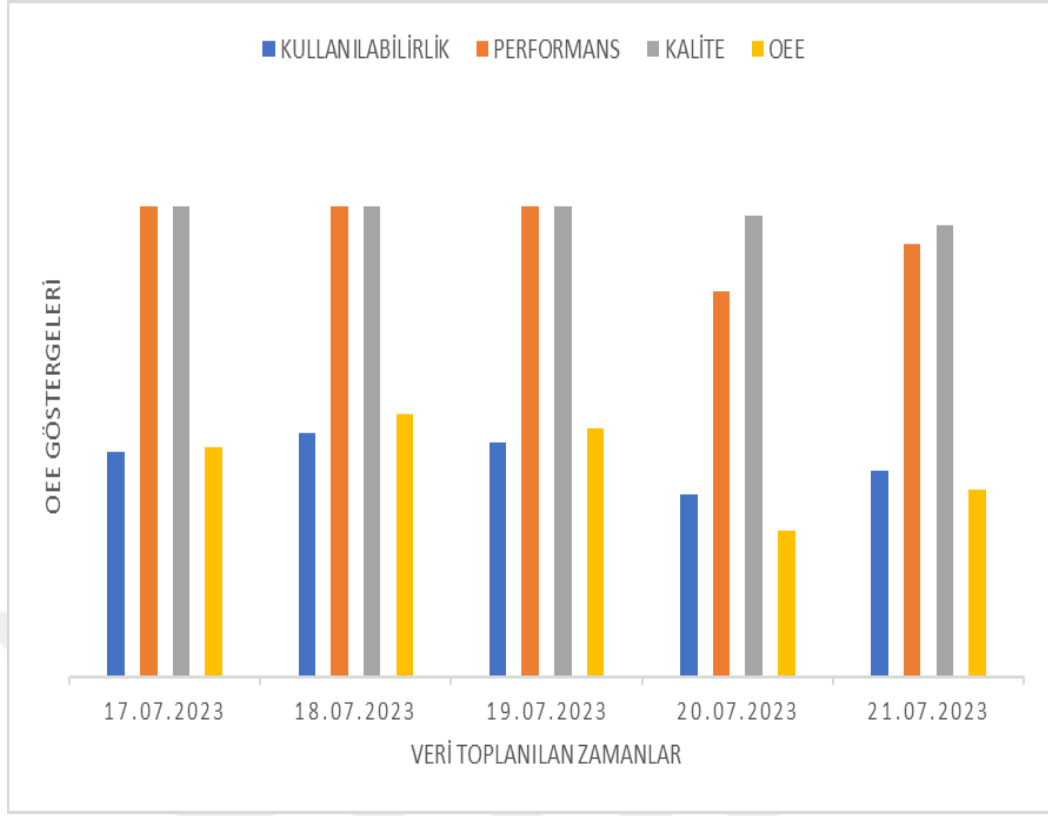
$$\frac{(\text{1 Günlük Tezgâh Maliyeti}) - (\text{1 Günlük Tezgâh Duruş Maliyeti})}{\text{Üretim Maliyeti}} = 1 \text{ Günlük Net}$$



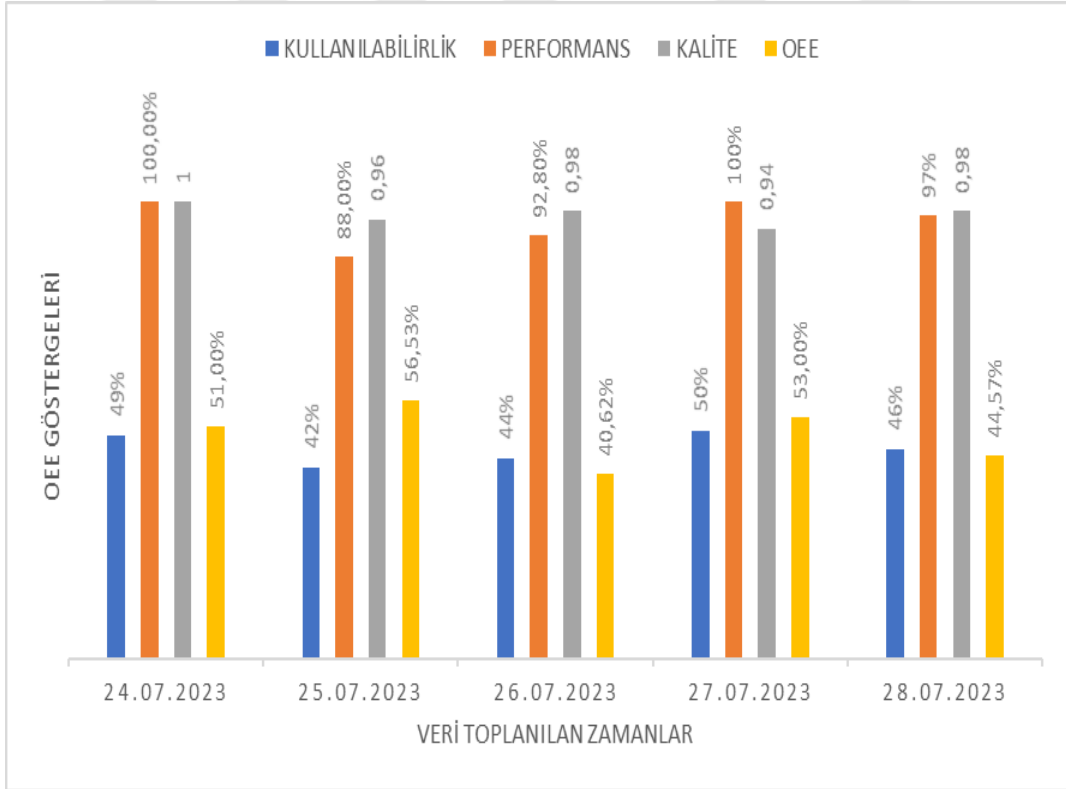
Şekil 4.4.1. 3-7/07/2023 Tarihleri Arasındaki Veriler



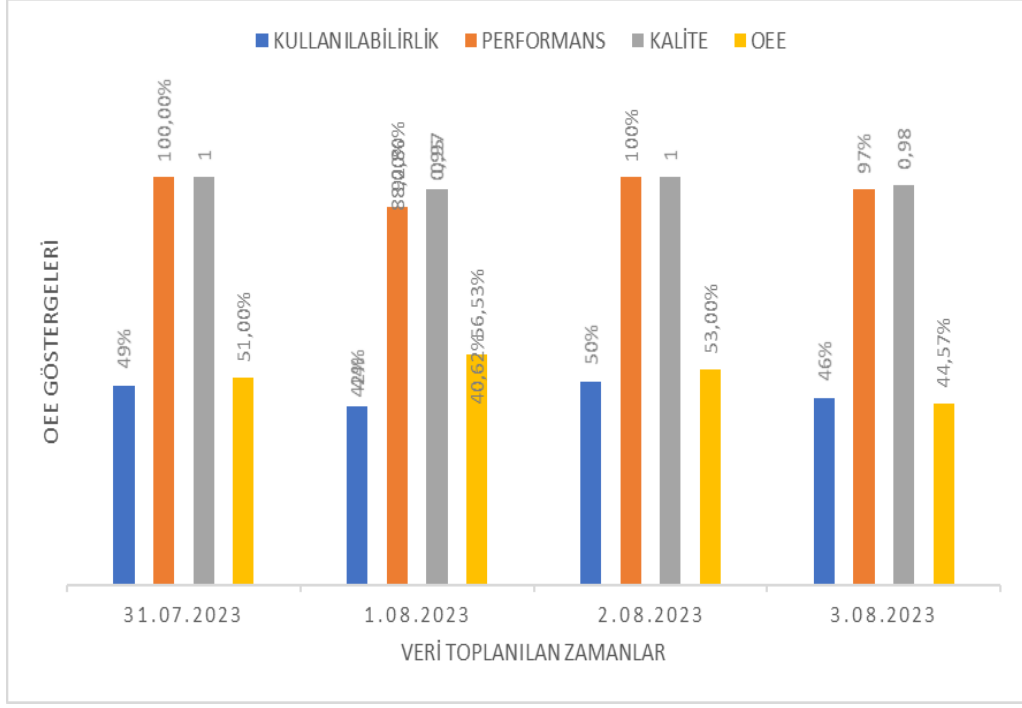
Şekil 4.4.2.10-14/07/2023 Tarihleri Arasındaki Veriler



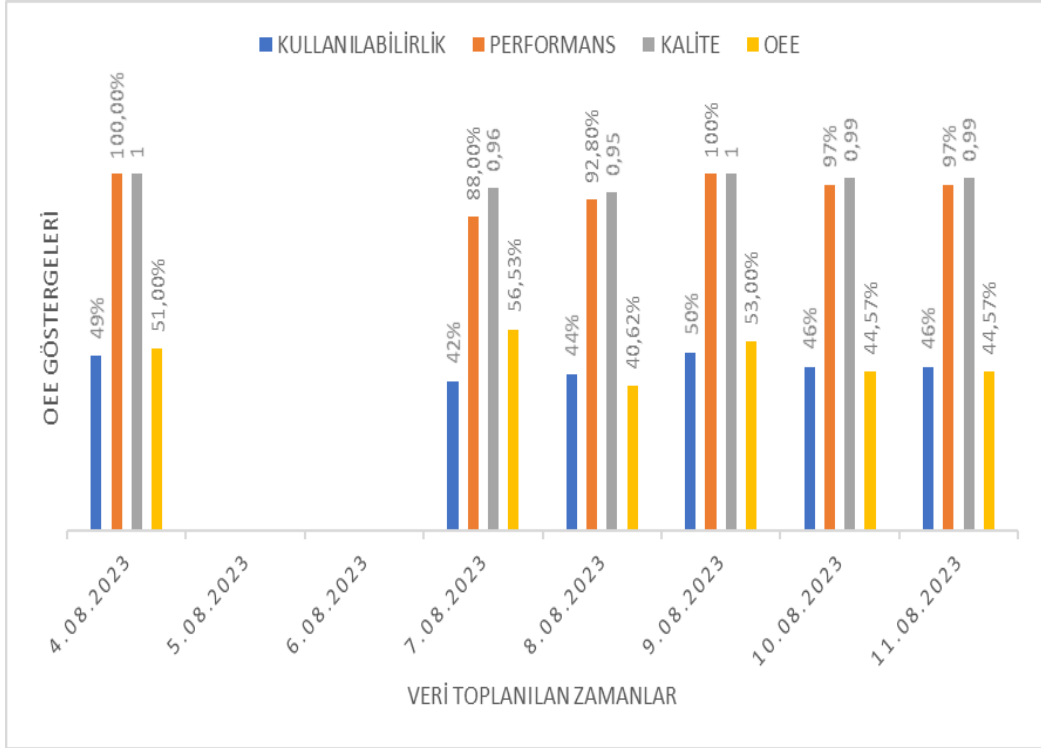
Şekil 4.4.3.17-21/07/2023 Tarihleri Arasındaki Veriler



Şekil 4.4.4. 24-28/07/2023 Tarihleri Arasındaki Veriler



Şekil 4.4.5.31/07/2023 ve 01-03/08.2023 Tarihleri Arasındaki Veriler



Şekil 4.4.6. 04-11-/08.2023 Tarihleri Arasındaki Veriler

Verilen grafiklerde günlük olarak kullanılabilirlik, performans, kalite ve OEE değerleri gösterilmiştir. Hesaplanan değerlerin düşük olduğu görülmektedir. SMED

metodolojisinin performans değeri olarak kabul edilen OEE değerlerini en çok plansız duruşların etkilediği tespit edilmiştir. OEE değerini minimum yönde etkileyen plansız duruşları minimuma indirmek, mümkünse tamamen ortadan kaldırmak hedeflenmektedir. Bu uygulamada israfları ortadan kaldırmak ve OEE değerini maximum yönde attırmak için SMED metodolojisi çalışması yapılacaktır. SMED çalışması yapılırken diğer yalın üretim metotlarından da yararlanılacaktır. Bu metotlar kaizen, 5S vb. gibi yöntemlerdir. Çalışmalar, yöntemler ve ilerlemeler diğer başlıklar altında detaylı olarak verilecektir.

4.4.1. SMED Çalışması İçin Diğer Yalın Araçlarının Kullanılması

Çalışmadan pilot olarak seçilen ovalama tezgahında kullanılan rollerin iç çapları ortalama olarak $\varnothing 80$ dir. Üretim yapan birçok firmada role iç çapları birbirinden farklılık göstermektedir. Bu çaplar $\varnothing 80$, $\varnothing 51$, $\varnothing 120$ vb. gibi tezgâh kapasitesine, tezgâhta üretilen ürünlere ve tasarımına göre farklılık göstermektedir.

Dairesel, yuvarlak malzemeleri ezerek soğuk şekillendirme yöntemi ile yeni bir malzemenin yeni bir form kazanmasını sağlayan makinalar ovalama makinası olarak adlandırılmaktadır. Ovalama tezgâhları diş açma, tırtıl çekme, rot ezme işlemleri yapabilme kabiliyetine sahiptir. Ovalama tezgâhları seri üretimde kullanıldığı için daha hızlı, daha fazla ve daha kaliteli ürün üretmek için tercih edilebilecek bir üretim yöntemidir.

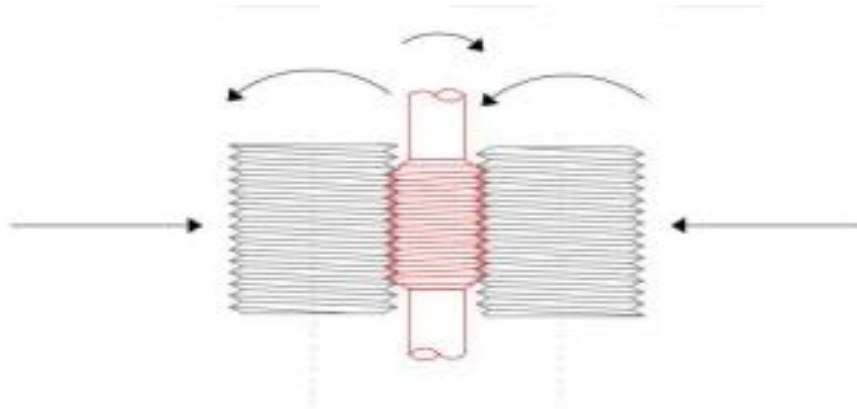
Ovalama tezgahlarında yuvarlak malzemeler ovalama rolleri arasında ezilerek yeni bir fiziksel form kazandığı için, diğer diş açma metotlarına göre daha mukavemetli olmaktadır. Diş açılacak malzeme, ovalama çapında veya ovalama çapına getirilmiş şekilde, ovalama tezgahına bağlanmış ovalama rolleri arasındaki parçanın dönmesine yardımcı olan dayama ile birlikte hidrolik baskı kuvveti ile sıkıştırılarak, rollerin dönmesi ile, role üzerindeki diş profilini malzeme geçiren makine ve ekipmanlardır. Ovalama tezgâhları genel olarak soğuk şekillendirme, deformasyon mantığı ile çalışmasının yanında, özel işlerde, diş açma derinliği yüksek olan, oluşturulması güç olan diş profillerinde sıcak ovalama yöntemlerinde kullanılmaktadır. Ovalama yönteminde ovalama makinaları kullanılır. Ovalama yönteminde kullanılan makinalar hidrolik baskı kapasitelerine göre, diş açma kalıplarının takıldığı millerine açı verilip verilemeyeceğine göre adlandırılır ve sınıflandırılır. Ovalama yönteminde iki diş açma kalıbı arasında diş açılacak ovalama çapındaki malzeme alt dayamanın üzerine konulur.

Belirlenmiş devirde hidrolik baskı uygulanarak diş açma kalıplarındaki profil diş açılacak malzemeye soğuk deformasyonla geçirilir (Uysal,2022:6). Şekil 4.4.1.1 de ovalama tezgahlarında diş açılan ürün görseli paylaşılmıştır. Günümüzde ovalama makineleri tüm parametreleri ve tüm tezgâh komutları PLC ekran ile takip edilmekte ve uygulamalar yapılmaktadır.



Şekil 4.4.1.1 Ovalama Yöntemi ile Diş Açma Görseli

İki farklı ovalama rolesi mevcuttur. Bu roleler bas-çek ve ring rolelerdir. Bas-çek roleler ovalayarak diş açılacak olan ürünlerin diş boyu ovalama rolesinin boyuna eşit veya kısa ise kullanılır. Bas-çek rolelerin diş formu, diş açılacak rolenin diş formu ile aynıdır. Bas-çek rolelerin kullanımında, diş açılacak ürün ileriye veya geriye doğru hareket etmez, mevcut konumunu koruyarak rolenin diş formu ile aynı formu kazanır. Bas-çek rolenin çalışma şekli, Şekil 4.4.1.2 de gösterilmiştir.

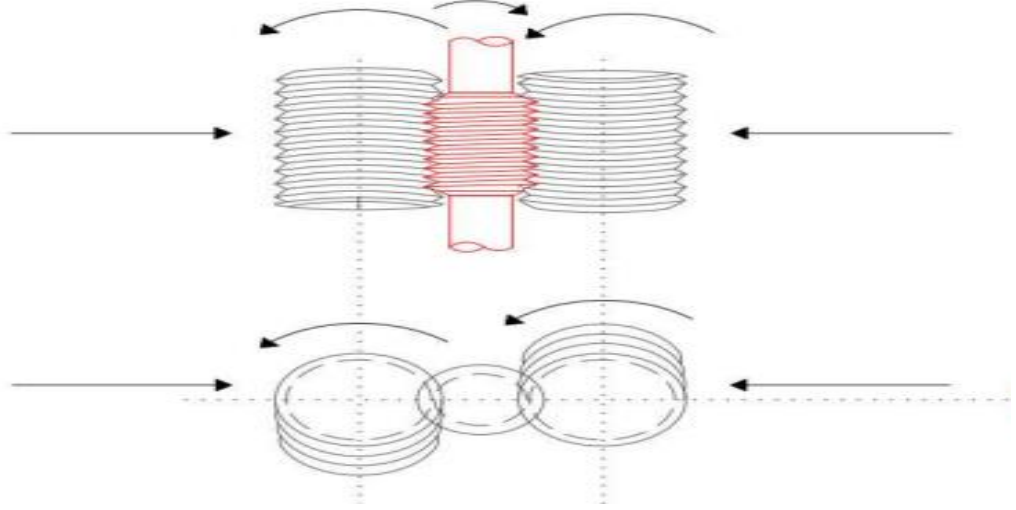


Şekil 4.4.1.2 Bas-çek Rolenin Çalışma Şekli

Kaynak: Uysal,2022:6

Diş açmada kullanılan bir diğer role olan, ring roleler ovalama tezgahlarına belirli bir açı ile bağlanmaktadır. Ovalama tezgahlarında bulunan rolelerin takıldığı mil

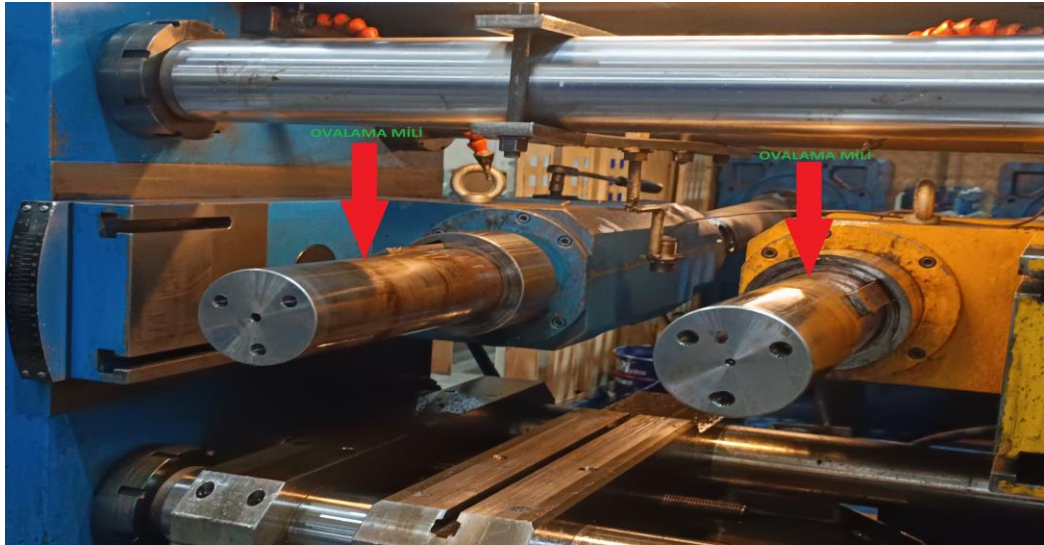
ve roleye verilen bu açı, role boyundan daha uzun diş boyu olan ürünlere diş açılmak için kullanılmaktadır. Ring rolenin en büyük avantajı maximum hızda diş açılması ve üretim sayısını arttırarak ovalama maliyetlerinin düşürebilmesidir. Ring roleler sonsuz uzunlukta diş açabilirler. Bas-çek roleler gibi role boyu uzunluğu diş açacağı malzemenin diş boyu uzunluğuna bağlı değildir.



Şekil 4.4.1.3 Ring Rolenin Çalışma Şekli

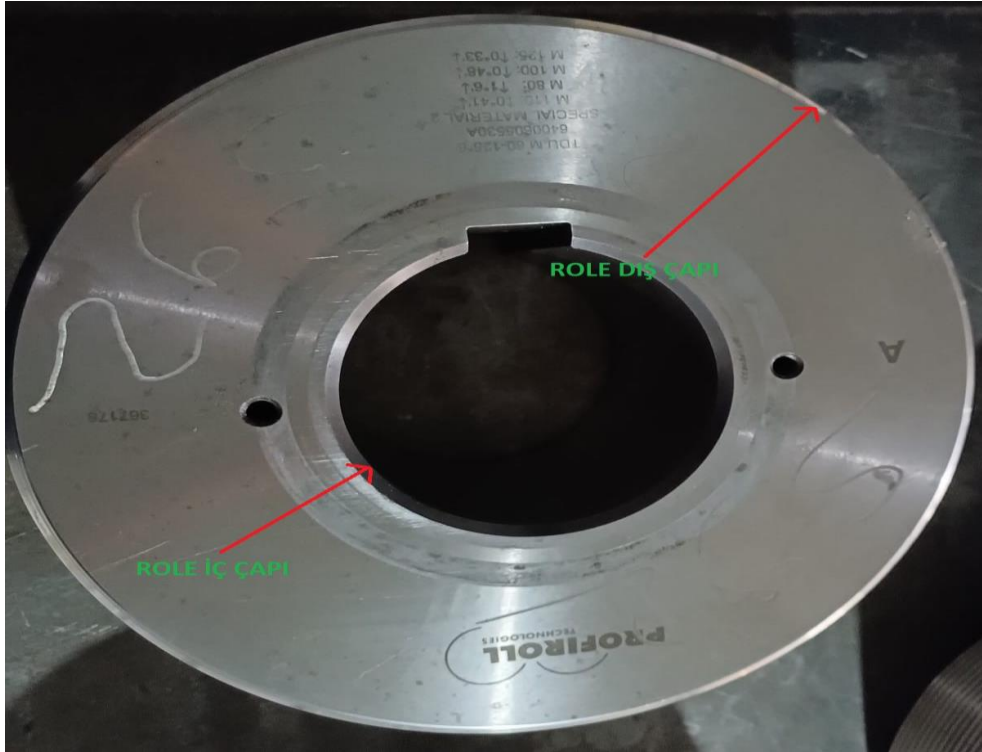
Kaynak: Uysal,2022:6

Ovalama tezgahında kullanılan ve rolelerin bağlandığı ovalama milinin çapının Q80 olduğunu daha önce belirtmiştik. Şekil 4.4.1.4'te ovalama tezgahına ait mil görseli verilmiştir.



Şekil 4.4.1.4. Ovalama Rolelerinin Bağlandığı Ovalama Milleri

Tezgâhta ayar süresini tekli dakikaların altına düşürmek için SMED çalışması yapılmıştır. Pilot tezgâhta kullanılan roleleri diğer tezgahlarda da kullanılabilmek için diğer 3 ovalama tezgahının da ovalama millerinin çapı 80 olarak standartlaştırılmıştır. 4 tezgâhta kullanılan rolelerin iç delik çapları 80 olduğu için ayar yapma süreleri kısaltılmış, ayar yaparken kullanılan anahtar, kalıp, bağlantı elemanları, fikstürler ve diğer el aletleri tezgahlar için standart duruma getirilmiştir. Kullanılan roleler belli bir süre sonra deformasyona uğramakta ve revizeye gönderilmektedir. Rolelerin iç çapları standart olduğu için, role revize prosesinde de ayar süresinden kazanç sağlanmaktadır. 4 adet ovalama tezgahında kullanılan dış açma rolelerinin iç çapı aynı olduğu için 4 ovalama tezgâhı için ayrı ayrı dış açma rolesi satın alınmamaktadır. Dış çapı en büyük olan tezgâh, pilot tezgâh için sıfır role alımı yapılmakta ve dış çapı pilot tezgâhta kullanıma yetersiz kaldığı durumda diğer 3 tezgâh için bas-çek ve ring role olarak revize edilip kullanılmaktadır. Dış çapı Q250 olan 1 adet sıfır role maliyeti ortalama olarak 3000 euro dur. Dış açma rolelerine ait iç çap, dış çap ve role görseli Şekil 4.4.1.5'te verilmiştir.



Şekil 4.4.1.5.. Dış Açma Role Görseli

Tablo 4.4.1.1 4 Adet Ovalama Rolesi Bilgileri

Ovalama Rolesi	Role Ölçüleri		
	İç Çap	Dış Çap Minimum	Dış Çap Maximum
Pilot Tezgâh Ovalama Rolesi Bilgileri	80	205	280
2. Tezgâh Ovalama Rolesi Bilgileri	80	200	280
3. Tezgâh Ovalama Rolesi Bilgileri	80	170	220
4. Tezgâh Ovalama Rolesi Bilgileri	80	180	236

Sıfır olarak alınan role diğer tezgahlarda kullanılmak için revize edildiğinde sadece revizyon maliyeti oluşmaktadır. Sıfır olarak alınan 1 adet dış açma rolesi ortalama 6-7 kez revize edilerek kullanılabilir. Role sıfır alındığında 4 hatve ürünlere dış açmak için tasarlanmış olsa bile, revizyon sonrası 4/4,5/5/6 vb. hatve özelliği taşıyan ürünlere dış açmak için kullanılabilir. 1 dış açma rolesinin 1 kez revize edilme maliyeti ortalama 10.000 TL dir.

Ovalama tezgahlarında kullanılan ovalama rolelerinin maliyeti oldukça yüksektir. Türkiye de ovalama rolesi üreten firma yok sayılacak kadar azdır. Aynı zamanda role revizyonu yapan firma sayısı da çok azdır. Çalışmanın yapıldığı şirket kendi kullandığı birçok rolenin revizyonunu kendisi yapabilecek kabiliyete sahiptir. Dış açma rolelerinin maliyeti yüksek olduğu için, satın alınan ve revize edilen roleler kullanılmadığı takdirde role bileme biriminde depolanıp stoklanmaktadır. Role biriminden tezgâhta dış açma için kullanılacak roleyi talep edip, pilot tezgâhın bulunduğu sahaya getirmek çok fazla zaman kaybına sebep olmaktadır ve israfa yol açmaktadır.

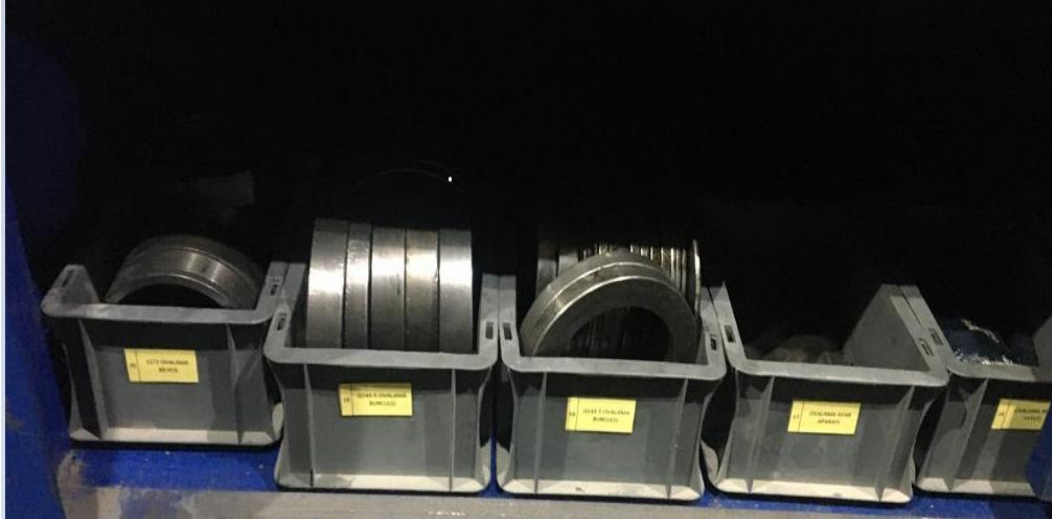
Role bileme biriminden kullanılacak olan rolenin sahaya transferinin sağlamak ortalama 20 dakika sürmektedir. Yapılan SMED çalışması ile mevcut tezgâhta yapılan işin arkasından yapılacak olan iş için kullanılacak olan role tezgâh çalışır durumda iken sahaya transferi sağlanmaktadır. Tezgahların yapacağı işler tezgahlara üretim iş emirleri ile bildirilmektedir. Tezgâh üretim programları üretim mühendisleri tarafından yapılmakta olup, tezgâhın minimum seviyede ayar duruşu yapmasını sağlayacak şekilde yönetilmektedir. İsrâfların her zaman minimum seviye de indirilmesi hedeflenmektedir. Tezgâhta yapılan işin arkasından devam edilecek 2. işin rolesi role arabaları yardımı ile tezgahlara verilmekte, 3. İş için kullanılacak role, tezgâh dolaplarında roleler için

ayrılmış alanlarda beklemektedir. Burada SMED çalışması yaparak ayar süresini kısaltmak hedeflenirken, çalışma diğer yalın dönüşüm anahtarları ile desteklenmiştir. Şekil 4.4.1.6 da 2. İş için tezgâha role beslemesi için kullanılan role arabası görseli paylaşılmıştır.



Şekil 4.4.1.6. Tezgâh Role Besleme Arabası

Burada SMED çalışmasını desteklemek için 5S ve Kaizen çalışmaları da yapılmıştır. Proje başlangıcında 2 adet tezgâh aynı role dolabını kullanmaktadır. Ayar sürelerinde ki israfları kaldırmak için 2 tezgâhın role dolapları birbirinden ayrılmıştır. Aynı dolabı kullanırken pilot tezgâhta kullanılacak roleyi alması için yaklaşık 15 adım/gün kullanırken, dolaplar birbirinden ayrıldıktan sonra 3 adım/ gün kullanmaktadır. Çalışan personellerin ve tezgâh bilgisi olmayan yardımcı personellerin ayar süresinde dolaplardan anahtar, parça, kama, dayama, role vb. parçaları ararken çok fazla zaman kaybettiği tespit edilmiştir. Ayar süresinde yaşanan israfları ve plansız duruşları ortadan kaldırmak için tezgâh dolabında 5S çalışmaları yapılmıştır. Yapılan çalışma görselleri Şekil 4.4.1.7' de verilmiştir.



Şekil 4.4.1.7. Diş Açma Tezgâhı Role Dolabı

Tezgahlarda üretilen ürünlerin boyu ortalama olarak minimum 3000mm dir. Ürün boyları uzun olduğu için iki ucu açık sehpalara istif yapılmaktadır. Ürün prosesinde diş açma prosesinde önce 3 adet proses mevcuttur. Bu prosesler kesme, havşalama ve markadır. Kesme prosesinden çıkan ürün havşa prosesini, havşa prosesinden çıkan ürün marka prosesini, marka prosesinden çıkan diş açma prosesini beklemektedir. Proses sırasını bekleyen ürünler ucu açık sehpalarda beklemektedir. 1 adet sehpa yaklaşık olarak 60 adet ürün taşımakta ve 0.6 m² alan kaplamaktadır. Sehpa m² olarak fazla yer kaplamakta ve ürün sayısı olarak az adetli ürün taşımaktadır. Sehpa beslemesi hat dışındaki, sehpa depolama alanından tezgahlara yapılmaktadır. 1 sehpa getirme süresi ortalama 12 dakikadır. Sehpa beklemeden kaynaklı plansız duruşlar oluşmakta ve israflar oluşmaktadır. Kullanım alanından ve yakıttan tasarruf etmek, plansız duruşları ve vinç bekleme sürelerini ortadan kaldırmak için süpermarket çalışmaları yapılmıştır. Süpermarket bir prosesin, kendisinden önceki

prosesleri beslemek için kullanılan önceden adedi belirlenmiş, tek ya da birden çok çeşitli ürüne yelpazesine sahip ara stokların bulunduğu bölgedir. Yalın Üretim'in en kritik noktalarından biri olan "Her bir proses öncesindeki prosesin müşterisidir" ilkesi gereğince aynı bir süpermarkette bulunan müşterilerin bir ürünü reyondan satın aldıktan sonra market çalışanları o rafı doldurması gibi; üretimde bulunan süpermarketten paralel proses ürün çektiği anda öncesindeki prosesin bu çekilen ürünü üreterek yerine koyması gerekir. Süpermarket, üretimi tetikleyip, müşteri isteklerine göre üretim standardını belirlemeye yarar. Sehpa ve süpermarket karşılaştırma durumu Tablo 4.4.1.2' de verilmiştir.

Tablo 4.4.1.2. Stoklama Alanı İçin Sehpa ve Süpermarket Verileri

SÜPERMARKET PROJESİ	ÖNCESİ	SONRASI	STOKLAMA ALANINA KOYULABİLECEK ADET	
			SEHPA	SÜPERMARKET
Stoklanan Adet	60	180	300	900
Gerekli Malzeme Konulacak Yer	1 Sehpa	1 Süpermarket	5 Sehpa	5 Süpermarket
Gerekli Alan (m2)	0.6	0.6	3	3
Süre	12	0	24	0

Yapılan süpermarket çalışması her proses için farklı renk gruplarına ayrılmıştır. Hangi süpermarket üzerinde, hangi prosesi bekleyen ürün olduğu kolay şekilde fark edilebilir duruma getirilmiştir. Prosesler için gruplanan süpermarketlere ait örnek görsel Şekil 4.4.1.8 ve Şekil 4.4.1.9 da verilmiştir.



Şekil 4.4.1.8. Testere İçin Süpermarket Görşeli (Kesme Prosesi Sonrası)



Şekil 4.4.1.9. Havşa İçin Süpermarket Görşeli (Havşa Prosesi Sonrası)

Üretilen RES ankrajları genel olarak 8.8-10.9 kalite olarak üretilmektedir. Ölçüsel olarak farklılıklar göstermektedir. Ankraj boyları genel olarak 3000-4500mm boyutlarında olup, RES tasarımına ve RES elektrik üretim kapasitesine göre değişiklik

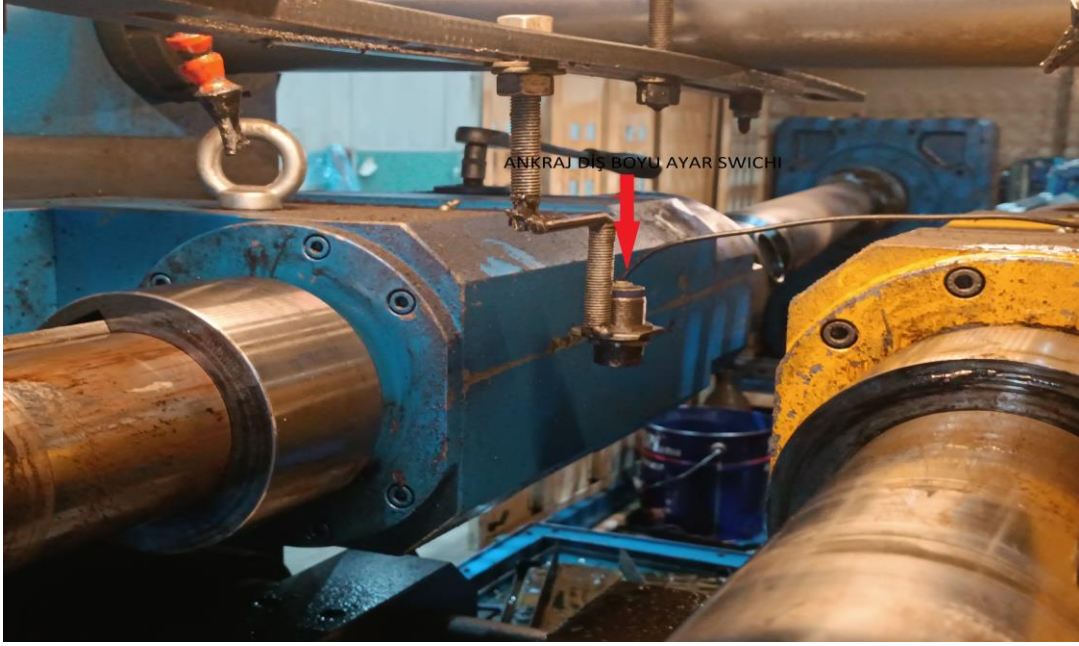
göstermektedir. Bazı projeler ankrajları siyah olarak kullanmakta, bazı projeler sıcak daldırma galvaniz, beyaz elektro kaplama vb. gibi kaplamalar yaparak kullanmaktadır. Ankrajlara yapılan kaplamalar, siyah ankrajlara göre ömürleri uzatmaktadır. Üretilen ankrajlar genel olarak iki ucu dişli olarak üretilmektedir. Her ankrajın diş boyu projeye göre farklılıklar göstermektedir. Genel olarak 300-800mm arasında değişmektedir. Ankraj diş boyu görseli Şekil 4.4.1.10 da verildiği gibidir.



Şekil 4.4.1.10. İki Ucu Dişli Ankraj Görseli

Ayar yaparken diş boyu ayarlama da zaman kaybı olduğu ve israfların ortaya çıktığı tespit edilmiştir. SMED çalışması yapılarak israf ortadan kaldırılmaya çalışılmıştır. Çalışma öncesi boy swich ayarı yapmak ortalama 12 dakika sürmektedir. Swich olarak manuel ayarlama yapılmakta ve ayarlama için demir parçası kullanılmaktadır. Çalışma sonrası tezgâh kontrol paneli ile çalıştırılabilen, otomatik bir boy swich takılmıştır. Manuel ayarlama için büyük boyutu çalışan personele kaldığı için kalite ile ilgili problemler de ortaya çıkmaktadır. Bazı ürünler swich ulaşmadan bazı ürünler swich boyunu geçtikten sonra tezgâhtan alındığı için ürün diş boyları standart olarak çıkmamaktadır. Yapılan SMED çalışmasında tüm ürünlerin diş boyları

standart olarak çıkmakta ve boy swich ayarı yaklaşık 4 dakika da yapılmaktadır. Şekil 4.4.1.11 de ankraj dış boyu ayarlamak için kullanılan swich görseli paylaşılmıştır.



Şekil 4.4.1.11. Ankraj Dış Boyu Ayarlama Swichı

Tezgâh çalışır durumda iken yapılan tüm ayarlar, tezgâh çalışmaz durum da iken yapılacak duruma getirilmiştir, yani iç ayarlar dış ayara çevrilmiştir. Ayar sırasında kullanılan bağlantı elemanları yerine, pimler, tam dış olmayan saplamalar, montaj ve de montajı kolay olan aparatlar ve bağlantı elemanları kullanılmıştır.

Çalışmalar yapılırken her zaman personel psikolojisi, fiziksel yorgunluğu ve iş sağlığı ve güvenliği de göz önünde bulundurulmuştur. Pilot olarak seçilen ovalama tezgahında personeli bedensel olarak fazla yorgun düşüren ve iş sağlığı ve güvenliği açısından tehlikeli olan bazı uygulamalar tespit edildi. Bu uygulama aynı zamanda tezgâhta iki personel çalışmasına neden olmakta ve m2 olarak ta fazla alan kaplamaktadır. Ürün üretimi için tezgâhta 2 adet uzun besleme sehpa ve çevirme aparatı bulunmaktadır. Mevcut sistemdeki çalışma şekli vinç bekleme gibi plansız duruşlara da sebep olmaktadır. Dış açmaya başlamadan önce bu sehpa ayarlanması da zaman kaybına sebep olmaktadır. Tezgâhta oluşan bu israfları ortadan kaldırmak için 5S, SMED ve Kaizen çalışmaları yapılmıştır. Tezgâhın eski durumu Şekil 4.4.1.12 de çalışma sonrası iyileştirilme yapılmış yeni durumu Şekil 4.4.1.13 te verilmiştir.



Şekil 4.4.1.12. Ankraj Diş Açma Tezgâhı Çalışma Öncesi Durum



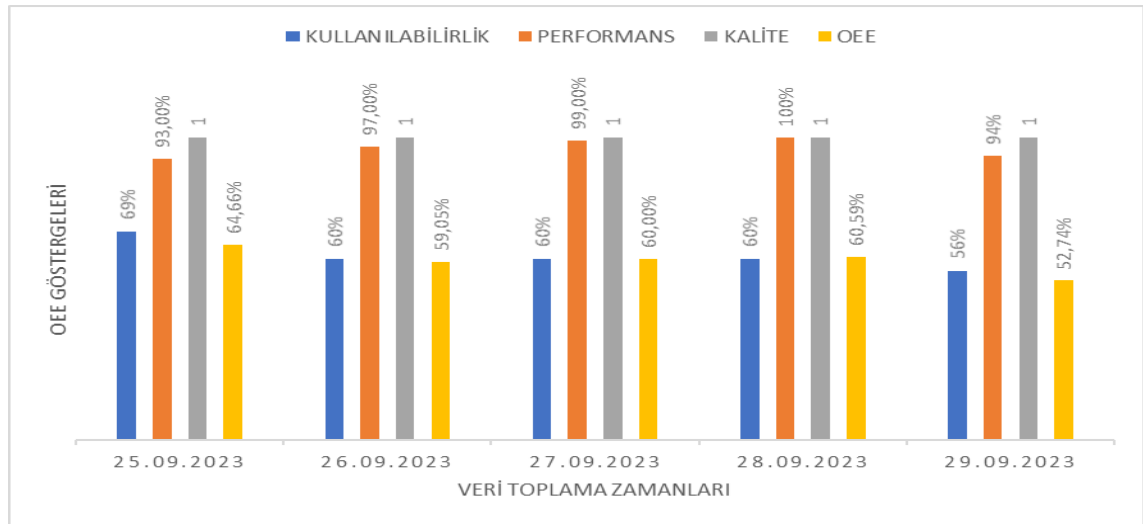
Şekil 4.4.1.13. Ankraj Diş Açma Tezgâhı Yalın Dönüşüm Çalışma Sonrası Durum

4.4.2. SMED Çalışması Sonrası Verilerin Toplanması

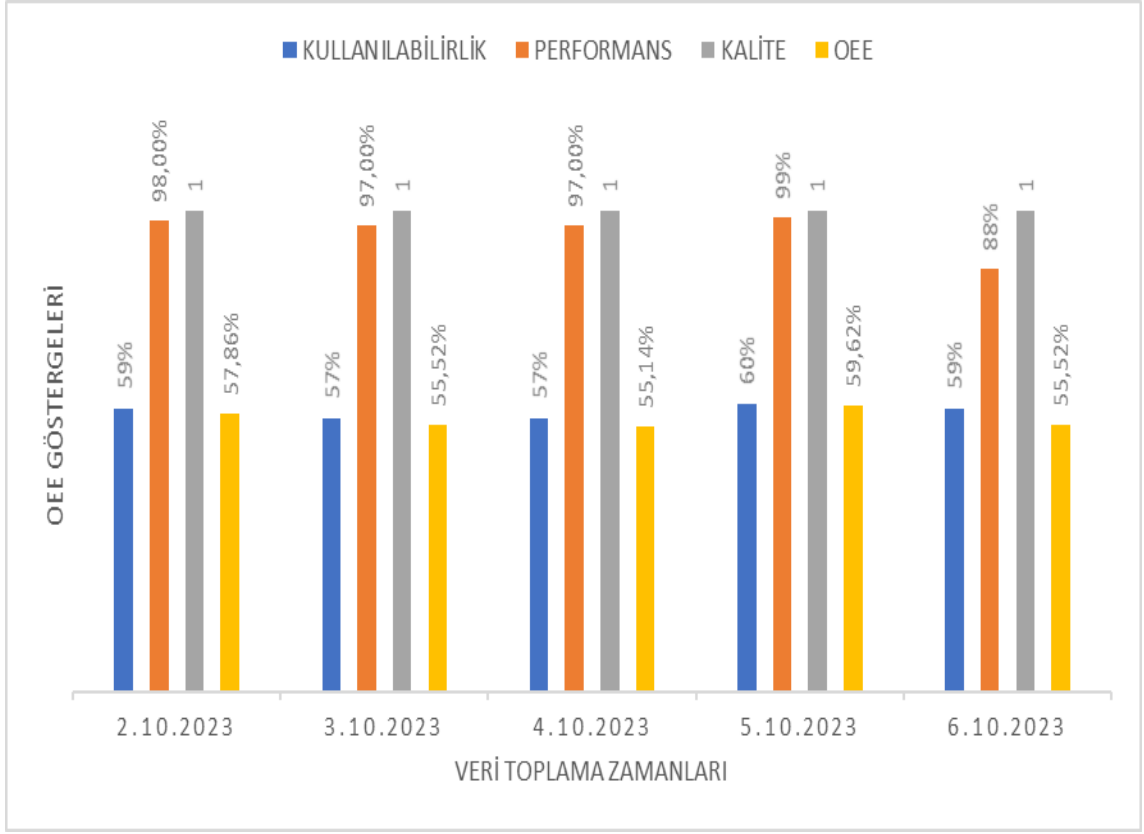
Seçilen pilot tezgâhta SMED çalışması yapılmıştır. SMED çalışması diğer yalın üretim araçları ile desteklenmiştir. Yapılan çalışmalar sonrasında kullanılabilirlik, performans ve OEE değerlerinin pozitif yönde arttığı tespit edilmiştir. Çalışma hatları düzene girdiği için yapılan çalışmalar personelleri pozitif yönde eklemiş ve birçok israf ortadan kaldırılmıştır. Yapılan çalışma sonrası toplanılan veriler aşağıdaki tablo ve grafiklerde verilmiştir. Aşağıdaki Tablo 4.4.2.1 de 25-29/09/2023 tarihleri arasındaki veriler örnek olarak verilmiştir. Diğer hesaplanan veriler detaylı olarak grafiklerde gösterilmiştir. Grafiklerde toplanan 306 saatlik verilerin sonuçları gösterilecektir. Tabloda örnek olarak verilen verilerin hesaplanma şekli daha önce ‘‘ 4.3.3 Toplanılan Verilerin Analiz Edilmesi’’ başlığı altında detaylı olarak anlatılmıştır.

Tablo 4.4.2.1. 25-29/09/2023 Tarihleri Arasındaki Veriler

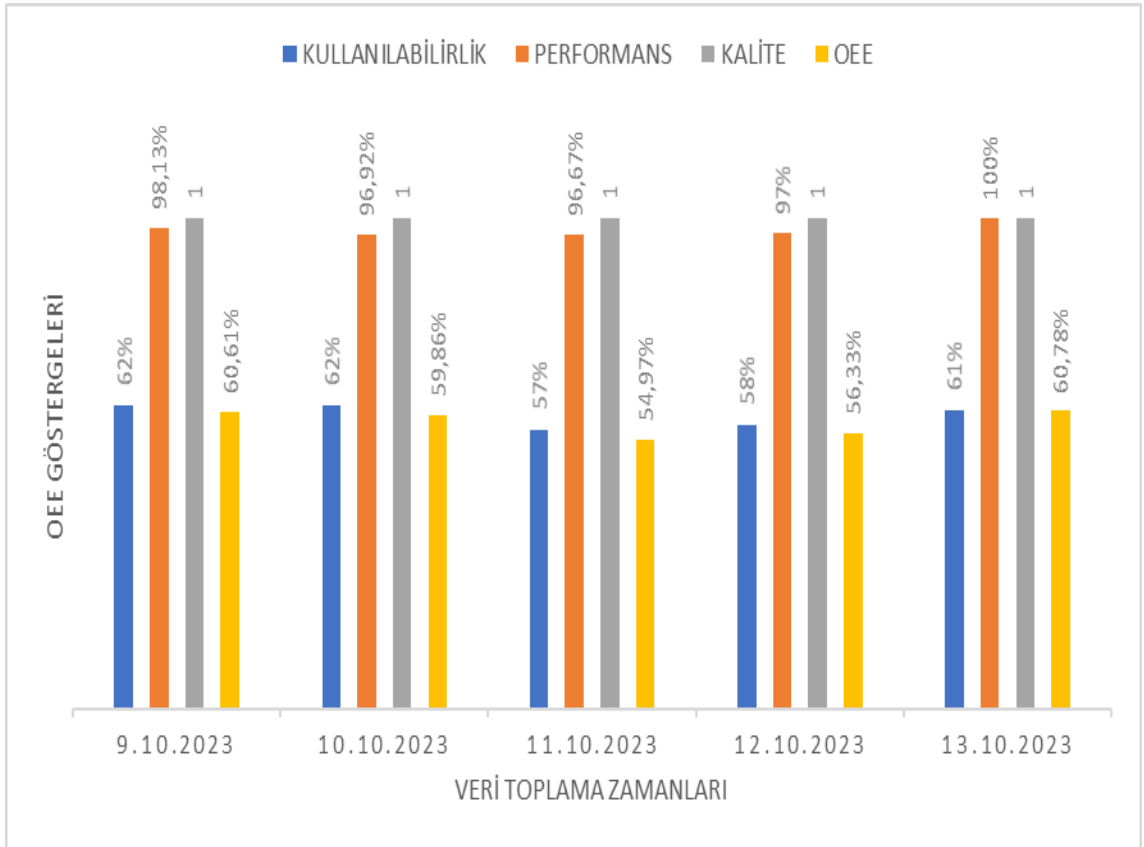
25.09.2023		Tezgâhın günlük çalışma maliyeti 4,12 TL/dk	
TAKVİM SÜRESİ (DK):	600,00	1 gündeki maliyet	2472
PLANLI DURUŞ:	90,00		
PLANSIZ DURUŞ:	156,00	Duruş maliyeti	642,72
ÇALIŞMA ZAMANI:	510,00		
NET ÇALIŞMA ZAMANI:	354,00		
KULLANILABİLİRLİK:	0,69		
TOPLAM ÜRETİM SÜRESİ (DK):	380		
PERFORMANS:	93,16		
KALİTE	1,00		
OEE	64,66	Net üretim maliyeti	1829,28



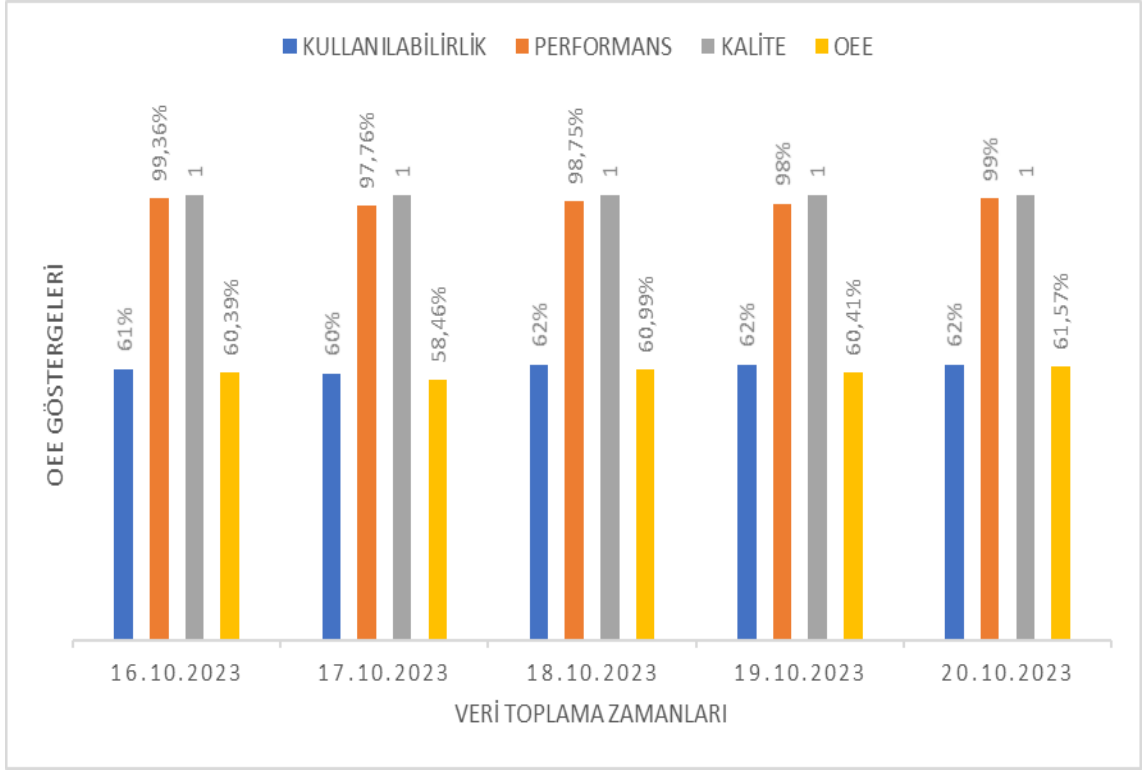
Şekil 4.4.2.1. 25-29/09/2023 Tarihleri Arasındaki Veriler



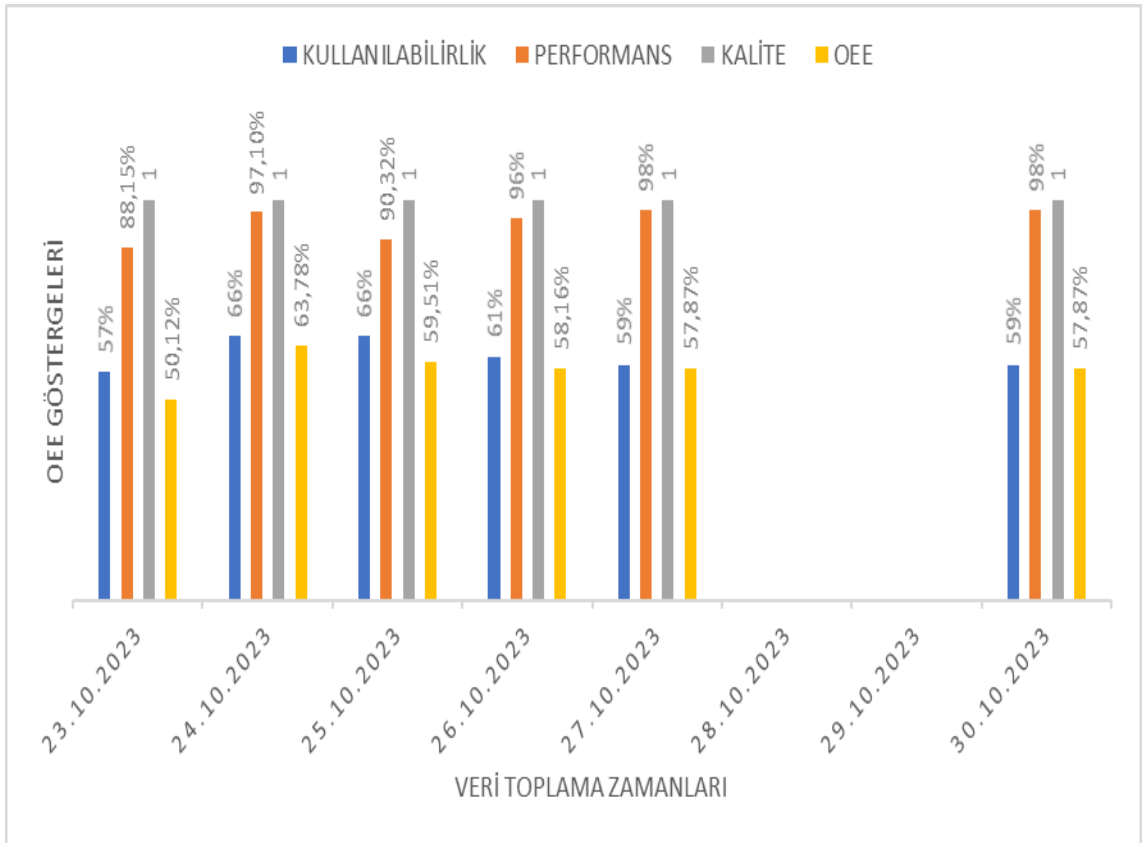
Şekil 4.4.2.2. 2-6/10/2023 Tarihleri Arasındaki Veriler



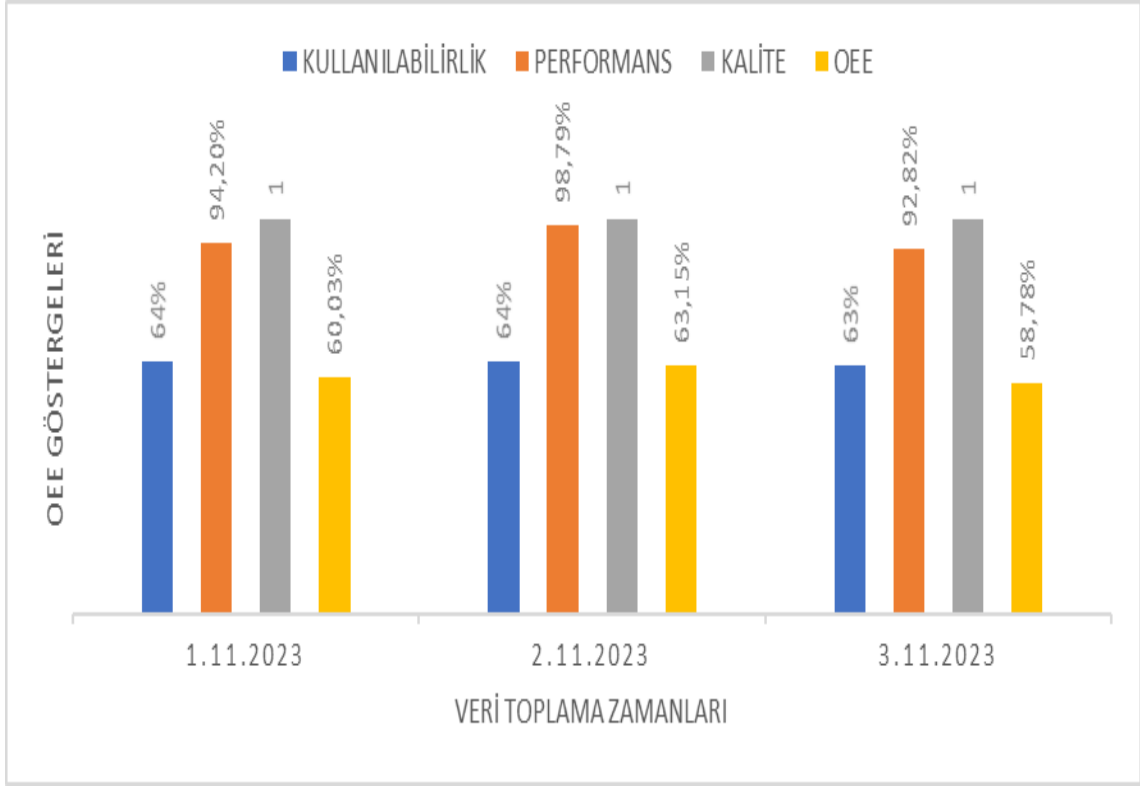
Şekil 4.4.2.3. 9-13/10/2023 Tarihleri Arasındaki Veriler



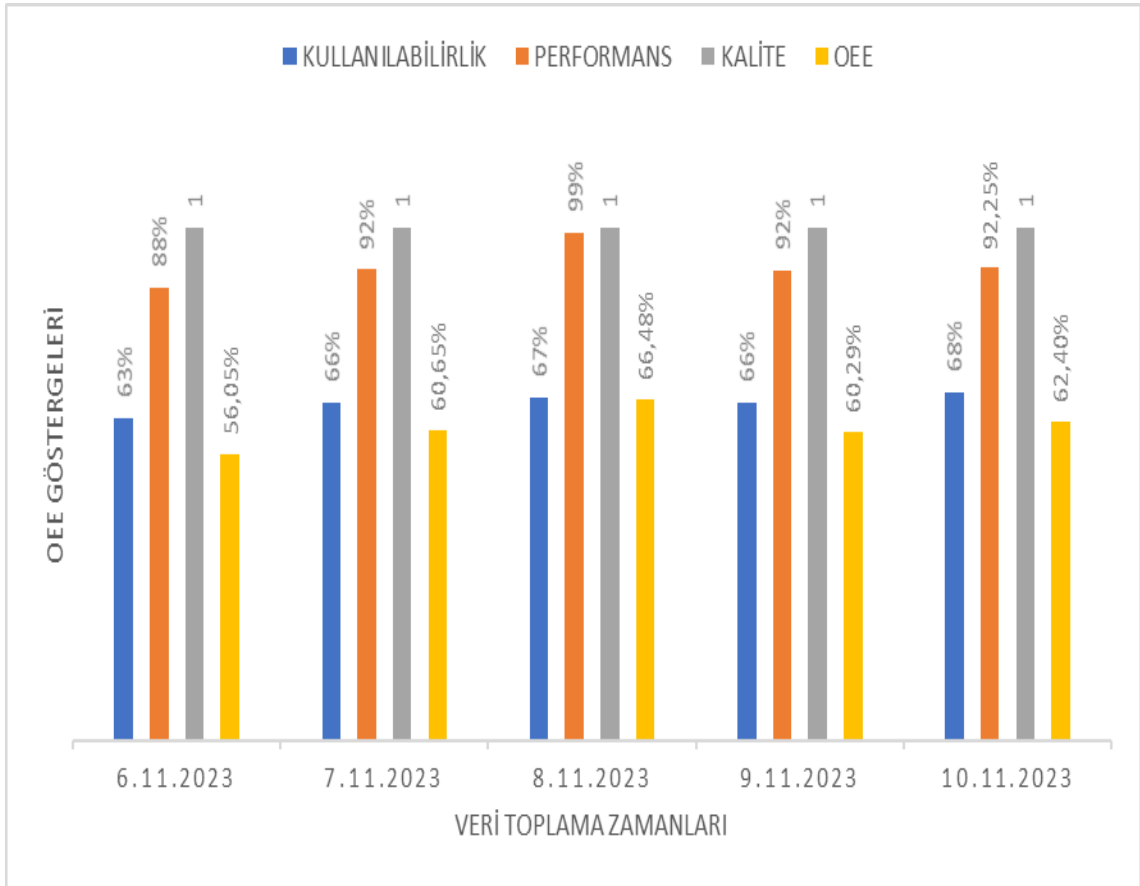
Şekil 4.4.2.4. 9-13/10/2023 Tarihleri Arasındaki Veriler



Şekil 4.4.2.5. 23-30/10/2023 Tarihleri Arasındaki Veriler



Şekil 4.4.2.6.1-3/11/2023 Tarihleri Arasındaki Veriler



Şekil 4.4.2.7. 6-10/11/2023 Tarihleri Arasındaki Veriler

Tablo 4.4.2.2. Çalışma Sonrası Gerçekleşen Kazanımlar

ÇALIŞMA ÖNCESİ DURUM	YAPILAN YALIN DÖNÜŞÜM ÇALIŞMASI	MEVCUT DURUMU
Kullanılan Fazla Alan-Zaman Kaybı-Gereğinden Fazla Fiziksel Yorgunluk	SMED, Kaizen, 5S	Yeteri Kadar Alan-Minimuma İndirilmiş İsrarlar
Çalışan Sayısı-2	SMED, Kaizen, 5S	Çalışan Sayısı-1
OEE- 45,09%	SMED, Kaizen, 5S	OEE-53,65%
İSG Açısından Tehlikeli Çalışma	Kaizen, 5S	Çalışma Şartları Konfor Şartlarında
Duruş Maliyeti (TL/dk)/ 38542,6	SMED, Kaizen, 5S	Duruş Maliyeti (TL/dk)/ 27385,64
Birimler Arası Role Transferi Bekleme/20 dk	SMED	Birimler Arası Role Transferi Bekleme/0 dk
Dolaptan Role Alma/ 15 adım/gün	SMED, Kaizen, 5S	Dolaptan Role Alma/ 3 adım/gün
Yükleme Sehpaı Bekleme-6 dk/adet	Kaizen, Süprmarket	Yükleme Sehpaı Bekleme-0 dk/adet
Boy Swich Ayarı- 12 dk	SMED, Kaizen	Boy Swich Ayarı- 4 dk

Yapılan çalışmada toplanılan veriler, çalışma öncesi Şekil 4.4(1-2-3-4-5-6) da kullanılabilirlik, performans, kalite ve bunların sonucunda OEE değeri 45,09% olarak hesaplanmıştır. Hesaplanan değerlerin standartların altında olduğu görülmektedir. Beklemeler, plansız duruşlar, standart olmayan zamanlar, gereksiz işler vb. gibi durumlar israfa neden olmaktadır. Tüm israfları ortadan kaldırmak için yalın dönüşüm çalışmaları yapılmış ve yalın dönüşüm çalışması toplanılan veriler Şekil 4.4.2(1-2-3-4-5-6-7) de gösterilmiştir. Çalışma sonrası OEE değeri 53,65% oranında yükselme göstermiştir. OEE değerinin yanında, İSG açısından daha uygun bir ortam, personel çalışmasını pozitif yönünde etkileyen teşvikler, üretilen ürünün kalitesinde artış, günlük artan üretim tonajları gibi artışlarda görülmektedir.

Kaizen, 5S, çalışmaları SMED çalışmasını destekleyerek, prosesler arası yapılan gereksiz stokları ortadan kaldırmış ve kullanım alanında tasarruf yapılmış ve olası hataların önüne geçilmiştir. Yapılan çalışmalar talaşlı imalat yapan şirketlerde "yalın dönüşüm" uygulanabileceğinin destekleyicisidir. Artış gösteren değerleri daha üst seviyelere çıkarmak için çalışmalar devam edecektir.

SONUÇ ve ÖNERİLER

Günümüzde dünyada var olabilmek ve etkin rol oynayabilmek için değişim kaçınılmaz bir süreçtir. Teknolojideki ilerlemeler, toplumdaki değişimlerden bilgi toplumuna geçiş ve küreselleşme gibi nedenlerden dolayı herkes değişime uyum sağlamak zorundadır. Direnen toplumlar her zaman için kaybetmeye mahkumdur. Basitçe söylemek gerekirse, geçmişte her şey kâğıt ve kalemle yazılıp, kaydedilip paylaşılırken, artık tüm sistemler bilgisayar ortamına taşındı ve bilgi aktarımı artık elektronik sistemler üzerinden sağlanmaktadır. Eski nesiller için bilgisayar ve elektronik ortamlar çok tuhaf ve şaşırtıcı olsa da, bugün büyüyen gelişim çağına ayak uydurmak isteyen herkes için bilgisayar kullanmayı bilmek bir zorunluluk haline gelmiştir. Durum her geçen gün hızla değişim göstermekte ve herkes değişimi benimsemek zorunda kalmaktadır.

Yukarıda bahsedilen durum tüm işletmeler için geçerlidir. Eski dönemlerden günümüze kadar gelen 40-50 yıldır varlığını sürdüren şirketler para kazandığı sürece iyi durumda olacağını hedeflemiş ancak değişime ayak uydurmadığı için yok olmuştur. Değişimin hedefinde her zaman sürekli iyileştirme, daha az maliyet daha hızlı teslimat ve daha iyi iletişim bulunmaktadır. Müşteri her şeye daha hızlı ulaşım sağladığı ve hızlıca tüm bilgiyi elde ettiği taktirde her zaman daha iyiyi aramaktadır. Her zaman için üretim daha hızlı, daha kaliteli olmalıdır, buda akabinde müşteri memnuniyetini getirecektir. Bu felsefeyi benimseyen şirketlerin yapması gereken ilk şey süreçlerinin içerisinde ki değeri tanımlamaları gerekmektedir. Değer, bir ürün veya hizmete ilişkin müşteri beklentileriyle doğru orantılıdır. Bu nedenle değeri tanımlarken her zaman için müşteri talepleri göz önünde bulundurulmalıdır. Bu hedefler doğrultusunda ilerlerken prosesler daha basit duruma getirilmeli ve israflar ortadan kaldırılmalıdır. Bu doğrultuda hareket ettiğimizde “yalın üretim” felsefesiyle karşılaşılacaktır. Yalın üretim değişimi ve değeri başlangıç olarak görür ve çalışmaya buradan başlamaktadır. Yalın üretim, en az kaynakla, en kısa sürede, en ucuz ve hatasız üretim anlamına gelir. Bunu, tüm üretim faktörlerini en esnek şekilde, en az israfla, potansiyellerini en iyi şekilde kullanarak, müşteri talebine tam olarak cevap verebilecek şekilde kullanmanın sonucudur. Yalın üretimin ilkeleri tüm bu hedeflerin eş zamanlı olarak gerçekleştirilmesine dayanmaktadır. Yalın üretim ile “ilk seferde doğru sonuca” ulaşma altyapısını oluşturmaya çalışmaktır. Ancak bu altyapıyı oluşturmak, yalın üretimi yapılması ve yapılması gereken bir iş olarak görmek yerine, hiç bitmeyen bir yaşam tarzı anlayışıyla tüm çalışanlara aşılmasını gerektirir.

Yalın üretimde en yararlı görülen tekniklerden biri SMED metodolojisidir. SMED, uzun yıllara dayanan deneyim ve sıkı çalışmanın sonucunda ortaya çıkan ve fabrikalarda yalın üretimin uygulanması için gerekli olan temel tekniklerden biridir. Sürekli değişen müşteri ihtiyaçlarına zamanında yanıt vermek için bunu her makinede veya her fabrikadaki operasyonlarda uygulanmalıdır.

Değer kavramı aynı zamanda SMED metodolojisinin de temelini oluşturmaktadır. Burada israf oluşturan tüm işlemler, faaliyetler zaman kaybına neden olmaktadır, SMED Metodolojisinde zaman değer anlamına gelmektedir. Ana kayıplar, kalıplarda ve aletlerde yapılan değişiklikler ve ayarlamalar, spesifikasyonlara göre yeni ürünler üretme süresi ve hurdaya çıkarılan parçalardır. Yapılması gereken, değer katmayan faaliyetlerin ortadan kaldırılması ve değer katan faaliyetlerin değerlendirilerek daha kolay ve daha kısa zamanda yürütülmesinin sağlanmasıdır. SMED sistemleri teslimat sorunları, ürün çeşitliliği nedeniyle uzun model değişim süreleri, uzun değişim süreleri nedeniyle stok üretim ihtiyacı, depolama maliyetleri ve değişimlerden dolayı kalitenin düşmesi şikayetleri gibi sorunlarla karşılaşan her şirketin uygulaması gereken bir yalın üretim tekniğidir.

Bu uygulamada SMED metodolojisi uygulanarak elde edilen kazanımlar aşağıda verildiği gibidir;

- Makine çevrim süreleri kısaldı ve üretim kapasitesinde artış gözlemlendi.
- Üretim yapmak için harcanılan toplam hazırlık sürelerinde kısalma gözlemlendi.
- Ayar ve hazırlık zarfında görülen hatalar elimine edildi.
- Üretilen ürünlerin kalite açısından daha iyi duruma geldiği gözlemlendi.
- Ayar süresi kısaldığı ve fire maliyeti azaldığı için maliyetlerde düşüş yaşandı.
- Farklı ürünler üretmek için kullanılan, model değişim süreleri kısaldı.
- Eski üretim şekline göre daha esnek bir üretim yapısı oluştu ve müşteri isteklerine daha hızlı yanıt verme imkânı oluştu.
- Yapılan çalışma sonrasında müşteri memnuniyetinde artış olduğu gözlemlendi.
- İş sağlığı ve güvenliği açısından daha sağlıklı bir çalışma ortamı oluşturuldu.

SMED çalışması yapılırken birçok yalın üretim tekniğinden de yardım alınmıştır. Bu teknikler kullanılarak yapılan iyileştirmeler çalışmanın sonucunda

işletmede verim alınmasını sağlamıştır. SMED metodolojisi öncesi mevcut durum analizinde 297 saatlik verilerden elde edilen OEE sonuçları ve SMED metodolojisi çalışması sonrası 306 saatlik verilerden elde edilen OEE sonuçları değerlendirilmiştir. Değerlendirilen verilere göre SMED çalışması önce OEE değerinin %45,09 olduğu, çalışma sonrası %53,65 olduğu görülmektedir. Ortalama ekipman etkinliğinde %8.56 lık bir artış olduğu görülmektedir.

Uygulama da kullanılan diğer yalın üretim araçları ile birçok israf ortadan kaldırılmıştır. Çalışma hattında yerleşim düzenleri değiştirilmiş ve gereksiz tüm hareketler ortadan kaldırılmıştır. Süpermarket çalışması ile çalışma alanlarından kazanç sağlanmıştır. Tezgahlarda yapılan diğer Kaizen çalışmaları maddi tasarruf yapılmasına yardımcı olmuştur. Talaşlı imalat firmasında gerçekleştirilen bu çalışma firma içerisinde pilot çalışma olarak gerçekleştirilmiş olup yalın üretim tekniklerinin uygun şekilde firmaya entegre edilmesi sağlanmıştır. Elde edilen iyileştirmeler sonucu firma geneline yalın üretim tekniklerinin yaygınlaştırılması hedeflenmiştir. Gelecek çalışmalara önerilerde sadece üretim firmalarında değil hizmet sektörü içerisinde yer alan firmaların da yalın üretim tekniklerini içselleştirerek operasyonlarına dahil etmesi önerilmektedir.

KAYNAKLAR

- Ağın, K., (2020). Toplam kalite yönetimi bağlamında kaizen felsefesinin örgütlerin maliyet, verimlilik ve kalite düzeylerine etkileri. *Atatürk Üniversitesi Sosyal Bilimler Enstitüsü Dergisi*, 24(3):1-3.
- Akbal, H., (2021). Sağlık Sektöründe Süreç İyileştirme: Bir Eğitim Ve Araştırma Hastanesinde Kısıtlar Teorisi-Yalın Üretim-Simülasyon Bütünleşik Yöntemi İle Bir Uygulama. Nevşehir Hacı Bektaş Veli Üniversitesi Sosyal Bilimler Enstitüsü İşletme Anabilim Dalı, Doktora Tezi, s.71-77.
- Akben, İ. ve Güngör, A., (2018). Tedarik zinciri ve yalın tedarik zinciri. *Avrasya Sosyal Ve Ekonomi Araştırmaları Dergisi (ASEAD)*, 5(7):1-12.
- Akçagün, E., (2006). Hazır Giyim İşletmelerinde Yalın Üretim Tekniklerinin Araştırılması. Marmara Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü, Yüksek Lisans Tezi, Tekstil Eğitimi Anabilim Dalı, s.4-10.
- Akteke, N., (2007). Toplam Verimli Bakım Planlaması ve Bir Uygulaması. Akdeniz Üniversitesi Sosyal Bilimler Enstitüsü, İşletme Anabilim Dalı Yüksek Lisans Tezi. s.13-19.
- Akyurt, İ., (2019). Hazırlık süresinin azaltılmasında smed yöntemi uygulaması. *Ekonomik ve Sosyal Araştırmalar Dergisi*, 15(3):12-15.
- Altuntaş, M., (2002). Yalın Üretim Eğitimleri ve SMED Simülasyonu İle Hazırlık Sürelerinin Azaltılması Yüksek Lisans Tezi. Yalın Düşün, Kaliteli Üret, Biz Bize, Mess Yayını, (22):9.
- Aydın, N., (2015). Yalın Düşünce Sisteminin Üretime Sağladığı Katkılar. Artvin Çoruh Üniversitesi İktisadi ve İdari Bilimler Fakültesi, İşletme Bölümü, (40):23-37.
- Ayrancı, M., (2023). Yalın Hizmet Operasyonlarının Belediyede Uygulanması. Necmettin Erbakan Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü, Endüstri Mühendisliği Anabilim Dalı Yüksek Lisans Tezi, s.7-31.
- Aytaç, Z., (2009). Hastanelerde Yalın Yönetim Sistemleri. İstanbul Teknik Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü, Yüksek Lisans Tezi s.5-19.

- Bağcı, U., (2006). Kanban Sistem Tasarımı Ve Otomotiv Sektöründe Bir Uygulama. İstanbul Teknik Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü, Yüksek Lisans Tezi, İstanbul, s.39-40.
- Birgün, S., Gülen K. G. ve Özkan K., (2006). Yalın üretime geçiş sürecinde değer akışı haritalama tekniğinin kullanılması. imalat sektöründe bir uygulama, *İstanbul Ticaret Üniversitesi Fen Bilimleri Dergisi*, 5(9):47-59.
- Boyacı, A. Ç., (2020). Ondokuz Mayıs Üniversitesi. SMED Yaklaşımı Ders Notları, s.2-3.
- Çakırkaya, M. ve Acar Ö. E., (2016). 5s Tekniği aşamaları ve makarna sektöründe bir uygulama. *Atatürk Üniversitesi İktisadi ve İdari Bilimler Dergisi*, 30(4):11-12.
- Çalışkan, G., (2006). Altı sigma ve toplam kalite yönetimi. *Elektronik Sosyal Bilimler Dergisi*, 5(17):60-75.
- Çanakçıoğlu, M., (2019). Yalın düşünce felsefesinde israfla mücadele araçları. *Social Sciences Research Journal*, 8 (3):270-282.
- Çankır, B., (2010). Yalın Düşünce Sistemini Uygulayan Kurumlarla Uygulamayan Kurumlarda Çalışanlarda Örgütsel Vatandaşlık Davranışı. Marmara Üniversitesi Sosyal Bilimler Enstitüsü İşletme Anabilim Dalı Uluslararası Kalite Yönetimi Bilim Dalı, Yüksek Lisans Tezi, s.2-6.
- Çelik, H., (2020). Ayar sürelerinin azaltılmasına yönelik yeni yaklaşım: SMED taguchi yöntemi. *Sakarya Üniversitesi İşletme Enstitüsü Dergisi*, 2(1):13-26._____, (2019). 5s Metodolojisinin SMED uygulamasına ve toplam ekipman etkinliğine etkisi. *Yorum-Yönetim-Yöntem Uluslararası Yönetim-Ekonomi ve Felsefe Dergisi*, 7(2):95-110.
- Çilhoroz, Y. vd., (2018). Yalın yönetim yaklaşımı ve sağlık hizmetlerinde uygulamaları. *Süleyman Demirel Üniversitesi Sosyal Bilimler Enstitüsü Dergisi*, 3(32):160-163.
- Deniz, D., Nuriye Ü. T. ve Sevimli E., (2021). Sağlık kuruluşlarında yalın yönetim ve yalın uygulama örnekleri. *Sağlıkta Performans ve Kalite Dergisi*, 18:41-60.

- Doğan, N., (2016). Hizmet sektöründe değer akış haritalama uygulaması: bir üniversite araştırma ve uygulama merkezi örneği. *Nevşehir Hacı Bektaş Veli Üniversitesi, Sosyal Bilimler Dergisi*, 48:107-108.
- Doğru, İ. ve Denктаş, M., (2021). Hızlı model değişiminin üretim kalitesi ve verimliliğe etkisi; endüstri 4.0 yaklaşımı ile otomotiv sektöründe bir uygulama. *Journal of Marine and Engineering Technology*, 1(2):5-8.
- Duru, N. vd., (2011). İşletmelerde hatasızlığa yönelim, altı sigma ve hata türü etkileri analizi. istanbul aydın üniversitesi, *Müh. Mim. Fakültesi, Endüstri Mühendisliği Bölümü, Ormancılık Dergisi*, 7(1):56-67.
- Efe, Ö. F. ve Engin O., (2010). Yalın Hizmet-Değer Akış Haritalama ve Bir Acil Serviste Uygulama. Selçuk Üniversitesi, Mühendislik Mimarlık Fakültesi, Endüstri Mühendisliği Bölümü, Yüksek Lisans Tezi, s.8-11.
- Ekinciöğlu, C., (2016). Ergonomik Risk Değerlendirme ve Gri Esaslı Taguchi Yöntemleri ile Bir Smed Yaklaşımı Önerisi ve Uygulaması. Sakarya Üniversitesi Fen Bilimler Enstitüsü, Yüksek Lisans Tezi, s.6-15.
- Erdem, H., (2019). Japon Üretim Felsefesi ve Bir Firmada Uygulaması. Sakarya Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü, Yüksek Lisans Tezi, s.20-24.
- Erozan, İ. vd., (2023). Bir salça konserveleme tesisinde poka-yoke ile hata önleme uygulaması. Kütahya Dumlupınar Üniversitesi, Mühendislik Fakültesi, Endüstri Mühendisliği Bölümü, *Journal Of Industrial Engineering*, s.166-168.
- Ersöz, T. Vd., (2020). Demir-çelik üretim hattında yalın üretim. - Araştırma Makalesi, Endüstri Mühendisliği Bölümü, Fen Bilimleri Enstitüsü, Karabük Üniversitesi, *Düzce Üniversitesi Bilim Ve Teknoloji Dergisi* 8(1):801-826.
- Filiz, H., (2008). Yalın Üretim Tekniklerinden Hızlı Kalıp Değişimi ve Bir Uygulama. Dokuz Eylül Üniversitesi Sosyal Bilimler Enstitüsü Toplam Kalite Yönetimi Anabilim Dalı Toplam Kalite Yönetimi Programı Yüksek Lisans Tezi, s.65-66.
- Godina, R., Pimentel, C., Silva, F. J. G., and Matias, J. C. O., (2018). A structural literature review of the single minute exchange of die: the latest trends. *28th*

International Conference on Flexible Automation and Intelligent Manufacturing (FAIM2018), USA, p.783-790.

Gökçe, İ., (2006). “Mevcut Üretim Sürecinin Yalın Üretim Yaklaşımıyla Yeniden Yapılandırılması ve Bir Uygulama”.Yüksek Lisans Tezi, Dokuz Eylül Üniversitesi, Sosyal Bilimler Enstitüsü, Ekonometri Anabilim Dalı, İzmir, s.90-94.

Görener, A., (2012). Toplam Verimli Bakım ve Ekipman Etkinliği: Bir İmalat İşletmesinde Uygulama. *Electronic Journal Of Vocational Colleges*, s.15-20.

_____, (2007). İşletmelerde toplam verimli bakım çalışmaları kapsamında yapılan faaliyetler ve verimliliğe katkıları. *İstanbul Ticaret Üniversitesi Fen Bilimleri Dergisi*, 11:47-63.

Hacıhasanoğlu, T., (2014). Üretim maliyetlerinin düşürülmesinde kaizen maliyetleme yöntemi ve mobilya sektöründe bir uygulama. *Ekonomik ve Sosyal Araştırmalar Dergisi*, 10(2):48-49.

Hülagü, K., (2011). Çelik Boru İmalatında Yalın Üretim ve SMED Uygulaması. Kocaeli Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü, Yüksek Lisans Tezi, Kocaeli, s.12-13.

Kanat, S., (2006). Tam Zamanında Üretim Sisteminin Tekstil Ve Konfeksiyon Sanayine Uygulanabilirliği, s.274-275.

Karamanlı, A. F., (2003). Toplam Verimli Bakım Sürekli İyileştirme Takımlarının Ekipman İyileştirme Faaliyetleri. Yüksek Lisans Tezi, İstanbul, s.17-25.

Kökten, E., (2021). Değer Akış Haritalama Yöntemi İle İşletmelerde Üretim Kayıplarının Azaltılması: Ahşap Sektöründe Bir Uygulama. Karabük Üniversitesi Lisansüstü Eğitim Enstitüsü İşletme Anabilim Dalında Doktora Tezi, s.29-31.

Orbak, Y. ve Bilgin S., (2005). Kanban Sisteminin Bir Uygulama Örneği. V. Ulusal Üretim Aşamaları Sempozyumu, İstanbul Ticaret Üniversitesi, İstanbul, s.289-290.

- Öksüz M., Öner M., ve Öner S., (2017). Yalın Üretim Tekniklerinin Endüstri 4.0 Perspektifinden Değerlendirilmesi. *4.Uluslararası Kalkınma Konferansı, Tunceli*, s.6-7.
- Özçelik F. ve Ertürk H., (2010). Yalın üretim işletmeleri için değer akış yönetimi ve değer akış maliyetlemesi. *Uludağ Üniversitesi İktisadi ve İdari Bilimler Fakültesi Dergisi*, 2:51-84.__, (2013). Yalın Üretim Ortamına Uygun Maliyet Sistemi Seçimi. *Yönetim ve Ekonomi*, Celal Bayar Üniversitesi İ.İ.B.F, 20(1):48.
- Özkol, A., (2004). Yalın düşünce ve israfın tekdüzen muhasebe sistemi çerçevesinde kaydı : bir yaklaşım ve örnek uygulama. *İ.İ.B.F, İşletme Bölümü Dergisi*, 19 (1):121-122.
- Öztürk H. ve Elevli B., (2017). Madencilik sektöründe yalın üretim felsefesi. Ondokuz Mayıs Üniversitesi, Endüstri Mühendisliği Bölümü, *Bilim, Mühendislik ve Teknoloji Yayınları, Mühendis Beyinler Dergisi*, 2(1):24-32.
- Safa, M. vd., (2019). Sürdürülebilirlik ve Yeşil Markalar: Toyota Örneği Üzerine Bir İnceleme. *Aksaray Üniversitesi Sosyal Bilimler MYO*, s.1-2.
- Sarı, E. B., (2018). Üretim hattı tasarımında değer akış haritalama tekniğinin kullanılması. *Dumlupınar Üniversitesi Sosyal Bilimler Dergisi*, 56:70-71.
- Sarıkaya, H. vd., (2022). Bisküvi üretim hatlarında hazırlık sürelerinin azaltılmasına yönelik yalın üretim ve SMED uygulaması. *Endüstri Mühendisliği*, 33(2):413-439.
- Savaş, O., (2003). Tam zamanında üretim sisteminin gerektirdiği maliyet muhasebesinin temel nitelikleri. *Erciyes Üniversitesi İktisadi ve İdari Bilimler Fakültesi Dergisi*, 20:204.
- Sevgili, A. ve Antmen, Z. F., (2019). Yalın üretim tekniklerinden değer akış haritalandırmanın bir metal işleme fabrikasında süreç iyileştirme amacıyla uygulanması. *Avrupa Bilim ve Teknoloji Dergisi*, (16):219-228.
- Sevindirici, İ., (2009). Üretim Sistemleri, İstanbul: *Kum Saati Yayınları*. s.50-54.

- Sivaslı, E., (2006). İşletme Süreçlerinde Yalın Tekniklerin Kullanılması Üzerine Bir Araştırma. Dokuz Eylül Üniversitesi Sosyal Bilimler Enstitüsü Toplam Kalite Yönetimi Anabilim Dalı Yüksek Lisans Tezi, İzmir, s.1-79.
- Şeker, A., (2016). Yalın üretim sisteminde kanban, tek parça akışı ve u tipi yerleştirme sistemleri. *International Journal Of Social Science*, (50):449-470.
- Şengönül, G., (2020). Yalın Üretimde Endüstri İlişkileri. Sosyal Bilimler Enstitüsü Çalışma Ekonomisi Anabilim Dalı Çalışma Ekonomisi Bilim Dalı, Yüksek Lisans Tezi, s.25-26.
- Taşı, N., (2019). Gıda Sanayinde Tam Zamanında Üretim Uygulamalarının Yapılabilirliğinin Araştırılması. Bursa Uludağ Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü, Yüksek Lisans Tezi Gıda Mühendisliği Anabilim Dalı, s.6-9.
- Tanık, M., (Güz 2010). Kalıp ayar sürelerinin SMED metodolojisi ile iyileştirilmesi: bir yalın altı sigma uygulaması. *Muğla Üniversitesi Sosyal Bilimler Enstitüsü Dergisi*, (25):123-130.
- Tankut, A., (2014). Yalın Üretim Felsefesi, Yöntemleri ve Kanban Tekniğinin Otomotiv Sektörüne Uygulanması. Gazi Üniversitesi Mühendislik Mimarlık Fakültesi Endüstri Mühendisliği ABD, Yüksek Lisans Tezi, s.12-14.
- Taşçı M. (2010) Kalite Geliştirmede Kullanılan Yalın Üretim Tekniklerinin Karşılaştırılması. Yıldız Teknik Üniversitesi Sosyal Bilimler Enstitüsü, Yüksek Lisans Tezi, s.28-58.
- Tekin M., Arslan M., Etlioğlu M., ve Tekin E., (2018a). Büyük ölçekli bir işletmede 5s uygulaması. *International Journal Of Social And Humanities Sciences Dergisi* Sayı 2(1):106-122. _____, (2018b). Değer Akışı Haritalamasının Büyük Ölçekli Bir İşletmede Uygulanması. Mühendislik ve Teknoloji Yönetimi Zirvesi, Konya, s.111-112.
- Tekin Ö., (2009). Üretim Kayıp Maliyetlerinin Belirlenmesi ve Bir Uygulama, İstanbul Teknik Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü. İşletme Mühendisliği Yüksek Lisans Tezi, s.32-34.

- Tepekule, T. E., (2018). Dünya Klasmanında Üretim Kapsamında İş Sağlığı ve Güvenliği Çalışmalarına Yönelik Bir Model Önerisi ve Uygulama. Dokuz Eylül Üniversitesi Sosyal Bilimler Enstitüsü İşletme Anabilim Dalı İşletme Programı Doktora Tezi, s.54-57.
- Tezel T. vd., (2018). Hibrit imalat: eklemeli imalat ile talaşlı imalat yöntemlerinin birlikte kullanılabilirliğinin incelenmesi. Akdeniz Üniversitesi, Mühendislik Fakültesi, Makine Mühendisliği Bölümü, International Journal of 3D Printing Technologies and Digital Industry, s.60-61.
- Tikici M. vd., (2006). Toplam kalite yönetiminin radikal unsurlarından birisi olarak yalın yönetim. *Elektronik Sosyal Bilimler Dergisi*, (15):21-24.
- Türkan, Ö., (2010). Üretimde yalın dönüşümün temel performans kriterleri. *Balıkesir Üniversitesi Mühendislik ve Mimarlık Fakültesi Endüstri Mühendislik Fakültesi, Bau Fen Bil. Enst. Dergisi*, 12(2):34-38.
- Uysal, D., (2022). Rüzgar Türbin Santrali Kritik Bağlantı Elemanlarının Vida Dişlerindeki Mikro Sertlik Değerlerine İmalat Parametrelerinin Etkilerinin İncelenmesi. Mersin Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü- Makine Mühendisliği Anabilim Dalı, Yüksek Lisans Tezi s.4-7.
- Yağlı, E., Çakır Şencan, A., Koçak, M. R., ve Şencan, C., (2023). Talaşlı imalatta 5S uygulamasının üretim verimliliğine etkisinin araştırılması: Havacılık firmasında bir saha çalışması. *Gazi Üniversitesi Mühendislik Mimarlık Fakültesi Dergisi*, 39(2):1067-1082.
- Yalçın S. vd., (2020). Çelik Boru İmalatında Hazırlık Sürelerine Yönelik Yalın Üretim ve SMED Çalışması. *Endüstri Mühendisliği*, 31(1):87-104.
- Yılmaz, E., (2012). Siparişe Göre Üretim Yapan Sistemlerde Yalın Üretim Uygulamaları. İstanbul Teknik Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü, Yüksek Lisans Tezi, İstanbul, s.18-57.
- Yılmaz M. vd., (2017). Sağlık kurumlarında israf giderme yöntemleriyle yalın düşünce. Kahramanmaraş Sütçü İmam Üniversitesi Sosyal Bilimler Enstitüsü, Sağlık

Yönetimi Anabilim Dalı, İ.Ü. *Sağlık Hizmetleri Meslek Yüksekokulu Dergisi*,
5(2):54-56.

Firmaların etkinlik düzeylerini arttırma üzere yapılan çalışmalar.
ta<https://www.henkatr.com/2020/04/10/yalin-uretimin-5-temel-ilkesi/> adresinden
erişildi. Erişim Tarihi: 10 Haziran 2023.

Sektörlerde Yapılan Yalın Dönüşüm Çalışma. <https://sigmacenter.com.tr/> adresinden
erişildi. Erişim Tarihi: 11 Temmuz 2023.

Farklı Sektörlerde Yapılan Yalın Dönüşüm Çalışmaları ve Çözümleri.
<https://www.donusumdanismanlik.com/> adresinden erişildi. Erişim Tarihi: 22
Temmuz 2023.

Yalın Düşünce ve Uygulamayı Geliştirerek İşleri Daha İyi Hale Getirme Çalışması.
<https://www.lean.org.tr/> adresinden erişildi. Erişim Tarihi: 30 Eylül 2023.

ÖZGEÇMİŞ

Adı ve Soyadı : MEHMET KARA

Doğum Tarihi :

E-mail :

Öğrenim Durumu :

Derece	Bölüm/Program	Üniversite	Yıl
2,53/4	Mühendislik Fakültesi/Makine Mühendisliği	Osmaniye Korkut Ata Üniversitesi	2018

Görevler :

Görev Ünvanı	Görev Yeri	Yıl
Türbin İmalat Şefi	Berdan Cıvata Enerji İmalat Savunma Sanayi ve Laboratuvar Hiz.Tic.A.Ş.	2019-devam