

**T.C.
SAKARYA ÜNİVERSİTESİ
İŞLETME ENSTİTÜSÜ**

**SMED UYGULAMALARININ İMALAT SÜRELERİNE
VE BİRİM MALİYETE OLAN ETKİSİ
VE TOPLAM EKİPMAN ETKİNLİĞİ
İLE DEĞERLENDİRİLMESİ**

YÜKSEK LİSANS TEZİ

Hakan ÇELİK

**Enstitü Anabilim Dalı : İşletme
Enstitü Bilim Dalı : Üretim Yönetimi ve Pazarlama**

Tez Danışmanı: Dr. Öğr. Üyesi Kamil TAŞKIN

KASIM– 2018

T.C.
SAKARYA ÜNİVERSİTESİ
İŞLETME ENSTİTÜSÜ

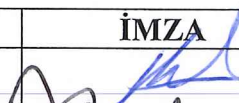

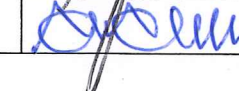
SMED UYGULAMALARININ İMALAT SÜRELERİNE
VE BİRİM MALİYETE OLAN ETKİSİ
VE TOPLAM EKİPMAN ETKİNLİĞİ
İLE DEĞERLENDİRİLMESİ

YÜKSEK LİSANS TEZİ

Hakan ÇELİK

Enstitü Anabilim Dalı : İşletme
Enstitü Bilim Dalı : Üretim Yönetimi ve Pazarlama

“Bu tez 08/ 11/ 2018 tarihinde aşağıdaki jüri tarafından Oybirliği / Oyçokluğu ile kabul edilmiştir.”

JÜRİ ÜYESİ	KANAATI	İMZA
Dr. Öğr. Üyesi Kemal TAŞKIN	Basarılı	
Doç. Dr. Recep Yılmaz	Basarılı	
Dr. Öğr. Üyesi Ali AKAYTAŞ	Basarılı	



SAKARYA
ÜNİVERSİTESİ

T.C.
SAKARYA ÜNİVERSİTESİ
İŞLETME ENSTİTÜSÜ
TEZ SAVUNULABİLİRLİK VE ORJİNALLİK BEYAN FORMU

Sayfa : 1/1

Öğrencinin

Adı Soyadı	:	Hakan ÇELİK
Öğrenci Numarası	:	1560Y04100
Enstitü Anabilim Dalı	:	İşletme
Enstitü Bilim Dalı	:	Üretim Yönetimi ve Pazarlama
Programı	:	<input checked="" type="checkbox"/> YÜKSEK LİSANS <input type="checkbox"/> DOKTORA
Tezin Başlığı	:	SMED Uygulamalarının İmalat Sürelerine ve Birim Maliyete Olan Etkisi ve Toplam Ekibman Etkinliği İle Değerlendirilmesi
Benzerlik Oranı	:	%2

ENSTİTÜSÜ MÜDÜRLÜĞÜNE

Sakarya Üniversitesi İşletme Enstitüsü Lisansüstü Tez Çalışması Benzerlik Raporu Uygulama Esaslarını inceledim. Enstitünüz tarafından Uygulama Esasları çerçevesinde alınan Benzerlik Raporuna göre yukarıda bilgileri verilen tez çalışmasının benzerlik oranının herhangi bir intihal içermediğini; aksinin tespit edileceği muhtemel durumda doğabilecek her türlü hukuki sorumluluğu kabul ettiğimi beyan ederim.

Hakan Çelik
08.11.2018
Hakan ÇELİK
İmza

Sakarya Üniversitesi İşletme Enstitüsü Lisansüstü Tez Çalışması Benzerlik Raporu Uygulama Esaslarını inceledim. Enstitünüz tarafından Uygulama Esasları çerçevesinde alınan Benzerlik Raporuna göre yukarıda bilgileri verilen öğrenciye ait tez çalışması ile ilgili gerekli düzenleme tarafımda yapılmış olup, yeniden değerlendirilmek üzere gsb@sakarya.edu.tr adresine yüklenmiştir.

Bilgilerinize arz ederim.

...../...../20.....
İmza

Uygundur

Danışman
Unvanı / Adı-Soyadı:

Dr.Öğr.Üyesi Kamil TAŞKIN

Tarih: 08.11.2018

İmza:

KABUL EDİLMİŞTİR

REDDEDİLMİŞTİR

EYK Tarih ve No:

Enstitü Birim Sorumlusu Onayı

ÖNSÖZ

“Verimlilik” konusu, artan rekabet ortamında işletme yöneticilerinin üzerinde durduğu önemli yönetim konularından birisidir. Üretim işletmelerinin önemli verimsizlik nedenlerinden birisi olan ayar süreçlerinin SMED metodolojisi ile iyileştirilmesi ve çalışmanın etkinliğinin maliyet temelli FTM yöntemi ve üretim performans anahtarı OEE ile değerlendirilmesi üzerine bir çalışmanın akademik ve sektörel uygulamacı taraflara katkı sağlayacağına düşünülmüştür.

Akademik hayatımın önemli evrelerinden olan bu yüksek lisans çalışmasında bilgi ve birikimini, görüş ve düşüncelerini benimle paylaşan ve destekçi olan değerli hocam sayın Dr. Öğr. Üyesi Kamil TAŞKIN teşekkürlerimi sunmaktan onur duyuyorum.

Çalışmanın uygulama kısmında desteklerini esirgemeyen ve daha iyiye ulaşma konusunda istekli çalışmalarından dolayı işletme çalışanlarına teşekkürlerimi sunarım.

Akademik ve tüm mücadeleme anlam katan sevgili eşim Kübra ÇELİK’e yüksek lisans sürecinde gösterdiği sabır ve desteklerinden dolayı teşekkürlerimi ayrıca sunuyorum.

Hakan ÇELİK

08/11/2018

İÇİNDEKİLER

KISALTMALAR	v
TABLO LİSTESİ	vi
ŞEKİL LİSTESİ	vii
ÖZET	viii
SUMMARY	ix
GİRİŞ	1
BÖLÜM 1: SÜREÇ İYİLEŞTİRME YÖNTEMLERİ	7
1.1. Kaizen (Sürekli İyileştirme).....	7
1.1.1. Kaizen ve Yenilikçi Yaklaşım.....	8
1.1.2. Kaizen ve Katılım Kitlesi.....	8
1.1.3. Kaizen Türleri.....	9
1.1.4. Kaizen Uygulamalarının Faydaları.....	10
1.2. VSM (Değer Akış Haritalama).....	11
1.3. JIT (Tam Zamanında Üretim).....	14
1.4. TPM (Toplam Verimli Bakım).....	16
1.4.1. TPM Hedefleri.....	18
1.4.2. TPM Uygulama Süreci.....	18
1.4.3. TPM Temel Prensipleri.....	21
1.4.3.1. Kobetsu Kaizen.....	21
1.4.3.2. Otonom Bakım.....	21
1.4.3.3. Planlı Bakım (Periyodik Koruyucu Bakım).....	22
1.4.3.4. Kestirimci Bakım.....	23
1.4.3.5. Kaliteli Bakım.....	24
1.4.3.6. TPM’de Eğitim.....	24
1.4.3.7. Ofislerde TPM.....	24
1.4.3.8. İSG ve Çevre.....	24
1.4.4. TPM Faydaları.....	25
1.5. 5S Metodolojisi.....	25
1.5.1. Ayıklama.....	27

1.5.2.	Düzenleme.....	29
1.5.3.	Temizleme.....	30
1.5.4.	Standartlaştırma.....	31
1.5.5.	Disiplin.....	32
1.5.6.	5S Uygulamalarında Karşılaşılan Problemler.....	33
1.6.	Poka-Yoke (Hata Önleyici Sistemler).....	34
1.6.1.	Hata Unsuru Olarak İnsan ve Hata Önleme.....	35
1.6.2.	Poka-Yoke Temel Prensipleri.....	36
1.6.3.	Poka-Yoke Faydaları.....	37
1.7.	A3 Raporlama Tekniği.....	37
1.7.1.	Başlık ve Konunun Belirlenmesi.....	38
1.7.2.	Mevcut Durumun Analizi.....	39
1.7.2.1.	Süreç Akış Haritası.....	40
1.7.2.2.	Balık Kılçığı Diyagramı.....	40
1.7.2.3.	5-Whys Tekniği.....	40
1.7.3.	Hedeflerin Belirlenmesi.....	41
1.7.4.	Uygulama Planı.....	41
1.7.5.	Takip Planı.....	42
1.7.6.	Sonuçların Raporlanması.....	42
BÖLÜM 2: SMED (TEKLİ DAKİKALARDA KALIP DEĞİŞİMİ).....		43
2.1.	SMED Metodolojisi.....	45
2.1.1.	SMED Takımının Oluşturulması.....	46
2.1.2.	Makine Modelinin Seçilmesi.....	46
2.1.3.	Mevcut Durumun Analizi.....	47
2.1.4.	İç ve Dış Ayarların Ayrıştırılması.....	48
2.1.5.	İç Hazırlık Sürecinin Dış Hazırlık Sürecine Dönüştürülmesi.....	49
2.1.6.	5S Metodolojisinin Uygulanması.....	50
2.1.7.	İç ve Dış Hazırlık Süreçlerinin İyileştirilmesi.....	50
2.1.8.	Diğer Makinelere SMED Uygulaması.....	51
2.2.	SMED Temel İlkeleri.....	52
2.3.	SMED'in Faydaları.....	53
2.4.	SMED Uygulamalarında Kullanılan Yardımcı Teknikler.....	54

2.4.1.	Pareto Analizi.....	54
2.4.2.	Spagetti Diyagramı.....	54
2.4.3.	Ayar İşlem Adımları Zaman Çizelgesi.....	55
2.5.	SMED Uygulaması Performans Anahtarları.....	55
2.6.	SMED Uygulamasına Yönelik Literatür Çalışması.....	56
2.6.1.	SMED Metodolojisini Kavramsal Açıdan İnceleyen Çalışmalar...	57
2.6.2.	SMED Metodolojisinin Uygulama Çalışmaları.....	58
2.7.	SMED Uygulamasının Çalışmadaki Amacı.....	60
BÖLÜM 3: OEE (Toplam Ekipman Etkinliği).....		62
3.1.	OEE Bileşenleri.....	64
3.1.1.	Çalışma Süresi Kavramı.....	65
3.1.2.	Uygunluk.....	66
3.1.3.	Performans.....	66
3.1.4.	Kalite.....	67
3.2.	Kayıp Türleri.....	67
3.2.1.	Ekipman Etkinliğini Kısıtlayan Kayıp Türleri.....	67
3.2.2.	İşgücü Etkinliğini Kısıtlayan Kayıp Türleri.....	68
3.2.3.	Makine Etkinliğini Kısıtlayan Kayıp Türleri.....	69
3.2.4.	Malzeme ve Enerji Kullanımı Kayıp Türleri.....	70
3.3.	OEE Hesaplamaları ve Dünya Klasmanı.....	70
3.3.1.	OEE Hesaplamaları.....	70
3.3.2.	OEE Dünya Klasmanı.....	71
3.4.	OEE Kullanımında Dikkat Edilmesi Gereken Hususlar.....	72
3.5.	OEE Çalışmalarına Yönelik Literatür İncelemesi.....	73
3.5.1.	Kavramsal İnceleme Çalışmaları.....	73
3.5.2.	OEE Hesaplama Yöntemini Açıklayan Çalışmalar.....	74
3.5.3.	İyileştirme Çalışmalarının Etkinliğini Ölçen Çalışmaları.....	76
3.6.	Çalışmada OEE Kullanım Amacı.....	78
BÖLÜM 4: AYAR SÜRECİNİN İYİLEŞTİRİLMESİ: MEVCUT DURUMUN ANALİZ EDİLMESİ.....		79
4.1.	Uygulamanın Önemi ve Amacı.....	79
4.2.	İşletme ve Parlak Çelik Sektörü Hakkında Genel Bilgi.....	80

4.2.1.	İşletme Hakkında Genel Bilgi.....	80
4.2.2.	Parlak Çelik Hakkında Genel Bilgi.....	81
4.3.	Maliyet Sisteminin Kurulması.....	82
4.4.	Mevcut Üretim Performansının Belirlenmesi.....	84
4.4.1.	Kayıp Türlerinin Belirlenmesi.....	84
4.4.2.	Öncelikli Üretim Hattının Belirlenmesi.....	86
4.4.3.	Odaklanılmış Prosesin Kullanılabilirlik Oranı Analizi.....	87
BÖLÜM 5: AYAR VE HAZIRLIK SÜRECİNİN İYİLEŞTİRİLMESİ:		
SMED UYGULAMASI.....		92
5.1.	Ayar ve Kesici Uç (Bıçak) Değişim Sürelerinin İyileştirilmesi.....	92
5.1.1.	Ayar Akış Sürecinin Tanımlanması.....	92
5.1.2.	Mevcut Ayar Adımlarının Zaman Verilerinin Belirlenmesi.....	93
5.1.3.	İç ve Dış Ayar Adımlarının Ayrıştırılması.....	95
5.1.4.	İç Ayar Adımlarının Dışsallaştırılması ve Süreç Adımlarının İyileştirilmesi.....	96
5.1.5.	Standart Ayar Zamanlarının Tanımlanması.....	99
5.2.	Uygulama Sonuçlarının Üretim Performansı Açısından Değerlendirilmesi.....	100
5.3.	Uygulama Sonuçlarının Birim Maliyet Açısından Değerlendirilmesi.....	102
SONUÇ VE DEĞERLENDİRME.....		104
KAYNAKÇA.....		107
ÖZGEÇMİŞ.....		113

KISALTMALAR

CAD	: Computer Aided Design
CNC	: Computer Numerical Control
FM01	: Kabuk Soyma Faaliyet Merkezi
FM02	: Doğrultma Faaliyet Merkezi
FM03	: Soğuk Çekme Faaliyet Merkezi
FM04	: Soğuk Çekme Faaliyet Merkezi
FM05	: Çubuk Kumlama Faaliyet Merkezi
FM06	: Soğuk Çekme Faaliyet Merkezi
FM07	: Doğrultma Faaliyet Merkezi
FM08	: Testere Faaliyet Merkezi
FM09	: Çatlak Kontrol Faaliyet Merkezi
FM10	: Pah Kırma-1 Faaliyet Merkezi
FM11	: Pah Kırma-2 Faaliyet Merkezi
FM12	: Taşlama-1 Faaliyet Merkezi
FM13	: Taşlama-2 Faaliyet Merkezi
FM14	: Taşlama-3 Faaliyet Merkezi
FM15	: Paketleme İş Merkezi Faaliyet Merkezi
FTM	: Faaliyet Tabanlı Maliyetleme
JIT	: Just in Time (Tam Zamanında Üretim)
JPIM	: Japon Fabrika Bakım Enstitüsü
IATF	: International Automotive Task Force
ISG	: İş Sağlığı ve Güvenliği
OEE	: Overall Equipment Effectiveness (Toplam Ekipman Etkinliği)
SEMI	: Semi Conductor Equipment and Materials International
SMED	: Single Minute Exchange of Die (Tekli Dakikalarda Kalıp Değişimi)
TPM	: Total Productivity Maintenance (Toplam Verimli Bakım)
VSM	: Value Stream Mapping (Değer Akış Haritalama)

TABLO LİSTESİ

Tablo 1	: TPM Uygulama Adımları.....	20
Tablo 2	: 5S Sorumluluk Tablosu.....	27
Tablo 3	: Alet ve Ekipman Kullanım Sıklığı.....	28
Tablo 4	: SMED Uygulanan İşletmelerde Ayar İşlemlerine Ait Oranlar.....	48
Tablo 5	: OEE Hesaplama Adımları.....	71
Tablo 6	: OEE Faktörleri ve Klasman Değerleri.....	72
Tablo 7	: Üretim Hatları ve Yardımcı Makinalar.....	80
Tablo 8	: Esas Üretim Faaliyetleri Toplam ve Birim Maliyetleri.....	83
Tablo 9	: Üretim Hatları Genel Kayıp Türleri.....	85
Tablo 10	: Üretim Hatları Mevcut OEE Oranı.....	86
Tablo 11	: Kabuk Soyma Hattı Kayıp Türleri.....	87
Tablo 12	: Kabuk Soyma Hattı Kullanılabilirlik Analizi.....	88
Tablo 13	: Kayıp Türleri Pareto Analizi.....	89
Tablo 14	: Ayar ve Bıçak Değişimi Duruş Tablosu.....	90
Tablo 15	: Ayar Adımlarının Mevcut Durum Verileri.....	94
Tablo 16	: Ayar Adımlarının İç ve Dış Olarak Ayrıştırılması.....	95
Tablo 17	: Süreç Adımlarını Dışsallaştırma ve İyileştirme Aksiyonları.....	97
Tablo 18	: Standart Ayar ve Hazırlık Süreleri.....	99
Tablo 19	: Ayar Süreleri ve Kazanç Tablosu.....	100
Tablo 20	: Kullanılabilirlik Değişimi.....	101
Tablo 21	: Birim Maliyet Değişimi.....	103

ŞEKİL LİSTESİ

Şekil 1 : VSM Çevrimi.....	13
Şekil 2 : TPM Yapısı.....	21
Şekil 3 : SMED Temel Adımları.....	46
Şekil 4 : OEE Temel Unsurları.....	64
Şekil 5 : Çalışma Zamanı.....	65
Şekil 6 : Ayar Prosesi Akış Diyagramı.....	93
Şekil 7 : İç ve Dış Ayar Sürecinin Ayrıştırılması.....	96
Şekil 8 : Mevcut Durum ile İyileştirme Adımının Kıyaslanması.....	98

Tezin Başlığı: SMED Uygulamalarının İmalat Sürelerine ve Birim Maliyete Olan Etkisi ve Toplam Ekipman Etkinliği ile Değerlendirilmesi

Tezin Yazarı: Hakan ÇELİK

Danışman:Dr. Öğr. Üyesi. Kamil TAŞKIN

Kabul Tarihi: 08.11.2018

Sayfa Sayısı: viii (ön kısım)+ 113 (tez)

Anabilim Dalı: İşletme

Bilim Dalı: Üretim Yönetimi ve Pazarlama

Üretim işletmelerinin karlılığını etkileyen en önemli iki unsur “rekabet” ve “üretim maliyetleri” dir. Artan üretici sayısı ve ikame ürünlerin varlığı, işletmelerin fiyatlandırma politikalarını piyasaya bağlı hale getirecektir. Artan rekabet, piyasa fiyatlarının düşmesine ve karlılığın azalmasına neden olacaktır. Buna karşın karlılık düzeyini korumak isteyen işletmelerin, rekabet avantajını elinde tutmak amacıyla dolayı yatırım kararları almaktadır. Artan yatırım maliyetleri ve oluşan yeni gereksinimler, işletmelerin giderlerini artırmaktadır. Daralan piyasa fiyatları ve artan maliyetler karşısında, işletmelerin karlılık oranlarını koruyabilmesi ve rekabet avantajını elde edebilmesi için, üretim kayıplarını ortadan kaldırması gereklidir. Ayrıca, ortadan kaldırılan kayıplar sonucu, üretim etkinliğinin performans ve birim maliyet açısından etkilerini ölçmesi ve yönetim karar sürecine dâhil etmelidir.

Çalışmanın amacı, üretim kayıplarının azaltılmasına yönelik yapılan iyileştirme çalışmalarının üretim performansına ve makine birim maliyetlerine olan etkisini ortaya çıkarmaktır. Bunun için, parlak çelik sektöründe faaliyet gösteren bir işletmenin üretim hatlarından birisinin ayar ve hazırlık sürecinin iyileştirilmesi için, SMED metodolojisi uygulanmıştır. SMED uygulaması sonrası, makinenin performansı ve üretim birim maliyetine olan etkisi ele alınmıştır. Üretim etkinliğinin ölçülmesinde, OEE (Toplam Ekipman Etkinliği) ve kullanılabilirlik ölçütlerinden faydalanılmıştır. Kullanılabilir üretim zamanının artmasının birim maliyetlerine olan etkisi ise, FTM (Faaliyet Tabanlı Maliyetleme) yöntemi ile ölçülmüştür.

Azalan birim maliyetlerin ve artan ekipman etkinliğinin ölçülmesini ele alan bu çalışma, fiyatlandırma politikaları, etkin kar planlaması ve üretim planlaması gibi kritik yönetim kararları için iyileştirme çalışmalarının değerlendirilmesi gereken yönleri ve yöntemlerini sunmuştur.

Anahtar Kelimeler: SMED, OEE, FTM, Kullanılabilirlik

Title of the Thesis: The Effect of SMED Applications on Manufacturing Times and Unit Costs and Evaluation with OEE

Author: Hakan ÇELİK

Supervisor: Dr. Öğr. Üyesi. Kamil TAŞKIN

Date: 08.11.2018

Pages :viii (pretext)+ 113 (main body)

Department: Business

Subfield: Production Management and Marketing

The two most important factors affecting the profitability of production companies are "Competition" and "Production Costs". The increasing number of producers and the presence of substitutes will make the pricing policies of enterprises dependent on the market. Due to increased competition, product prices and profitability are reduced. In addition, companies are making investment decisions in order to protect their profitability level and their competitive advantage. Increasing investment costs and new requirements increase production costs. Although the negative impact of shrinking market prices and rising costs, enterprises must eliminate production losses in order to protect profitability rates and competitive advantage. In addition, the results of the study should be evaluated in terms of production performance and unit cost and should be used in management decisions.

The aim of this study is to determine the effect of improvement studies on production performance and machine unit costs. For this purpose, SMED methodology has been applied to improve the setting and preparation process of one of the production lines of an enterprise in the bright steel sector. After SMED application, the effect on machine performance and unit cost was evaluated. "OEE" (Total Equipment Efficiency) and "Availability" criteria were used to measure production efficiency. The effect of increased production time on unit costs was measured by FTM (Activity Based Costing) method.

This study presented aspects and methods of improvement studies for critical management decisions such as pricing policies, effective profit planning and production planning.

Anahtar Kelimeler: SMED, OEE, FTM, Availability

GİRİŞ

İşletmenin satın alma, üretim ve satış gibi ana fonksiyonları, birincil görevlerini kolaylıkla getirdiği sürece, işletme devamlılığının sağlanmasında herhangi bir problem çıkmamaktadır. Ancak, herhangi bir ana fonksiyonun gerçekleştirdiği faaliyetlerde gelen aksamalar işletmeler için önemli etkilere sebep olabilmektedir.

Üretim hammaddelerinde bulunabilme kolaylığının azalması, tedarikçi sayısının azalması ve bitmesi ya da nitelikli tedarikçinin bulunmaması, satın alma ile satışın ödeme politikalarında uyumsuzlukların olması gibi satın alma tabanlı problem ortaya çıkabileceği gibi ikame ürünler, dış paydaş beklentilerinde meydana gelen değişiklik ve rekabetten kaynaklanan sebeplerden dolayı satış faaliyetlerinde aksamalar meydana gelebilir.

Diğer fonksiyonların faaliyetlerinden kaynaklı ortaya çıkan problemlerin etkisinin azaltılabilmesi ve işletme karlılığının korunabilmesi için kritik rol üretim faaliyetlerine düşmektedir. Daralan bir sektörde, satış fiyatlarının ve karlılık oranının düştüğü ancak beklentilerin ve yasal dayanakların arttığı ortamda, işletmelerin mevcut karlılık düzeylerini koruyabilmeleri üretim faaliyetlerini etkin kullanmasına bağlı hale gelecektir.

Ortaya çıkan olumsuzluk ortamında, üretim faaliyetlerindeki verimsizlikleri ve etkin olmayan çalışma, gereksiz sermaye tüketimi işletme yöneticilerinin ele alacağı konular arasındadır. Diğer faaliyet türlerinde uygulanan tasarruf yöntemlerinin maliyetleri azaltmada etkisinin az olması, yöneticilerin odak noktasını dönüşüm faaliyetlerinin ve sermaye dönüşümünün gerçek noktası olan üretime çevirmiştir.

Üretim verimsizliklerinin önlenmesi ve sermaye dönüşümleri sırasında ortaya çıkan kayıplarının ortadan kaldırılması üzerine birçok uygulama ve ölçüm araçları belirlenmeye ve kullanılmaya başlamıştır. Bu araçların asıl amacı, üretim faaliyetlerini kontrol altına alabilecek bir yönetim anlayışı içerisinde söz konusu faaliyetlerin daha iyiye götürülerek işletmelerin dönüşüm maliyetlerini azaltacak aksiyonları belirleyebilmek, ölçebilmek ve devamlılığını sağlayabilmektir.

Yalın üretim stratejisi, başlangıçta Japon işletmeleri tarafından uygulanan ve daha sonrasında tüm dünya işletmelerine yayılan sürekli gelişen üretim performansı elde etmeye hedef edilen bir üretim ve yönetim yöntemlerinden en fazla kabul görenlerinden birisidir. Artan arz ve kıt kaynaklar altında, Japon işletmelerinin karlılığını artırmak ve faaliyet döngüsünü devam ettirme kaygısı, işletmelerin daha verimli ve etkin çalışmaya yönelmesine sebep olmuştur. Bu süreç içerisinde, çeşitli süreçler için çeşitli uygulama araçları belirlenmiş ve belirlenen uygulama araçları bir sistematik hale getirilmiştir.

Yalın üretim uygulama araçlarının seçimi, ortada var olan kayıp türüne bağlı olarak değişmektedir. Ortada düzen ve tertip ile ilgili problem olduğunda 5S, üretim akış ve stoklu çalışma hedeflendiğinde çekme sistemi ve kanban, hata oranları fazla ise poka-yoke olarak adlandırılan verimlilik araçları tercih edilmektedir.

Üretim verimliliği etkileyen en önemli kayıp türlerinden birisi ayar ve hazırlık kayıplarıdır. Geleneksel ve kontrol edilemeyen üretim işletmelerinin, kronik problemlerinden birisi olan ayar ve hazırlık kayıplarının, standartlaştırılarak kontrol edilebilir bir süreç adımı haline getirilmemesi işletmelerin dalgalanan üretim performansı izlemesine ve performans oranlarının düşük çıkmasına neden olacaktır.

Ayar ve hazırlık süreçlerinin kontrol edilebilir ve iyileştirilebilir bir süreç adımı haline gelebilmesi için uygulanan yalın üretim aracına SMED metodolojisi adı verilmektedir. SMED, ayar ve hazırlık süreci adımlarının olabildiğince üretim hattı ya da makine durmadan sade, en basit ve her zaman tekrar edilebilir şekilde gerçekleşmesini sağlayan önemli süreç geliştirme araçlarından birisidir.

Süreç iyileştirmenin yanı sıra üretim genel durumunun izlenebilirliği ve kontrol edilebilirliğinin sağlamak üzere kullanılan yönetim araçlarına performans ölçüm anahtarları adı verilmektedir. Performans ölçüm anahtarları, finansal ve mali boyutta etkilerini izlemek amacıyla yapılacak çalışmalar bazında ele alındığında bir maliyet yöntemi olabildiği gibi direk üretim performansı hakkında bilgiler veren bir anahtarda olabilir.

Değişen üretim yöntemleri, araçları ve ekipmanları ile üretim verimliliğini ve birim çıktı miktarını artırma amacı, işletmelerin yatırım maliyetlerinin artmasına neden olmuştur. Bununla birlikte yeni üretim ve yönetim araçlarının tatbik edilebilmesi için gerekli olan

endirekt personel ihtiyacına olan gereksinimde artış göstermiştir. Süreç içerisinde bu tip değişimler işletmelerin maliyet yapılarını da değiştirmiştir. Değişen maliyet yapısı ve maliyet kalemlerinin ağırlıkları karşısında, geleneksel maliyetleme yöntemleri yetersiz kalmıştır. Bu durum, özellikle yönetim kararlarının verilebilmesi, maliyetlerin anlık izlenebilmesi ve doğru ölçülebilmesi konusunda daha güvenilir ve doğru veriler sunan maliyetleme yöntemine ihtiyacı ortaya çıkarmıştır. Ortaya çıkan olumsuz durumun ortadan kaldırılması ve maliyet yönetiminin etkin kullanımı için, işletmenin söz konusu faaliyetleri ile uyumlu ve faaliyetler ile maliyetler arasında ilişki kurulabilen FTM (Faaliyet Tabanlı Maliyetleme) yöntemi oluşturulmuştur. FTM yöntemi, özellikle değişen veya gelişen üretim ortamlarında maliyetin mevcut faaliyetlerle ilişkilendirilmesinde kullanılan etkin bir maliyetleme yöntemidir.

Diğer yandan üretimin performansının izlenmesinde ise, işletmelerin üretim miktarları, hatalı ürün miktarları, zamanında teslimat performansları, personel performansı gibi göstergeler kullanılmaktadır. Özellikle artan yatırım maliyetleri karşısında makinelerin ya da üretim araçlarının kullanımının daha efektif kullanılmasına yönelik çaba ve bunu ölçme isteği OEE (Toplam Ekipman Etkinliği) kavramını oluşturulmuştur.

OEE kavramı, makine etkinliklerinin ölçülmesinde, mevcut durumun detaylı analiz edilmesinde, iyileştirme ve izleme süreçlerinin etkinleştirilmesi kullanılan önemli performans anahtarlarından birisidir. Makine etkinliğini, kullanılabilirlik, performans ve kalite ana kriterlerine bağlı ölçen OEE, yalın üretim uygulamalarının saha oluşturduğu etkinin belirlenmesinde sıklıkla kullanılmaktadır.

Süreç iyileştirme, üretim performansı ve maliyet yansımaları bir araya getirildiğinde, ayar ve hazırlık süreçlerinin önemli zaman kayıplarına neden olduğu makinelerde, hatlarda ya da tesislerde gerçekleştirilecek olan SMED uygulamalarının sonuçlarının üretim performansı açısından değerlendirilmesi gerekliliği kadar birim maliyetlere olan etkisinin de ortaya çıkarıcı bir çalışmanın yapılması gerekliliği ortaya çıkmıştır.

Çalışmanın Amacı:

Benzer ürün gruplarına sahip, ancak çeşitliliğin fazla olmasından kaynaklı tip değişim sayısının fazla olduğu üretim hatlarında birim tip dönüşü süresi ya da birim ayar

süresinin iyileştirilerek ve standartlaştırılarak, en kısa sürelerde tekrarlanabilir şekilde gerçekleştirilmesi, üretim etkinliğinin arttırılması açısından kritik öneme sahiptir.

Bunun yanı sıra iyileştirme sürecinde katlanılan maliyetlerin ve harcanılan emeğin karşılığında, hatlarda gerçekleştirilen iyileştirmenin performansa ve maliyete olan yansımaları da ölçülmesi gereklidir. İyileştirme sonrası, birim maliyetlerdeki azalışın doğru hesaplanarak fiyatlara yansıtılması, satış faaliyetlerindeki performansı artmasına katkı sağlayacaktır. Diğer taraftan üretim performansındaki artış, kayıp zamanlardaki üretimsizliğin ortadan kaldırılmasına, daha fazla üretimin gerçekleşmesine ve daha etkin planlama ve teslimat süresi belirleme çalışmalarının yapılmasına olanak sağlayacaktır.

Çalışmanın amacı; ayar ve hazırlık sürelerinin iyileştirilmesi sonucu ortaya çıkan pozitif durumun üretim performansına ve üretim sürecinin birim maliyetine olan etkisini ölçmektir.

Çalışmanın Önemi:

Fiyatlandırma ve fiyat avantajını elinde bulundurma, birim zamanda daha fazla üretebilme ve müşteri isteklerini yanıtlayabilme yeteneği başta daralan endüstri kollarında olmak üzere tüm endüstrilerde önemli rekabet avantajı kazandıran işletme kabiliyetlerinden birisidir.

İşletmeler, zaman kayıplarını minimize ederek üretim miktarını en büyükleyecek ve birim maliyetleri en küçükleyecek iyileştirme sürecinin içerisinde. Bu sayede elde ettikleri başarıları kar oranlarını arttırmak ya da satış fiyatlarını aşağı çekerek rekabet avantajını elinde bulundurmak istemektedir.

Ayar ve hazırlık sürelerinin azaltılması amacıyla kullanılan yalın üretim araçlarından birisi olan SMED uygulamaları sonucunda, genel olarak çalışmanın etkisi üretim performansı olarak ölçülmektedir. Ancak, sonuç olarak elde edilen başarı sonucu planlanan üretim zamanı içerisinde üretilen ürün yâda sipariş miktarında artış meydana geleceğinden dolayı, birim ürüne yüklenecek olan sabit maliyet paylarında azalma meydana gelecektir. Bu durum sonucunda, ürünün toplam maliyetinde azalma oluşacaktır. “Birim maliyetlerinde ne kadar azalış meydana gelecek?” sorusunun

yanıtlanması için, çalışma etkinliğinin maliyet tarafının da incelenmesi gerekliliği çıkmaktadır.

Çalışma, geleneksel SMED metodolojisi uygulamanın yanı sıra uygulama etkinliğinin üretim performansına ve ürün birim maliyetlerini inceleyerek, işletme karar vericilerine ve literatürde benzer konularda yapılacak çalışmalara katkıda bulunacağı düşünölmektedir.

Çalışmanın Yöntemi:

Çalışmanın genel akışı, kavramsal inceleme ve literatür araştırmalarının ardından saha uygulaması ve elde edilen sonuçların değerlendirilmesi ele alarak çalışmanın amacı ve önemini anlamlı ortaya koyacak şekilde oluşturulmuştur.

Birinci bölümde, üretim işletmelerinde kayıpların ortadan kaldırılması için kullanılan yalın üretim araçlarının kavramsal yönü ele alınmıştır. Her bir yöntemin temel amacının aynı olmasına rağmen, iyileştirilmesi gereken kayıp türlerine bağlı olarak seçilmesi ve uygulanması gerekliliği ortaya çıkmıştır. Bazı durumlarda, bir ya da birden fazla uygulamanın bir uygulama çatısı altında toplandığı sonucuna ulaşılabılır.

Genel iyileştirme yöntemlerinden çalışma amacına yönelik ikinci bölümden itibaren ele alınmıştır. İkinci bölümde ayar ve hazırlık sürelerinin azaltılmasına yönelik kavramsal çerçeve çizilmiş ve literatürde SMED metodolojisi ile ilgili yapılan çalışmalar inceleyerek, çalışmanın farklılığı ve yapacağı katkı açıklanmıştır.

Yapılan bir iyileştirme çalışması sonrasında, çalışmanın etkinliğinin ölçülmesi için kullanılacak performans aracının tanıtımı üçüncü bölümde yapılmıştır. Bu bölümde, OEE kavramsal çerçevesi, hesaplama yöntemi ve kabul gören standartlar ile literatürde ele alınış biçimi detaylı olarak incelenmiştir.

Uygulama için genel kavramsal çerçeve oluşturulduktan sonra dördüncü bölümde, “nerede, neyi, neresi” ve “ne durumda” gibi çalışma öncesi mevcut durum detaylı olarak ele alınarak, çalışmanın yapıldığı işletme hakkında faaliyetleri, makine ve ekipmanları hakkında bilgi verilmiştir. Devamında bu ekipmanların hangisinin iyileştirilmesi için odaklanmış proses olacağı kararı değerlendirilmiştir. Ardından seçilen prosesin, kayıp türü analizi ve iyileştirilmesi gereken kritik kayıp türleri OEE ve Pareto Analizi ile

değerlendirilmiş ve ayar sürecinin iyileştirilme konusu olarak ele alınma sebebi açıklanmıştır.

Beşinci bölümde, SMED uygulaması ile proses üzerindeki ayar ve hazırlık süreci detaylı ele alınarak iyileştirilmesi ve elde edilen sonuçların değerlendirilmesi yapılmıştır. Elde edilen sonuçların maliyete olan etkileri FTM yöntemi ile değerlendirilirken, üretim performansına olan etkisi OEE üzerinden incelenmiş ve değerlendirilmiştir.

Elde edilen sonuçların, stratejik üretim ve fiyatlandırma politikasını nasıl etkileyebileceği, çalışmanın gelecek dönemlerde yapılacak olan literatür çalışmalarına sağlayacağı katkı ve önerileri sonuçlar bölümünde ele alınarak çalışma tamamlanmıştır.

1.SÜREÇ İYİLEŞTİRME YÖNTEMLERİ

1.1.Kaizen (Sürekli İyileştirme)

İşletme sermaye unsurlarında, üretim ortamında ve dış paydaş beklentilerinde meydana gelen değişimi yakalayabilme kaygısı üretim veya hizmet sunucularının yaşamsal seyrini devam ettirebilmesi için değişime ayak uydurma ve değişim karşısında gelişime açık olma durumunu ortaya çıkarmıştır.

Değişim karşısındaki değişim ya da ortaya çıkan olumsuzluklara karşı dayanma gücünü artırma amacı, işletmelerin kendi dönüşüm sürecini daha doğru yürüterek ve daha iyiye götürerek mümkün hale gelecektir. Daha iyiye gitmenin en önemli yollarından birisi olan sürekli iyileştirme stratejisini 1950 yılında DEMING'in yol göstericiliğinde SHEWHARD tarafından ortaya atılmıştır. Daha sonrasında, Japon işletmelerinde yayılan ve adına "kaizen" adı verilen sürekli iyileştirme önemli prensip haline gelmiştir (Yılmaz, 2014: 81).

Kaizen felsefesi Japonya'nın rekabet avantajını ele geçirmesi ve bunu koruma çalışmalarında başarısının temel anahtarıdır. Kaizen, Japonca Kai (değişim) ve zen (daha iyi) kelimelerinin bir araya gelmesinden oluşur ve Türkçede sürekli iyileştirme olarak kullanılır (Akıl, 2013: 55).

Üretim prosesi üzerinde gerçekleşen ve herhangi bir anlamlı dönüşüme katkı sağlamayan kayıpların azaltılmasına yönelik önleyici ve düzeltici çalışma faaliyetleri olarak tanımlanabilecek olan kaizen, ortaya ürün çıkarmak üzere faaliyet gösteren her türlü işletmede kullanılacak ve önemli iyileştirmeler sağlayabilecek yalın üretim araçlarından birisidir.

Gelişim ve iyileştirme felsefenin temelinde, küçük adımlarla mükemmelliğe daimi yürüyüş vardır. Bu nedenle, uygulama etkileri çok büyük ve kesikli olmamasına rağmen, etkileri zaman içerisinde sürekli ve toplamda daha büyük etki oluşturabilmektedir. Sürekli iyileştirme çalışmalarının odağında insan ve mükemmel için atılan adımlar vardır. İşletmelerin devamlılığı için insan kaynakları en değerli dönüşüm unsurudur. Dönüşüm süreci içerisinde önemli olan insanların, dönüşüm süreçlerinin iyileştirilmesi çalışmalarına dâhil edilmesi önemlidir. Çalışanların

eğitimlerle desteklenmesi ve onların da bireysel gelişimini sağlamak, sürekli iyileştirmenin işletme kültürü olarak yaygınlaştırılmasında önemli rol oynar. Daha iyiyi ulaşma arzusu içerisinde olan işletmeler mevcut durumu yetersiz bulmaktadır. Mevcut durumda karşılaşılan problemlerin çözümünde problem çözme tekniklerinin kullanılması sürekli iyileştirmenin prensipleri arasındadır.

1.1.1. Kaizen ve Yenilikçi Yaklaşım

İşletmeler, üretim süreçlerini geliştirme yönünde iki çeşit yaklaşım biçimine göre hareket ederler. Bazı işletmeler kademeli ilerlemeyi tercih ederken, bazı işletmeler ise tek adımda büyük ilerlemeyi tercih eder. Tek adımda büyük etkilerin oluşumu yenilik olarak tanımlanırken, sonuçları yavaş yavaş ortaya çıkan ve küçük etkilerin oluşumuna kaizen adı verilir.

Mevcut üretim ve yönetim işleyişi içerisinde, söz konusu süreci değişime uğratabilecek atılımlar yenilikçi yaklaşım biçiminin sonuçlarıdır. Örneğin, projelendirme ve teknik resimleme çalışmalarını elle yapan bir mühendislik bölümünde, projelendirme ve resimleme çalışmalarında zaman ve işlem kolaylığı sağlamak amacıyla CAD yazılımı kullanılması.

Kaizen ve Yenilik yaklaşımlarını birbirinden ayıran temel farklılıklar aşağıdaki gibidir (Yılmaz, 2014: 86):

- Sürekli iyileştirme çalışmalarına harcanan maliyetler düşüktür ve elde edilen sonuçlar sürekli gelişim içerisindedir. Yenilikçi yaklaşımda, anlık sıçramalar yüksektir ve bunun için yüksek maliyetli harcamalar gerekmektedir.
- İnsan odaklı ve takım çalışmasına yatkın, yapılan çalışmaların çalışan personel tarafından benimsenmesi kaizen çalışmalarında daha yüksektir. Yenilikçi yaklaşımlar bireyseldir; ileri teknoloji ve para odaklıdır.
- Kaizen 'de yeniliğe göre daha kapsamlı bilgi paylaşımı söz konusudur.

1.1.2. Kaizen ve Katılım Kitleleri

Süreç iyileştirme çalışmaları başta sahada çalışan personel olmak üzere, orta kademe yönetimden üst yönetime kadar herkesin katılımını gerektiren bir süreçtir.

Sorumluluklar belirli bir kişiye ve grubu aktarılması yerine herkesin bir görev ve sorumluluğunun olduğu yapıya sahiptir.

Kaizen 'e herkesin katılımı gerekli olduğu gibi herkesin sistemin işlemesi için belirli görevleri vardır. Üst yönetim, işletmenin politikasını, hedeflerini, fonksiyonlarını belirler ve bunlar için gerekli kaynağı sağlar. Orta kademe yönetim, kaizen kültürünün oluşması ve yaygınlaşması için eğitim ve gelişim sürecinde personeli destekler. Üst yönetimin hedefleri doğrultusunda, hedefleri birimlere yayarak işlerin yürütülmesini sağlar. Standartların oluşturularak korunması, iyileştirme çalışmalarını başlatılması ve sürdürülmesini sağlar. Sahada çalışan personel ise, problemleri daha iyi çözebilmek, yetenek ve tecrübelerini arttırabilmek için kendilerini geliştirerek öneri sistemine dâhil olurlar (Yılmaz, 2014: 90).

1.1.3. Kaizenin Türleri

Süreç iyileştirme çalışmalarında, iyileştirmeye konu olacak çalışmanın içeriği, detayı, analiz ve destek hizmet gerekliliği uygulanacak kaizen yönteminin türünü belirleyecektir. Uygulamalarda genellikle hızlı kaizen, standart kaizen ve majör kaizen olmak üzere üç tip kaizen türü kullanılmaktadır.

“Önce ve Sonra Kaizen” olarak ta tanımlanan hızlı kaizen çalışmaları, üretim hatlarından ya da prosesler üzerinde detaylı çalışmaya gereksinim duymadan bireysel öneriler ve çalışmalar ile ilgili proses üzerinde yapılabilecek iyileştirme çalışmaları olarak tanımlanmaktadır.

Uygulama esnasında kök neden analizi gerektirmeyen ve bir ya da birkaç kişi tarafından genellikle birkaç gün içerisinde uygulanabilecek iyileştirme çalışmalarıdır. Saha çalışmalarında, personelin ya da takımların hızlı kaizen uygulamalarına önem vermesi ve olabildiğince hızlı kaizen uygulaması sayısını arttıracak teşviklerde bulunulması önemlidir. Özellikle, küçük adımlarla, hızlı büyümenin en büyük uygulama aracı olan hızlı kaizen çalışmaları çalışan personelin sorumluluk alma ve sorgulama yeteneklerinin gelişimi açısından son derece önemli uygulamalardan birisidir.

Çalışan tarafından ortaya atılan hızlı kaizen önerisi, takım lideri ya da bölüm yöneticisi tarafından birkaç gün içerisinde değerlendirilir ve uygun görülen öneriler sahada derhal uygulamaya alınmaktadır.

Standart kaizen çalışmaları, üretim sahası içerisinde var olan kayıpların ortadan kaldırılmasına yönelik yapılan sistematik iyileştirme türüdür. Genellikle, üretim sahasındaki israf türleri belirlendikten ve Pareto analizine göre öncelik sırası elde edildikten sonra, var olan kayıp problemlerinin çözümlenmesi için uygulanan ve yaklaşık bir hafta süren grup çalışması uygulamalarıdır.

“Gemba Kaizen” olarak ta bilinen standart kaizen çalışmalarında, kaybın yaşandığı süreçle bağlantılı ve bilgi sahibi olan kişilerin katılımdan oluşan bir çalışma grubunun oluşturulması ve çalışmanın kök neden analizi ile incelenerek problemin ana nedenlerinin ortaya çıkartılarak aksiyonların belirlenmesi gerekir.

Ekip çalışmasına dayalı bir plana, ölçüte ve süreye sahip olan kaizen türüdür. Çalışmanın gerçekleştirilmesi için yönetici veya yönetici yardımcıları toplantılara liderlik etmelidir (Akıl, 2013: 72).

“Kobetsu Kaizen” veya “Hintshitsu- Hozen” olarak ta tanımlanabilecek olan majör kaizen çalışmaları, işletmede var olan kayıpların bir proje ekibi ile plana dayalı şekilde, hedef ve sorumluları atanarak, veri toplama ve analiz süreçleri yapılarak, çalışma sonunda etkinliği takip edilerek yapılan ve genelde üç aylık çalışma periyodunda tamamlanan iyileştirme sürecidir.

1.1.4. Kaizen Uygulamalarının Faydaları

Üretim faaliyetlerindeki genel kayıp türlerinin analiz edilmesi ve elimine edilmesine amacına dayalı olarak uygulanan bireysel ya da grup çalışmasına dayalı kaizen çalışmaları, işletmenin kayıplarının azaltılarak daha etkin çalışmasına katkı sağladığı gibi personelin katılımını ve motivasyonunu artıran önemli gelişim araçlarından birisidir.

Çalışmalar içerisinde direkt etkinliği katkı sağlayan personelin, süreç içerisinde bilgi ve birikiminin artmasının yanı sıra iyileştirilebilecek daha farklı konuların tespit edilmesi konusunda farkındalık kazanma yeteneğini kaizen çalışmaları ile gelişim gösterecektir.

Bunun ötesinde, bireysellikten uzaklaşarak işletme içerisinde bütün bir şekilde problemin çözümü için gerekli olan takım çalışmasına yatkınlaşmaktadır (Korucu, 2013: 45).

Problemlerin bazılarının çözülebilmesi için gerekli olan çözüm yolları bazen sanal sebeplerin arkasına gizlenmiş olabilir. Kaizen çalışmaları ile sistematik problem çözme metotları ile bir problemin ele alınma, incelenme ve analiz edilme metodolojisi öğrenilmesi işletme geneli yayılmış olacaktır.

1.2. VSM (Değer Akış Haritalama)

Müşteri talebinin, üretici arzında daha yüksek olduğu veya tekelleşmiş piyasalar gibi, ürün arzının bir veya yeteri sayıda işletme tarafından yapılmadığı koşullarda fiyatlandırma politikaları söz konusu işletmelerin elinde olduğunda, söz konusu işletmeler maliyetlerini yönetmekten ziyade fiyatı yönetmeye odaklanmaktadır.

Gelişen teknoloji, artan ikame ürünler ve tedarikçi sayısı işletmelerin piyasa fiyatlarını yönetme konusunda yetkilerini kısıtlamaya başlamıştır. Bu kısıtlama karşısında, işletmeler faaliyetleri devam ettirebilmesi ve kar elde edebilme kaygısı işletmeleri, piyasa koşullarında rekabete ve diğer yasal kısıtlayıcılara bağlı olarak oluşan fiyatlandırma politikalarını maliyetleri yönetme politikalarına çevirmesine neden olmuştur.

Sunulan hizmet ya da ürünün, dönüşüm süresinde katlanılan sermaye tüketiminin tamamı maliyet olarak nitelendirilebilir. Dönüşüm maliyetlerinin yüksek olması, işletme karlılığının düşmesine neden olacaktır. Bunun önüne geçilebilmesi için, dönüşüm süresinde gerçekleşen faaliyetlere odaklanılarak iyileştirilmesi ve süreç maliyetlerinin azaltılması gereklidir.

Ürün dönüşüm süresinde, ürüne direk katkı sağlayan faaliyetlerin yanı sıra hiçbir katkısı olmayan ancak maliyetleri arttıran faaliyetlerde vardır. Bu faaliyetlerin ortadan kaldırılabilmesi için, faaliyetlerin belirlenmesi gerekir. Dönüşüm sürecini iyileştirme çalışmalarının en önemli aşaması, olumsuzluğu ya da maliyete sebep olan problemin tespit edilebilmesidir. Ancak farkına varılabilen ve etkisi ölçülebilen bir faaliyete karşı önlem alınarak iyileştirilebilir.

VSM tekniği, üretim sürecinde faaliyetlerin analiz edilerek, katma değer oluşturan ve oluşturmayan faaliyetleri birbirinden ayırarak problemlerin belirlenebilmesi ve yapılacak iyileştirme aksiyonlarının alınmasını sağlayacak yalın üretim yöntemlerinden birisidir (Sarı, 2018: 68).

Değer akışında önemli olan süreç, işletme için değer ve akış kavramlarının doğru belirlenebilmesidir. Değer kavramı, üretim sürecinde müşteri talep ve beklentilerinin karşılanabilmesi için gerekli olan dönüşümü sağlayacak faaliyetler olarak tanımlanır. Akış ise, mevcut durumda müşteri için anlamlı dönüşümün gerçekleşebilmesi için gerekli olan faaliyet rotasıdır. Söz konusu akış yolunun, en sade ve basit olarak direkt olarak katma değer üreten faaliyetlerden oluşması ideal olanıdır. Akış yolunda meydana gelecek, duraksamalar ve beklentiler, ilave veya gereksiz işlemler, akış hız kaybı gibi tüm süreç kayıplarının ortadan kaldırılması gereklidir.

Üretim ortamında problem hâkim olduğunda ve süreçlerin iyileştirilmesi gerekliliği hissedildiğinde, problemler nedir ve nerelerden kaynaklanıyor sorularının yanıtlanabilmesinin temel yolu, israf kaynaklarının değer akış haritama metodu ile ortaya çıkartılmasıdır.

VSM'nin bilgi üretim sistemi, mevcut durumun ve ideal durumun ortaya çıkartılmasına bağlı olarak ideal durumdan farklı olan negatif süreç adımlarının veya faaliyetlerin belirlenerek aksiyon planının çıkartılması ve uygulanmasını içerir. Uygulamada bunun için, incelenecek olan bir ürün ya da ürün ailesi seçilerek, açıklanan çalışma yapılmalıdır. Genel olarak, VSM çalışmasının adımları ürün ailesinin seçilmesi, mevcut durumun haritalanması, gelecek durumun haritalanması ve akış planına göre aksiyonların alınması döngüsüne bağlı olarak oluşur.

İşletme için karlılık söz konusu olduğunda, akış gerekliliklerinin doğru tespit edilebilmesi ve akışın doğru yönlendirilebilmesi önemli hale gelmektedir. Bir ürün ya da ürün ailesi için, dönüşüm sürecinde değer katan maliyet unsurları genellikle üretim işçiliği, hammadde, üretim destek faaliyetleri, bakım ve onarım, makine ve teçhizat ile diğer değer akış maliyetlerinden meydana gelmektedir (Karcioğlu ve Nuray, 2010: 73). VSM metodunun asıl konusu, bu maliyet unsurlarının fazla kullanılması ya da kullanımının aksatılmasına nedeniyle maliyetleri arttıran problem kaynaklarını tespit

edebilmektir. Yöntemin çalışma döngüsünde, gerek mevcut durumun ortaya konması gerekse de gelecek durumun tasarlanması aşamaları söz konusu maliyet unsurlarının performanslarının artırılması ve maliyetlerinin azaltılmasına yönelik aksiyonların belirlenmesi açısından maliyet unsurlarının doğru tespit edilebilmesi kritik öneme sahiptir.



Şekil 1: VSM Çevrimi

Anlamlandırılmış faaliyetler ile anlamsız faaliyetlerin ayrılması, süreç içerisindeki tüm anlamsız kaynak harcamalarının ortadan kaldırılmasını hedefleyen değer akış haritalamanın sağladığı avantajlar aşağıdaki gibidir (Adalı ve diğerleri, 2017: 244; Ergüneş, 2014: 23):

- Odaklanmadan önce üretim sürecinin bütünsel olarak ele alınmasına olanak sağlar.
- Kayıplar varsa, kaynakları da vardır. Kaynakların ortaya çıkartılması açısından VSM tekniği çalışmacılara yardımcı olur.
- Süreç tasarımı, tesis tasarımı ve yeniden düzenleme çalışmalarına katkıda bulunur.
- Üretim süreci ile ilgili ortak dil oluşturur.

VSM tekniği, tüm faydalarının yanı sıra uygulanacak olan yalın üretim teknikleri ya da araçlarının hangisinin gerekli olduğunu ve hangi noktada uygulanacağını tespit edilmesi açısından gereklidir. Bu nedenle, süreç iyileştirme çalışmalarında bütünsel yaklaşım açısından bakıldığında, iyileştirme çalışmalarının başlangıcını oluşturmaktadır.

1.3. JIT (Tam Zamanında Üretim)

Değişkenlik ve dinamiklik kavramları, işletmelerin kontrol edilebilir üretim sürecini zorlaştıran ve sonucunda işletme ürün dönüşüm kaynaklarının gereksiz kullanımına ve verimsizliğine neden olmaktadır. Oysaki müşteriye sunulan ürüne ait üretim sürecinin etkin kullanılmaması, karlılık düzeyinin düşmesine neden olduğu gibi planlanan üretim sürelerinde üretim yapılamamasına ve müşterilere taahhüt edilen zaman dilimlerinde teslimatın yapılamamasına neden olmaktadır.

Müşteri istekleri ve tedarikçi taahhütleri yan yana getirildiğinde, müşteri isteklerinin verilen taahhütlere bağlı olarak gerçekleştirilebilmesinin yolu müşterinin talep etmiş olduğu ürünlerin zamanında, istenilen miktarda ve kalitede, istenilen koşullarda ve dağıtım koşullarında, istenilen yere teslimatının gerçekleştirilebilmesine bağlıdır. Tüm taahhütlerin yerine getirilebilmesi, etkin ve yönetilebilir üretim sisteminin kullanılması ile gerçekleşebilir.

Değişkenlikleri ve kayıpların ortadan kaldırılması, müşteriye verilen taahhütlerin eksiksiz yerine getirebilmesi amacıyla benimsenen üretim yönetimine Tam Zamanda Üretim (JIT) adı verilmektedir (Güner ve Karaca, 2004: 443). JIT felsefesi, tedarikçi ile müşteri arasındaki geçiş sürecinin etkin zamanlama yönetimi ile sıfır bekleme ve sürekli akış prensibine bağlı olarak gerçekleşmesine olanak verecek yalın üretim prensiplerinden birisidir.

Diğer yalın üretim prensipleri gibi ortada var olan kayıpların ortadan kaldırılmasına odaklanan JIT yönetiminin asıl amacı ve sistemsel başarının temeli, stok maliyetlerinin minimize edilmesi ve minimum stok ve ara stok kullanımını sağlayarak işletme sermayesinin etkin çevrimine olanak sağlamaya dayanır. Sıfır stok uygulamasının sağlanabilmesi için dengeleme sistemi ve kanban sisteminden yararlanır (Kara, 2011: 410).

Dengeleme sistemi, JIT üretim ortamlarında prosesler arası ilişkiyi ve talepleri açıklayan ve her bir prosesin üretmesi gereken üretim miktarını belirlemektedir. Dengeleme sisteminin, yükleme ve kapasite dengesizliğini ortadan kaldırarak ara stok yığılmalarını ya da boшта beklemelerin önüne geçmeye katkı sağlamaktadır. Küçük partili üretim sistemi içerisinde her birimin ne zaman ne kadar üretim yapacağını

bildiren ve sistemin çekme esasına göre çalışmasına olanak sağlayan bilgi sistemine Kanban adı verilmektedir.

Dengeleme ve kanban sistemini kullanan JIT felsefesi, dengelenmiş hattın elde edilmesi için toplam kalite kontrol, üretim süreçleri esnekliği, çekme sistemi, verimsizliklerin yok edilmesi ve sürekli iyileştirme temeline dayalı çalışma modelini baz almaktadır (Savaş, 2003:204). Üretim süreci içerisinde sıfır stok ve stok hurda hedefinin sağlanabilmesi için, üretim aşamalarının herhangi birisinde herhangi bir nedene bağlı olarak kalitesizlik meydana gelmemelidir. Kalite problemlerinin tespit edilmesinde direk olarak işleri yapan personel sorumludur ve ortaya çıkan kalitesizlik maliyetlerinin birinci dereceden sorumlusu tedarikçidir. Ortaya çıkması muhtemel kalite problemlerinin çözümü için çalışan, yönetim ve tedarikçi uyumlaştırma sürecindeki ortak çalışmalar yapılmaktadır. Bir ürünün procesten zamanında çıkabilmesi için, sürecin planlanan çalışma kapasitesinde çalışabilmesi ve planlanmamış bir duruşla karşılaşmaması gerekir. Bunun elde edilmesi için, proses ve üretim bazlı verimsizliklerin tespit edilerek yok edilmesi ve sürekli geliştirilmesi esas alınır.

Çekme sistemi kavramı JIT temel noktadır. Bir üretim prosesi olarak talep, hattın sonundan yâda bir sonraki procesten gelir. Müşteri talebi, son istasyona ulaştığında ilgili istasyon talebin karşılanıp karşılanamayacağını kontrol ettikten sonra elde bulunmayan yarı mamullerin üretiminin başlaması için kendisinden önceki proseslere talep açar ve kendisinden önceki proseslerin üretim sürecini aktifleştirir. Bağlı tüm prosesler talebi karşıladıktan sonra, çekme sisteminin başındaki ilk proses son olarak çalışmayı tamamlar. Bu sayede, çekme sistemi üretimin tüm aşamalarında uygulanarak hat boyunca etkin parça akışının elde edilmesine olanak sağlar (Baykoç, Ege ve Shahla; 2002: 18).

JIT üretim prensibine dayalı üretim yönetimine sahip işletmelerin stok bulundurmaktan kaynaklanan giderler azaldığı için sermaye tüketimlerinde tasarruf elde edilmiş olacaktır. Geleneksel üretim işletmeleri stok tutmanın sermaye boyutundaki giderlerinin yanı sıra stok için gerekli yerin temini ya da harcanmasından kaynaklı tesis israfı ile karşı karşıyadır. Tam zamanında üretim uygulayan işletmelerin, stok bulundurmadığından dolayı tesisin daha etkin kullanılmasına olanak sağlayacaktır. Stok bulundurmak, sermaye ve tesis alanı bağlama anlamına geldiği gibi zaman içerisinde

yıpranan veyahut kullanılamaz hale gelebilecek stok ürünlerden kaynaklanacak hurda artımına da sebep olacaktır (Bakmay, 2008: 34).

Diğer taraftan makine, ekipman, insan gücü gibi işletmenin diğer sermaye kaynaklarının etkin kullanımına, üretimin esneklik kazanmasına, üretim hızının artırılmasına ve pazarda rekabet gücünün ele geçirilmesine olanak sağlayacaktır.

Sağlamış oldukları faydalar tarafında incelendiğinde birçok işletme için cazip hale gelen ve dönüşüm yolunda birçok çaba sarf edilen JIT üretim prensibi, direkt uygulama konusunda o kadarda kolaylıkla gerçekleştirilecek bir süreç olmadığını uygulamalarda ortaya koymuştur.

Baştan sonra ele alındığında mevcut sisteme meydan okuma ve değişim süreci olan JIT'a dönüşüm süreci sıkıntılı ve zorlu bir süreçtir. Bu süreç içerisinde var olan işletme kültürü, bu değişimi kabul etmeyip mevcut değişimin sağlanmasına destek olmak yerine engellemeye ve başarısızlıkla sonuçlanmasına yönelik tutum içerisinde olacaktır. Buna ilave olarak, üst yönetimin tam olarak sağlanamaması ya da çalışmanın sıkı tutulmaması, mevcut kültürün değişiminin sağlanmasını önüne bir engel daha oluşturacaktır.

Kültür değişimi tedarikçi, üretici ve müşteri zincirinin geliştirilmesi olarak değerlendirilmesi gerekir. Birçok uygulamada, değişimi işletme içi uygulamaya yönelik söz konusudur. Böyle bir durumda, tedarikçi ilişkileri ve gelişimi sürecinin başlamaması, kaliteli tedarikçi listesinin elde edilememesi durumunda JIT sürecine geçiş ve uygulamalarda birçok sıkıntı ortaya çıkacaktır.

JIT sisteminin sayılan birçok faydasının ortaya çıkabilmesi ancak, üst yönetimin desteği ve çalışanların sık sık bilgilendirilmesi, tedarikçi ilişkilerinin geliştirilmesi ve sağlanan yapının sürekli iyileştirme tabanında geliştirilmesine bağlıdır.

1.4. TPM (Toplam Verimli Bakım)

Üretim tesislerinin rekabet edebilme gücünü devam ettirmesi için sürekli gelişim ve değişim içerisinde olmalıdır. Rekabet gücünü elinde bulundurabilmesi için kaynak tüketimlerini azaltması gerekir. İşletmeler, başlangıç aşamalarında ilk olarak ele alınan maliyet azaltma yöntemi, hammadde ve satın alma maliyetlerini azaltacak önlemler

almaktadır. Ancak, bunun etkisi kısıtlı ve sürekliliği yoktur. Bunun farkına varan işletmelerin hepsi, asıl etkenin verimlilik olduğunu karar vermiştir.

Verimliliğin önündeki engellerden en önemlisi ekipmanların bakımınıdır. İşletmeler, ekipman bakımı çalışmalarındaki başarısını artırabilmek için çeşitli stratejik yönetim araçları kullanmaktadır. Bunlardan birisi de, Japon Fabrika Bakım Enstitüsü (JPIM) tarafından geliştirilen Toplam Üretken Bakım (TPM) sistemidir (Dökme ve Taner, 2013: 21).

Toplam üretken bakım kavramı, sadece bakım veya üretim birimlerini içine alan değil, organizasyonun tamamını içine alan bir yapı içerisinde üretim hatlarında veya iş merkezlerindeki kayıpların en aza indirmek, makine ve ekipmanlarının etkinliğinin grup çalışmalarıyla arttırmaya yönelik uygulanan yönetim aracı olarak tanımlanabilir (Eşme ve İlhan, 2003: 236).

Temel amaç yönüyle Toplam Verimli Bakım, üretim işletmelerinin geçmişte uyguladıkları tamir ve bakım faaliyetlerinden vazgeçerek ekipmanlarda oluşabilecek arıza ve tamirleri oluşmadan önlemeyi hedefleyen etkinlik artırma yöntemidir (Ersöz, Öztürk ve Gürel, 2018: 447).

Toplam kavramı işletme içerisindeki tüm birimleri ve çalışanları ile üretim içerisindeki toplam ömür döneminde verimlilikte toplam artışı ifade etmektedir. Yöntemin bu yönü, çalışan katılımını zorunlu kılmaktadır.

Üretken kavramı, üretim süreçlerine etki eden iş merkezleri veya üretim hatlarına ait makine ve ekipmanların hatasız üretimi sağlayacak şekilde iyileştirilmesi, yeniden tasarlanması ve uygulanmasını içeren verimlilik artışı sağlayan üretimi simgelemektedir (Ersöz, Öztürk ve Gürel, 2018: 448).

TPM'in son kavramı bakım, çalışmakta olan makine ve ekipmanların sürdürülebilir ve geliştirilebilir performans çizgisinden ayrılmaması için gerekli olan önlemlerin alınması, bakım ekibinin ve operatörün eğitilmesi ve gelişimi olarak tanımlanabilir.

Çalışma ortamlarının iyileştirilme çabaları, insanların ve çalışma gruplarının katılımının sürekli olmasını istemektedir. Bu nedenle, özellikle faaliyeti gerçekleştiren çalışanların katılımı ve önerileri daha çok dikkate alınmalıdır.

1.4.1. TPM Hedefleri

Karar vericilerin, sektörel ve ikame rekabet ortamında sürekli gelişim yoluyla işletmenin varlığını sürdürebileceğine olan inancı artmıştır. Sürekli gelişim yolundaki işletmelerin organizasyonel çatısını oluşturan toplam üretken bakım çalışmaları, işletmelerin hedeflerine oluşmada önemli role sahiptir.

İşletmeler, aşağıda belirtilen hedeflerine ulaşmak için toplam üretken bakım uygulamalarını kullanmaktadır (Eşme ve İlhan, 2003: 236; Görener ve Yenen, 2007: 49; Çavuşoğlu, 2008: 36):

- Üretim hatlarında veya iş merkezlerindeki israfların ortadan kaldırılmasına bağlı verimlilik artışını sağlamak,
- Tezgâh verimliliği etkileyen kalite problemlerin azaltılmasını sağlayarak ürün kalitesini arttırmak,
- Üretim hatalarını ve hurdaları azaltmak,
- Arıza bakım faaliyetlerini azaltmak, kontrol edilebilir ve izlenebilir bakım faaliyetlerinin oluşumunu sağlamak,
- İyileştirme fikirlerinin oluşumunu ve grup çalışmalarının devamlılığını sağlamak,
- İş kazalarını azaltmak,
- Üst yönetimden en alt kademedeki çalışanlara kadar, organizasyon içerisindeki tüm bireylerin aktif katılımını sağlamak,

1.4.2. TPM Uygulama Süreci

İşletme içi organizasyon değişikliğinde başarının elde edilmesi, işletmenin ve tüm işletme içi paydaşların değişime hazır olmasına bağlıdır. Gerek toplam üretken bakım gerekse de diğer yalın üretim araçlarında da başlangıç aşamasında aynı durum geçerlidir. Süreç sahiplerinin ve çalışanların değişimin gerekliliği ve faydaları konusunda bilgilendirilmesi, çalışmaların seyircisi olarak değil katılımcısı olması önemlidir. Bu nedenle uygulama sürecinin ilk aşamasında toplam üretken bakım tanıtımı ve bilgilendirme sunumlar gerçekleştirilmelidir.

TPM süreci, özellikle insan ve ekipmanlar olmak üzere işletme kaynaklarının gelişimini sağlayan kültür değişimli faaliyetlerdir. Süreç, çalışanlara eğitim ve sorumluluklar verir ve gelişimine katkıda bulunur. İnsanların gelişim süreci ekipmanların ve dolayısıyla fabrika verimliliğinin artmasını sağlar. Bu nedenle sürecin en kritik noktası, uygulamalara direkt etki edecek olan insan faktörünün çalışma sürecine dâhil edilmesi olacaktır.

İlk aşama faaliyetlerinin zaman boyutu işletmenin alışkanlıklarının yönüne ve işletme boyutuna göre değişiklik göstermektedir. Genel olarak giriş eğitimleri altı aya kadar uzayabilmektedir. Önemli olan sürecin, büyük etkili ve kısa süresi uygulanması değil, küçük adımlarla uygulamaya sürekli devam etmesidir. Sistemin içi organizasyonun kurulması ve fonksiyonel hale gelmesi için üç yıldan daha fazla süreye ihtiyaç olacaktır.

Giriş ve bilgilendirme eğitimleri dâhil toplam üretken bakıma ait başlangıç ve gelişim süreci aşağıdaki adımlardan oluşmaktadır (Eşme ve İlhan, 2003: 238):

- **Başlangıç Hazırlıkları:** Tüm değişim süreçlerinde olduğu gibi toplam üretken bakım süreçlerinde de üst yönetim desteği önemlidir. Süreci başlangıç aşamasında üst yönetim bir deklarasyonla, çalışma hakkındaki görüş ve düşüncelerini, değişikliğe olan desteğinin tam olduğunu tüm süreç sahiplerine ve çalışanlarına hissettirmelidir. Üst yönetim bilgilendirmesinin ardından, eğitim ve kampanya süreci başlatılarak, işletme ortamının değişime hazırlanması sağlanır. Temel hedef ve politikalar belirlenerek ve buna bağlı olarak proje uygulama planı çıkartılır.
- **Başlama Vuruşu:** Başlangıç hazırlıklarının tamamlanmasının ardından, tüm çalışanların yapılacak pivot çalışma, çalışma takvimi, oluşturulan takım ve takım üyeleri ve görevleri konularında bilgilendirmek üzere toplantı yapılır ve ardından oluşturulan faaliyet planına göre uygulamaya geçilir.
- **TPM Uygulamaları:** Uygulamalarının temelinde mevcut durumun daha iyi hale getirilmesi vardır. Bunun için, sürekli iyileştirme, otonom bakım ve planlı bakım aktif olarak uygulanır. Mevcut durumu ve gelişimin izlenmesi için verimlilik temelli performans izleme ölçütleri belirlenmeli ve gelişim hedefler doğrultusunda takip edilmelidir. Hedeflerden sapma veya gerileme durumları izlenerek aksiyonlar alınarak, sağlanan başarıların devamlılığı sağlanmalıdır.

- **Yaygınlaştırma: Pivot** uygulama sonucunda elde edilen başarıların, işletme içindeki diğer bölüm ve varsa diğer tesislerde uygulanması için yaygınlaştırma çalışması yapılır.

TPM uygulamalarının üç ana aşamasına ait uygulama adımları tablo 1.'de özetlenmiştir:

Tablo 1
TPM Uygulama Adımları

Aşamalar	Adımlar	Detaylar
HAZIRLIK	1. Üst Yönetim Deklerasyonu	Üst Yönetim Temsilcileri, konuyu ve önemini açıklar. Genel bilgilendirme ve faydaları hakkında bilgi verilir.
	2. TPM Tanıtım ve Bilgilendirme Faaliyetleri	Çalışanlara TPM konusunda eğitimler verilir. Cesaretlendirme ve motivasyon sağlanır.
	3. Organizasyon Yapısının Oluşturulması	Sürekliliğin sağlanması için organizasyonel yapı ve çalışma kuralları belirlenir.
	4. TPM Temel Hedef ve Politikaların Belirlenmesi	Mevcut durum analizi edilir ve temel hedef ve politikalar belirlenir.
	5. TPM Ana Planın Hazırlanması	Detaylı uygulama planı hazırlanır.
UYGULAMA	6. Başlama Vuruşunun Yapılması	Tüm organizasyonun katılacağı bir yapıda uygulamalar başlatılır.
	7. Ekipman Yönetim Sisteminin Kurulması	Sürekli iyileştirme takımları kurulur ve kayıplar önleyici faaliyetlere odaklanılır.
	8. Otonom Bakım Sisteminin Kurulması	Makine başında operatör tarafından yapılacak hızlı, basit ve kolay bakım faaliyetleri belirlenmesi, uygulanması ve devamlılığının yapılması için yapı kurulur.
	9. Planlı Bakımın Geliştirilmesi	Üretim araçlarının gruplandırılması, üretim araçlarına ait dosyaların oluşturulması, alt gruplar ayrılması, eylemlerin tanımlanması ve uygulamanın takibi ve kontrolünü içerir.
	10. Önleyici Mühendislik Faaliyetlerinin Gerçekleştirilmesi	Elde edilen sonuçların yeni ekipmanlara aktarılması ve ömür çevrim maliyet analizi yapılır.
	11. Bakım Yeteneklerinin Geliştirilmesi	Tüm düzeylerdeki çalışanları eğitimleriyle elde ettikleri başarıların sürekliliği sağlanmasıdır.
SÜREKLİLİK	12. TPM Sisteminin Korunması ve Yeni Hedeflerin Belirlenmesi	Değerlendirme yapılması, hedeflerin güncellenmesi, PM ödülüne başvuru gibi aşamaları içerir.

Kaynak: Dökme ve Taner, 2013: 24.

1.4.3. TPM Temel Prensipleri

İşletme kaynak israflarını ortadan kaldırarak genel teçhizat verimliliğini arttırmak amacıyla uygulanan Toplam Üretken Bakım faaliyetleri, uygulama esnasında başarının arttırılabilmesi için uygulanması gereken sekiz temel prensibe sahiptir.



Şekil2: TPM Yapısı

1.4.3.1. Kobetsu Kaizen

Odaklanmış iyileştirme faaliyetleri olarak tanımlanmaktadır (Eşme ve İlhan, 2003: 238). İşletme kaynaklarının etkin kullanımı sağlamayı amaçlamaktadır. Kobetsu kaizen faaliyetleri ile altı büyük kaybın giderilmesine odaklanılır.

Altı büyük kayıp, duruş, hız kayıpları ve hurdalardan oluşur. Arıza ve ayar kayıpları duruşları, boшта çalışma ve kısa duruş kayıpları ile düşük hızda çalışmalar hız kayıplarını, yeniden işlem ve kalite hataları ile ilk çalıştırma kayıpları hurdaları oluşturmaktadır (İşşir, 2006: 25).

1.4.3.2. Otonom Bakım

Üretim makine ve ekipmanlarını kullanan operatörün, faaliyet gösterdiği iş merkezi ve üretim hattında kendisi tarafından yapılabilecek basit kontrol, ayar ve düzeltme

faaliyetleridir. Yetkilendirilmiş personel kavramının oluşumu otonom bakım faaliyetleri ile geliştirilir.

Otonom bakım çalışmalarında başarının elde edilmesi için tüm çalışanların programın tüm adımlarında çaba göstermesi, mevcut durumu sürekli sorgulaması ve katkıda bulunması gereklidir (Bingöl, 2012: 23).

Sistemik ve kalıcı bir otonom bakım yönetiminin sağlanabilmesi için işletmelerin uygulaması gereken adımlar aşağıdaki gibi sıralanmıştır:

- 5S çalışmaları
- Kirlilik kaynaklarının tespit edilmesi ve önlemlerin alınması
- Geçici otonom bakım standartlarının oluşturulması
- Genel kontroller
- Otonom Bakım
- Standartlaştırma
- Tam Otonom Bakım Yönetimi

1.4.3.3. Planlı Bakım (Periyodik Koruyucu Bakım)

Üretim sahası içerisinde olası arızaların meydana gelmesini önlemek için, makine ve ekipmanların fonksiyonel yeterliliklerini yerine getirmesini sağlaması belirlenen zaman dilimleri içerisinde kontrol ve değişim süreçlerini kapsayan çalışmadır.

Periyodik koruyucu bakım, endüstride sıklıkla kullanılan bakım stratejilerinden birisidir. Stratejinin yönetiminde, bakım ekibinin deneyimi ve makinelerin geçmişteki performansları göz önünde bulundurularak aralıklarla durdurma ve bakıma alma esasına dayanır.

Bakım zamanları ve sıklığını belirlerken, üretici teknik dokümanlarında önerilen süreler ve uygulamalar sonucu elde edilen tecrübeler dikkate alınmalıdır. Arıza meydana gelmeden muayene, yağlama, ayarlama, revizyon ile makinelerin kullanılabilirlik süresi arttırılmaya çalışılır (Dökme ve Taner, 2013: 22).

Planlı bakım çalışmaları bakım departmanı tarafından oluşturulur ve çalışmaların başarısı departmanın uyumlu çalışmasına bağlıdır (Görener ve Yenen, 2007: 53).

Güvenilir ve başarıya ulaştıracak planlı bakım sisteminin kurulması için izlenmesi gereken aşamalar aşağıdaki gibidir (İştaşır, 2006: 29) :

1. *Makine ve Ekipmanların Önceliklendirilmesi:* İşletmede bakıma alınacak makine ve ekipmanların, belirlenen kriterlere bağlı olarak sınıflandırılması yapılmalıdır. Bunun için, makinelere ait geçmiş dönem verilerinden ve işletmeye sağladığı katkı payı dikkate alınmalıdır.
2. *Eksik ve zayıflıkları düzeltilmesi:* Geçiş süreçlerinde genellikle geçmişten süregelen arıza ve problemler ortaya çıkmaktadır. Bunun için, ortaya çıkan yıpranma ve arızalar giderilmeli, makine ve ekipmanlar nominal durumunu muhafaza etmelidir.
3. *Bilgi Yönetim Sistemi Kurulması:* Değerlendirme ve analiz etmek, analiz sonuçlarına göre alınması gereken aksiyonları tespit etmek için güvenilir veri tabanı kurulmalıdır. Bu veri tabanı, işletme bünyesinde bulunan tüm makine ve teçhizatlar hakkında, yaşanmış olan arızaları, yapılan bakım çalışmaları hakkında bilgi verebilmelidir.
4. *Periyodik Bakım Sistemi Kurulması:* Bakıma alınacak makine ve ekipman belirlenir, bakım planı ve standartlar oluşturulur. Bakım süresinin etkinliğinin sağlanması ve ortalama bakım süresinin azaltılmasına yönelik geliştirmeler yapılmalıdır.
5. *Kestirimci Bakım Sistemi Kurulması:* İşletmelerin periyodik bakım yapması, bakımı yapılan parçaların bakım zamanından önce arızalanmayacağı taahhüt etmemektedir. Bunun için, olası arızaların gerçekleşmeden önce tespit edilmesine yönelik kestirimci bakım sistemi kurulmalıdır.
6. *Bakım Etkinliğinin Gözden Geçirilmesi:* Yapılan bakım çalışmaları sonucunda makinelerin durumunun değerlendirilmesidir.

1.4.3.4. Kestirimci Bakım

Makine ve ekipmanlara ait parçaların periyodik olarak değiştirilmesinin ekonomik olmadığı durumlarda, söz konusu makine ve ekipmanları çalışma seyri takip edilmesi gereklidir. Kestirimci bakım, ekipmanların fiziksel parametrelerinin zamana bağlı değişimi için gerekli ölçüm, karşılaştırma ve analiz, yorumlama ve sorunların etkisini göstermeden çözülmesini esas alan çalışmalar bütünüdür (Görener ve Yenen, 2007: 53).

Kestirimci bakım çalışmaları, planlı bakım çalışmalarında meydana gelen gereksiz parça değişimlerinin önlenmesine katkıda bulunur. Kullanılan çeşitli yöntemlerle arızaların oluşabileceği zaman dilimi tahmini yapılır ve arıza oluşumundan önce değişimini ön görür. Bu sayede gereksiz periyodik duruşlarında önüne geçilmiş olunur.

1.4.3.5. Kaliteli Bakım

Kalitenin sağlanmasına ekipmanların durumu önemli ölçüde etki etmektedir. Bu nedenle, ekipman güvenliği ve sürdürülebilirliğini her etki noktasında sağlanmasını göz önünde bulundurarak bakım faaliyetleri planlanmalı ve kurulmalıdır.

1.4.3.6. TPM' de Eğitim

Operasyon ve bakım yetkinliğinin sağlanması, söz konusu arıza duruşlarının azaltılması amacıyla ekipman ve operasyona hâkim usta personelin yetiştirilmesi ve gelişiminin sürekliliğinin sağlanması gerekir (Bingöl, 2012: 23).

Herhangi bir sistemin devamlılığının sağlanması, sistemin gereksinimini ve gerekliliklerini bilen, sistemin amaçlarına ulaşması çalışmalarda bulunacak yönetici ve çalışanlara bağlıdır. Yönetici ve çalışanların sistemin gerekliliklerini özümsemesi ve çalışmaların devamlılığın sağlanması için, tüm çalışanlara yönelik düzenli eğitim politikası uygulanması ve personellere zorlandıkları konularda destek olunmalıdır.

1.4.3.7. Ofislerde TPM

İşletme faaliyetleri, direk olarak ürüne etki eden faaliyetlerin yanı sıra bu faaliyetlerin yönetimi için gerekli olan mühendislik, planlama, insan kaynakları gibi ofis faaliyetlerinden de meydana gelir. Yapılan Toplam Üretken Bakım faaliyetlerine ait çalışmalar içerisinde ofislerde dâhil edilmelidir.

1.4.3.8. İSG ve Çevre

Üretim faaliyetlerinin gerçekleştirileceği çalışma ortamının, alet ve ekipmanları, makine ve teçhizatları, çalışma güvenliği konusunda risk taşımayacak ve var olan risklere karşı önlem alacak şekilde düzenlemeler yapmak, üretim faaliyetlerinin devamlılığı açısından önemlidir.

İş güvenliği açısından gerekli düzenlemelerin yapılmadığı ortamlarda, iş kazalarının sayısını ve riskinin fazla olması personel devamsızlıklarına, motivasyon kaybına, ergonomik, güvenilir ve etkin çalışmalar yapılamayacaktır.

TPM sistemin ana direklerinden birisi olan işe ve çevre ile çalışan ve çalışma ortamının güvenliğini kontrol altına alınarak, üretimin etkinliğinin artırılmasına ve sürekliliğinin sağlanmasına olanak tanır.

1.4.4. TPM Faydaları

Faaliyet üretkenliğinin sağlanması için birçok yalın üretim aracının birlikte kullanılması ile uygulanan TPM'in, kayıpların belirlenmesi, elimine edilmesi ve şiddetlerinin azaltılmasına olanak tanır. TPM uygulamasının üretim etkinliğinin artırılmasının yanı sıra çalışan motivasyonunun ve aidiyetlik duygusunun artırılmasına katkısı vardır.

TPM çalışmalarının sağlamış olduğu katkılar genel olarak aşağıdaki gibi sıralanabilir:

- Kayıp türlerinin elimine edilmesi veya azaltılmasına olanak tanıyarak ekipman etkinliğinin artırılmasını sağlar.
- Ekipmanın kullanım ömrü boyunca, etkin kullanımına olanak tanır.
- Ekip çalışması ve aidiyet duygusunun gelişimi, işletme için insan kaynaklarının iletişimini üst seviyelere taşır.
- Üretkenlik değerinde artış meydana gelirken; kaza, çevre kirliliği, proses hatalarının azalmasına katkıda bulunur.

1.5. 5S Metodolojisi

Günümüz rekabet ortamında değişen tekno-ekonomik olaylar ve ortaya atılan senaryolar ile birlikte, mevcut Pazar içerisinde satıcılardan alıcı tiplerine kadar davranış ve beklenti değişikliklerine neden olmuştur. Her organizasyonun asıl amacı, müşterilerin mevcut ve olası ihtiyaçlarını belirleyerek müşteri memnuniyetini sağlamaktır. Müşterinin ihtiyacını belirtilen süre içerisinde ve kalitede üretebilmek için, çalışma koşullarını iyileştirmesi gerekir (Shaikh ve diğerleri, 2015: 927). Diğer yandan çalışma koşullarının iyileştirilmesi çalışan performansının artmasını sağlar.

İdeal fabrikalar, planlamış oldukları zamanın ve mevcut kapasitelerini yüzde yüz yönetebilmelidir. Bu amaca, anlık duruşlar, hatalar ve güvenlik problemleri olmaksızın ulaşabilirler (Becker, 2001: 29). Çeşitli endüstrilerdeki şirketler amaca ulaşabilmek için “Kaizen” ve “5S” gibi yalın üretim araçlarını uygulamaktadır.

5S metodu, temiz, etkili ve ergonomik çalışma ortamı oluşturmak için yalın yönetim proseslerinde kullanılan sürekli iyileştirme araçlarından birisidir. Japon yönetim felsefesine dayanan 5S yönetim aracı, ayıklama, düzenleme, temizleme, standartlaştırma ve öz-disiplini sağlama olmak üzere beş temel yapıtaşına sahiptir (Falkowski ve Kitowski, 2013: 127). Bu sınıflandırmaya ek olarak “emniyet” ve “güvenlik” olmak üzere iki adet çalışma eklenmiştir (Çakırkaya ve Acar, 2016: 846).

5S metodunun etkili bir şekilde uygulanması için yönetim sorumluluğunda çalışanların çalışmalara katılımını gerektirir. 5S çalışması, çalışanların ön bilgilendirmesi ve çalışmanın etkisini ve faydalarının farkına vardıldıktan sonra uygulanması uygulama başarısını arttıracaktır.

Çalışma ortamının organize edilmesi ve temizlenmesi aşağıdaki faydaları sağlayacaktır (Falkowski ve Kitowski, 2013: 127; Vipulkumar ve Thakkar, 2015: 776):

- 5S yapısı çok basit ve kolaydır. Bu sebeple herkes tarafından kolaylıkla anlaşılabilir. Sadece konvansiyonel bilgi gereksinimi vardır. Uygulama tüm seviyelerde uygulanabilir.
- Uygulama öz disiplinin sağlanmasına ve takım çalışması ortamının oluşmasına katkıda bulunur. Şirket içi iletişim kanallarını geliştirir.
- Temiz ve konforlu çalışma ortamı oluşur.
- Çalışma alanında atıklar azalır.
- Üretim kalitesinin artar.
- Takım ve ekipman aramalarında yaşanan zaman kayıpları azalır.
- İş güvenliğinin artar.

Çalışmanın başlangıç aşamasında, sistemin amaçlarının ve yöntemlerinin tanıtılmaması çalışanların sisteme karşı direnç göstermesine sebep olacaktır. 5S sisteminin uygun biçimde açıklanması, bilgi ve uygulaması daha kolay özümsemesini sağlayacaktır. Sistem tanıtılırken, aksiyon prensipleri ve beklenen sonuçları herkesin kolaylıkla

anlayabilmesi için örneklerle açıklanmalı ve onlara güvenildiği hissettirilmelidir (Falkowski ve Kitowski, 2013: 128).

5S metodu uygulamalarının önemli unsurlarından birisi, her bir çalışmada alışılmış özellikler sağlaması gerekliliğidir. Bunun için bilgilerin güncelliğini koruması için, dijital ekranlarla, afiş ve broşür kullanımları faydalı olacaktır. Dikkat edilmesi gereken diğer unsur, sistem kurulum sorumluluklarının, farklı çalışan seviyeleri arasında dağıtımının gerçekleştirilmesidir.

Tablo 2
5S Sorumluluk Tablosu

Pozisyon	Sorumluluk
Üretim Yöneticisi	5S konularını ve sorumlulukları yönetir.
Kalite Sistem Yönetimi Çalışanları	5s uygulaması için ilgili sorumlulukları atar.
Vardiya Yöneticisi	Çalışanların 5S sürecindeki değişimini takip eder.
Uzman Operatör	Sistemin devamlılığı için yeni çalışanları yetiştirir.
Operatör	Öz disiplin ve talimatları uygular.

1.5.1.Ayıklama

5S uygulamasının ilk adımı ayıklama işlemi, çalışma ortamında çalışana gereksiz yere meşgul eden, çalışma ortamını daraltan, faaliyete katkısı olmayan işlemlerin ve malzemelerin ortadan kaldırılmasıdır (Yılmaz, Alıcı ve Karaman, 2017: 9). Diğer bir ifadeyle, üretim veya faaliyetle ilgisi olmayan tüm malzemelerin uzaklaştırılmasıdır. Asıl amaç, çalışma alanını gereksiz malzemelerden kurtarmak ve korumaktır.

Proses için gereksiz olan alet ve malzemelerin ayıklanmadığı ortamlarda, özellikle çalışma ortamı kalabalıklaşır ve çalışma zorlaşır. Kalabalık ortam içerisinde aranılan malzemelerin bulunması zorlaşır. Buna bağlı olarak ekipman arama zamanlarında artış meydana gelecektir. Üretim ortamlarında yaşanan karmaşa ve kayıp ekipmanların telafisi için, aşırı stoklu çalışma tercih edilecektir. 5S uygulamasının ayıklama aşaması,

üretim ortamlarında bu karmaşıklığın giderilmesi amacıyla gereklidir (Purohit ve Shantha, 2015: 225).

Ayıklama işlemi yapılırken, çalışma ortamında kaldırılacak ya da çalışma ortamında bırakılacak alet ve ekipmanlara karar verilirken kullanım sıklığı dikkate alınır. Temel olarak, kullanım sıklığı azaldıkça, alet ve malzemenin çalışma alanına olan uzaklığı artacaktır. Genel olarak Tablo 3.'de gösterilen kullanım sıklık tablosuna göre ayıklama işlemi yapılabilir.

Tablo 3
Alet ve Ekipman Kullanım Sıklığı

Kullanım Sıklığı (β)	Yerleşim Yeri
$\beta = 0$ (Hiç Kullanılmayan)	Uzaklaştırılır
$\beta < \text{Yılda 1 kez}$ (Nadiren Kullanılan)	Uzak bir yerde saklanır
$\beta < \text{Ayda 1 kez}$ (Ara Sıra Kullanılan)	Çalışma alanına yakın bölgede saklanır
$\beta = \text{Hafta 1 kez}$ (Sıklıkla Kullanılan)	Kullanıldığı yere yakın yerde bulundurulur
$\beta > \text{Günde 1 kez}$ (Gün içinde birden fazla)	Kullanıldığı yerde bulundurulur

Ayıklama aşamasında başarının sağlanması için aşağıdaki kurallara dikkat edilmesi gerekir (Purohit ve Shantha, 2015: 226; Shaikh ve diğerleri, 2015: 928).

- Uygulama işletme alanının tamamında uygulanmalı ve çalışma alanları bölümlere ayrılmalıdır. Her ayrılan bölüme bir sorumlu atanmalıdır.
- Kırmızı etiket bölgesi belirlenmelidir. İşletmede, çalışma alanlarına ait bölgesel ve tüm fabrikanın merkez kırmızı etiket bölgesi olmalıdır. Kırmızı etiketler, çalışma ortamında gereksiz olarak belirlenen malzemelere iliştilmelidir. Etiketlenen malzemeler bu alana taşınmalıdır.
- Bölgesel kırmızı etiket alanında bulunan malzemeler değerlendirilmelidir. Malzemenin durumunu göre hurda atma, tedarikçiye geri gönderme, diğer departmanlarla paylaşma veya ana kırmızı etiket alanına gönderme kararlarından birisi verilmelidir.
- Gereksiz olanları bulmak için sadece zemin değil, aynı zamanda raflar, dolaplar, depo, merdiven, çatı vb. alanlarında kontrolü gereklidir.

- Çalışma alanında kullanılması gerek olmayan ve karışıklığa sebep olan malzemeler varsa, ortamdaki uzaklaştırılmalıdır. Çalışma alanından uzaklaştırılan gereksiz malzemeler ve takım parçaları, orijinal pozisyonlarına getirilerek muhafaza edilmelidir.
- Üretim zemininde veya herhangi bir yerde bulunan çalışma araçları, takım çantasında olmalıdır.
- Tüm takımlar kurallara uygun şekilde sınıflandırılır. Sınıflandırma yapılırken, çalışma sahasında dağınıklığa sebebiyet veren gereksiz eşya olup olmadığı, tüm malzemelerin sınıflandırma, depolama ve etiketleme işlemlerinin gerçekleştirilip gerçekleştirilmediği vb. hususlara dikkat edilmelidir.

Ayıklama çalışmaları, çalışma prosesinin iyileşmesine, maliyetlerin azalmasına, malzeme stok problemlerinin çözülmesine, gereksiz malzeme siparişlerinin önlenmesine, kayıp takım veya malzeme kayıplarının elimine edilmesine, daha iyi ve kullanışlı çalışma alanının elde edilmesine katkıda bulunur.

1.5.2.Düzenleme

Çalışma ortamında, sürekli ihtiyaç duyulan malzeme ve ekipmanların, kısa sürede ve kolaylıkla bulunması ve kullanılması için yapılan tertip çalışmasıdır. Malzeme ve ekipmanların nereye ve ne kadar konulacağı konusuna odaklanılan aşamadır (Çakırkaya ve Acar, 2016: 849).

Düzenleme aşaması işletmede, hareket, malzeme arama, işgücü, fazla stok, hatalı ürün ve güvensiz durum kayıplarından kaynaklanan israfların önlemesi için gereklidir. Malzemenin aranması için işletme içerisinde taşıma araçlarının dolaştırılması, raf içerisinde olan malzemeyi bulmak için personelin fazladan enerji sarf etmesi, bulunamayan malzemeler için fazladan sipariş verilmesi gibi örnekler verilebilir.

Düzenleme uygulamasının etkinliğinin artırılması için aşağıdaki kurallara dikkat edilmesi gerekir (Shaikh ve diğerleri, 2015: 929):

- Her bir malzemenin konumu, yerleştirilmeden önce kararlaştırılmalıdır.
- Gereksiz ve boş alanlar belirlenmeli, raflar, dolaplar yeniden konumlandırılmalıdır.

- Tüm takımlar, kullanım sıklığına bağlı olarak ayrılmalıdır. Kullanım sıklığı fazla olan takımlar çalışma alanında kullanım bölgesine yakın bölgede konumlandırılmalıdır.
- Konumlara karar vermek için, çalışma alanına ait akış diyagramını oluşturulmalıdır. Akış diyagramında proses akış sıklıkları ok ile belirtilmelidir. Proses akış diyagramında mevcut durumdaki israflar belirlendikten sonra yeni 5S haritası veya yeni akış diyagramı çıkartılır ve bu diyagrama göre ekipmanların düzenlemeleri yapılmalıdır.
- Birlikte kullanılan malzemeleri birbirinden ayrılır ve birlikte depolanmalıdır.
- Fonksiyonel kalıp, alet ve ekipman kullanımına geçilerek çeşitliliği azaltılmalıdır.
- Önemli malzemeler, kolaylıkla getirilebilecek ve ulaşılabilir pozisyona yerleştirilmelidir.
- Küçük takımlar belirli bir yere veya tanımlanmış bir yere yerleştirilmelidir.
- Güvenlik ekipmanları, acil gereksinimler için doğru pozisyonda konumlandırılmalıdır.

Üretim etkinliği ve verimliliğinde artmasına, malzemelerin aranması için gereken sürede azalmasına ve çalışma güvenliğinde artmasına etki eder.

1.5.3.Temizleme

Temiz ve bakımlı çalışma ortamı sağlamak, malzeme ve ekipmanların temiz tutulması ve korunması amacıyla yapılan çalışmalardır. Temizleme aşaması genellikle kaliteye zarar verebilecek ya da makinede hasara yol açabilecek olumsuz durumların ve gerçekleştirmeden önce hatayı açığa çıkaracak bir denetleme süreci olarak kabul edilir.

Düzenli temizleme işleminin yapılmadığı işletmelerde, su ve yağ birikintileri nedeniyle kaymalara ve kazalara neden olabilir. Bu tür ortamlarda çalışan personel fazladan dikkat etmesi gerektiği için fazladan enerji sarf eder ve moral düşüklüğü yaşar. Kirlilik düzeyinin artmış olması, olası hataların görünmesinin önüne geçer ve perde oluşturur. Daha önceden belirlenip, hızlı aksiyon alma olasılığını azaltır. Beklenmedik arızaların oluşumuna zemin hazırlar (Purohit ve Shantha, 2015: 225).

Temizleme uygulamasında aşağıdaki kurallara dikkat edilmesi gerekir (Shaikh ve diğerleri, 2015: 929):

- Kabaca her şey kontrol edilir ve gereksiz şeylerin ana kaynağı temizlenir.
- Günlük olarak çalışma alanındaki makineler temizlenir.
- Haftalık olarak tüm takım ve ekipmanlar kontrol edilir ve gerekli olanların temizliği yapılır.
- Çalışma alanı ve makine alanı temizlenir.
- Temizlik programı sergilenmelidir.
- Temizlik sırasında arızalı durumların tespiti üzerine çalışılmalıdır.

Temizleme aşamasının faydaları aşağıdaki gibidir (Shaikh ve diğerleri, 2015: 928; Vipulkumar ve Thakkar, 2014: 135):

- Makine etkinliğinin artmasına yardımcı olur,
- Çalışma alanın sürekli olarak temiz tutulmasını sağlar,
- Çalışma alanında var olan hataların görülmesini veya fark edilmesini sağlar.
- Kirlilik nedeniyle olası kazalara sebebiyet verecek unsurlar ortadan kaldırılır.
- Çalışma alanının kontrolünü kolaylaştırır.

1.5.4.Standartlaştırma

İlk üç aşamada uygulanan aşamaların kurum kültürü haline gelmesi ve sürekliliğin sağlanmasıdır. Elde edilen başarılı sonuçları sürekli kılmak için, standartların kontrolü ve uygunsuzluğun giderilmesi yönünde yürütülen çalışmalardır (Çakırkaya ve Acar, 2016: 851).

İşletmeler bu aşamalarda elde ettikleri başarıları standartlaştıramadıkları durumda, çalışmalarında gerileme meydana gelmekte ve belli bir zaman içerisinde çalışmalar sonlandırılmaktadır. Dinamik retim ortamında, yapılan çalışmaları koruyamama ve sürdürememe, gün içerisinde üretim içerinden ayrılan kusurlu ürünlerin üretim ortamında dağınık şekilde kalmasına neden olacaktır. Aynı zamanda yine aynı gün içerisinde kullanılan alet ve ekipmanlar, gerekli yerlerine bırakılmadığı için gün sonunda tekrar düzenleme ihtiyaını ortaya çıkaracaktır.

Standartlaştırma uygulamasında aşağıdaki kurallara dikkat edilmesi gerekir (Shaikh ve diğerleri, 2015: 930):

- Tüm personelin temizlik hakkında uyması gereken kesin ve standart talimatlar hazırlanmalıdır.
- Temizlik kontrollerinin yapılarak, temizleme alışkanlığının korunması sağlanmalıdır.
- Düzeni sağlamak için denetim yapısı kurulmalıdır.
- Süreci hızlandırmak için görsel yönetim kullanılmalıdır.

Endüstriyel ve çalışma güvenliğinde artış ve kirlilikte azalış, çalışanların alışkanlıklarını koruma üzerine olumlu etkiler oluşturur.

1.5.5. Disiplin

5S uygulamasının ilk dört aşamasını birbirine bağlayan, süreçlerin tamamını kapsayan çalışmalardır. İşletme disiplinini sağlamak amacıyla konulmuş basit kuralların takibini alışkanlık haline gelmesi için denetim sağlanmalıdır. Toyota sisteminde, standardize edilmiş işlerin kontrolü için günlük, haftalık ve aylık denetimler yapıldığı için bu aşama kullanılmamaktadır.

Disiplin uygulamasında aşağıdaki kurallara dikkat edilmesi gerekir:

- Fabrika yöneticisi, 5S programının devamlılığının sağlanması için sorumluluk almalıdır.
- Personel, 5S tekniğini öğrenmede istekli olmalıdır.
- İyi performanslar ödüllendirilmelidir.
- Sağlıklı bir atmosfer ve iyi bir işyeri oluşturulmalıdır.

Disiplin aşamasının faydaları aşağıdaki gibidir (Vipulkumar ve Thakkar, 2014: 136) :

- Personelin dönüşüm sürecinde, farkındalık olgusunun artmasına yardımcı olur.
- Dikkatsizlik sonucu oluşan hataların azalmasını sağlar.
- Fabrika içi iletişimin gelişmesine olanak sağlar.

Bu aşamada, 5S sloganları, posterler, fotoğraf sergileri, 5S haritaları, cep kılavuzları, departman turları ve yarışmalar düzenlemek uygulamanın sürekliliğinin sağlanması ve alışkanlıkların devam etmesi için önemli uygulamalardandır.

1.5.6.5S Uygulamalarında Karşılaşılan Problemler

5S metodu teorik olarak kısa ve anlaşılır olmasına rağmen, uygulama aşamasında birçok problemle karşılaşılmaktadır. Özellikle tanıtım toplantıları ve eğitimlerde, sistemin gerekliliklerinin ve faydalarının iyi özümsememesi, 5S çalışmalarının devamlılığının sağlanamamasına neden olmaktadır. Çıkan sorunların temel etkisi, uygulamanın tamamlanma süresinin uzaması, maliyetlerin yükselmesi ve beklenen faydaların azalması yönündedir.

Çalışmalar esnasında süreklilik, yapmak için yapma, ortaya çıkan problemlerin çözümsüzlüğü ve katılımın eksik olması 5S uygulamalarında karşılaşılan problemlerin başında gelmektedir.

1. Yalın dönüşüm sürecinde mükemmellik arayışı çalışmaların aksamasına neden olmaktadır. Özellikle üst yönetimin acele etmesi ve ortaya çıkan sonuçlarda mükemmeli beklemesi, çalışanları ve ekiplerin motivasyon kaybına neden olmaktadır. Mükemmellik arayışı personellerin çözümün yatırımlar veya yenilik ile sağlanacağına olan inançlarının artmasına sebep olabilmektedir. Bu durumların oluşumu, 5S çalışmalarının verimliliğini ve başarıya ulaşma yolundaki inancı azaltmaktadır.
2. Gerçek denetim ve raporlama sisteminin kurulmaması, çalışmaların standartlar içerisinde gerçekleşmemesine neden olmaktadır. Bu durumda, çalışma formalite haline gelmekte ve çalışanlar görünüşte yapıyormuş gibi göründükleri sistemden beklenen fayda daha az olmaktadır.
3. Uygulama esnasında, ortaya çıkan problemlerin fazla olması, personelin gözünü korkutmakta ve pes etmesine sebep olmaktadır. Bu durumda en büyük işin kendine kalacağı korkusu ve zaten mevcut iş yükünün büyük olması çalışanların uygulamaya bakış açısının değişmesine neden olmaktadır.
4. Yenilik ve değişime kapalı iş ortamlarında, iş yoğunluğunun fazla olduğu işletmelerde çalışanların birçoğu, 5S çalışmalarına karşı gönüllü olmamaktadır.

Özellikle aksiyon planı ve kontrollerin aksatılması, bu yönlü personellerin haftalar geçtikçe 5S çalışmalarından tamamen kopmasına neden olur.

1.6. Poka- Yoke (Hata Önleyici Sistemler)

Üretim makine ve ekipmanlarının performanslarının artırılması, var olan duruş kayıplarının ortadan kaldırılması kadar gerçekleşen üretim hattındaki hatalarında ortadan kaldırılması gerekir. Bu gerekliliğin yerine getirilmemesi, yeniden işlem ve hurda maliyetlerinin ortaya çıkmasına, bu süre zarfindan harcanan sermaye unsurlarının israfına neden olmaktadır.

İPK gibi kalite kontrol araçları sistemde meydana gelebilecek hataların belirlenmesi, olasılıklarının ve proses yeterliliğinin değerlendirilmesinde etkili oluyorken, meydana gelecek hatanın önlenmesine karşı yeterli değildir. 1960'lı yıllarda Shigeo Shingo tarafından geliştirilen hata önleme sistemi olarak POKA YOKE yöntemi, hataları meydana gelmeden önce tespit etmeye veya hataları tamamen ortadan kaldırmayı hedefleyen sistem olarak tanımlanmaktadır (Yılmaz, 2012: 37).

Üretim prosesleri genel olarak çalışma, denetleme, taşıma ve gecikmeler olmak üzere dört gruba ayrılabilir. Shingo'ya göre hata önleme sistemi olarak Poka Yoke yöntemi, proseslerin çalışma ve denetleme aşamalarında uygulanan ve müşteri limitlerinin dışına çıkma riskinin olduğu durumları ortadan kaldırmayı hedefleyen bir yöntemdir (Tekin ve Arslandere, 2017: 341).

Gerek insan gerekse de makine veya proses kaynaklı oluşabilecek tüm hatalar için önemli olan hata oluşumundan bir süre sonra hatanın tespit edilmesi yerine hatayı kaynağında anında saptayarak ortadan kaldırarak süreç hatasına başlamadan son vermeyi hedeflemektedir.

Süreç sahipleri ya da proses dizayn ekibi, ürün ve proses tasarımı esnasında meydana gelebilecek hata türlerini belirleyerek, önlenmesi için gerekli düzeneklerin kurulması üzerine çalışmalar yapması gerekir. Sistemsel beklenti, hata önleme yönteminin seçimine etkileyecektir. Süreç sahipleri, proses üzerinde hata meydana geldiğinde sistemin tamamen kapatılması ve hata ortadan kaldırıldıktan sonra işlemin devam etmesini sağlayacak bir kontrol sistemi isteyebileceği gibi hata meydana geldiğinde bir

ışık ya da ses gibi görsel ve işitsel uyarı sistemleri ile uyarılmasını ve sistemin devam etmesini isteyebilir.

1.6.1.Hata Unsuru Olarak İnsan ve Hata Önleme

Kabul edilebilir ürün kavramı, müşterilerin kabul kriterleri veya toleransları içerisinde üretim prosesinde dönüşüme uğrayan ve işletme kaynaklarını faydalı biçimde tüketerek şikâyet almaksızın hedeflenen kar düzeyi ile müşteriye sunulabilir obje olarak tanımlanabilir.

Hedeflenen kar düzeyi, işletmelerin dönüşüm sürecinde kabullendikleri maliyetlere bağlı olarak değişecektir. Ortaya çıkan ya da fark edilmeden gönderilen hatalı ürünlerin varlığı işletmelerin arzuladıkları geliri elde edememesinin yanı sıra, müşteri memnuniyetsizliği ve işletmenin imajının zedelenmesine kadar gidecek etkilere neden olabilir. Bu durum göz önüne alındığı zaman, hatanın sebepleri, tespit edilebilirliği, kontrol edilebilirliği ve önlenebilirliği söz konusu olmaktadır.

Faaliyet sonucu, müşteri kriterlerinin sağlanıp sağlanamadığının kontrol edilmesi için çeşitli ölçüm, test ve kontroller çalışanlar tarafından gerçekleştirilmektedir. Çalışan personel genel olarak kişisel, isteyerek yaptıkları ve istemeden yaptıkları hatalardan kaynaklı olmak üzere üç nedene bağlı hatanın oluşumuna sebep olmaktadır (Tekin ve Arslandere, 2017: 342).

Çalışanların içinde buldukları psikolojik durum ya da kişisel çıkarlarını ön planda tutması, üst yöneticilerine karşı zarar verme güdüsü gibi nedenlerden dolayı kasten işletme kontrol mekanizmasını aksatmaya yönelik ölçümleri değiştirmek, sonuçları iyi sınırlar içerisinde değerlendirecek rapor hazırlamak gibi davranışlar sergileyebilir. Bunun dışında çalışan personelin peşin hükümlü olması, ihmal etme gibi tutular içerisini girerek kontrol sınırlarının dışında değerlendirilmeye neden olabilir. Ya da tüm tutum ve davranışların dışında görme ve hafıza yetersizliği, yorgunluk gibi istemsiz sebeplerden dolayı hatalar meydana gelebilir (Zerenler ve Karaboğa, 2014: 265).

Proses üzerinde kurulacak poka yoke uygulamaları, kontrolcü veya çalışan personeli yapması gereken ölçüm ve kontrol faaliyetlerini olabildiğince azaltarak, kişisel hatalardan veya gözden kaçmalardan kaynaklanan hataların ortadan kalkmasını

sağlamalıdır. Süreç kontrolünün, insan kontrolünden çıkartılarak sistemsel kontrole geçilmesi insan kaynaklı hatalı kontrol ve üretimlerin en aza indirilmesini katkıda bulunacaktır.

1.6.2.Poka Yoke Temel Prensipleri

Sıfır hatanın sağlanabilmesi, süreçlerin sıfır aksaklıkla kontrol edilmesi ve sıfır kusurla yönetilebilmesine bağlıdır. Süreç içerisinde var olan kontrol yöntemlerinin, ürün oluşumunda, bitiminde ya da belirli sıklıklarla kontrol edilmesi yerine süreç üzerindeki tüm oluşan ürünlerin kontrol edilmesini sağlayacak düzeneğin kurulması kusurlu parça oluşumunun önüne geçilmesini sağlar.

Tüm parçaların kontrol edilmesi, hem teorik hem de pratik uygulamalarda gereken işgücünün artmasına neden olmakla birlikte insan yapısının dinamiklerinden dolayı %100 sağlıklı kontrolün sağlanması olanaksız hale gelecektir. Bunun önüne geçilmesi için, sistemsel araç ve ekipmanlar ile prosesler desteklenerek proses güvenliği artırılmalıdır.

Proses hatalarının önüne geçilebilmesi ve proses güvenliğinin artırılabilmesi için, hata nedenlerinin tespit edilmesi gerekir. Var olan hata kaynakları sorgulanarak, kök nedenine ulaşıldıktan sonra, “bu problem tekrar oluşmaması için nasıl önlem alabiliriz?” ve “problemi nasıl tespit edebiliriz?” sorularının cevabı araştırılması gerekir. Süreç gelişimi çalışmalarının tamamında olduğu gibi hata önlemeye yönelik çalışmalarda da çalışanlardan ve konuyla ilgili bilgi ve birikimi olan birçok insanın görüş ve düşüncesinin alınacağı toplantılar düzenlenmelidir. Özellikle, toplantı ve çalışmalara proste direkt görev alan personelin katılımın sağlanması ve çalışma içerisinde tutulması ortaya çıkan çabalara ortak olma ve çalışmalarını kabullenme olanağı sağlayacaktır.

Ortada var olan bir hatanın yok olması hedef olarak seçilmekle birlikte, ilk aşamada hatayı ortadan kaldıracak veya yok edecek bir aksiyon belirlenemediği durumlarda hatanın etkisini azaltabilecek ve saptanabilirliğini artırabilecek her türlü öneri dikkate alınmalı ve uygulanabilirliği araştırıldıktan sonra devreye alınmalıdır.

1.6.3.Poka Yoke Faydaları

Poka Yoke uygulamalarının asıl amacı, proses üzerinde oluşabilecek olan tüm hataları sıfıra indirgeyerek proses etkinliğini ve kontrolünü artırmaktır. Proses etkinliğinin ve kontrolünün artırılması, insan kaynaklı problemlerin ortadan kaldırılmasına olanak tanıdığı gibi proses veya makine kaynaklı problemlerinde ortadan kaldırılmasına olanak tanıyacaktır.

Oluşabilecek her hata, müşteri isteklerinin dışında üretime sebep olabilecek risk olduğu için Poka Yoke uygulamaları ile kontrol altında tutulan proseslerin yeniden işlem ve hurda maliyetleri, hammadde israf oranı azalır. Buna bağlı olarak hatalı ürün oluşumu kontrol altına alındığı için, müşteri iadeleri azalacak ve müşteri memnuniyeti artacaktır.

Poka Yoke yöntemi özellikle, çalışma ortamının zor ve karışık olduğu ortamlar başta olmak üzere ergonomik olmayan çalışma pozisyonlarında, İPK uygulamanın zor olduğu süreçlerde, ölçülemeyen yerlerin önemli olduğu uygulamalarda, üretim işçilik maliyetlerinin yüksek olduğu yerlerde uygulanması elde edilen artırarak, söz konusu proseslere önemli katkılar sağlayacaktır (Pekin ve Çil, 2015: 165).

1.7.A3 Raporlama Tekniği

İşletmelerin mevcut durumunu belirleyen, var olan uygunsuzluklarının kök nedenlerini analiz eden ve alınması gereken önlemlere yönelik çözüm bulmaya rehberlik eden yalın süreç ve düşünme tekniğidir. Alışılmış yönetim uygulamalarında, ortaya çıkan veya var olan problemler detaylı ele alınmadan ve analiz edilmeden çözülmeye çalışılmaktadır. Bu yönde yapılan çalışmalar, sürekli hale gelen problemin çözülememesine veyahut etkisinin yeterince azaltılamamasına neden olmaktadır. A3 düşünme sistemi, probleme etki eden tüm etmenlerin ve etkilerinin belirlenmesi, aksiyon önceliklerinin belirlenmesi, her aksiyonun etkisinin izlenmesi ve problemin ortadan kaldırıldıktan sonra devamlılığının sağlanmasını sağlayan kalıcı bir etkili problem çözme tekniğidir.

A3 raporlama, belirlenen problemin, analizinin, iyileştirici faaliyetlerinin ve bu faaliyetlerinin planının, grafik ve istatistiksel verilere dayalı olarak A3 boyutundaki tek bir kâğıda aktarıldığı bir tekniktir. Diğer bir ifadeyle, tek bir sayfa üzerinde bütün bir

planı gösteren, görsel ve kapsamlı, herkesin anlayabileceği formatta hazırlanan problem çözme tekniğidir (Çelepçıkay, 2014: 17).

A3 çalışmaları, kalite çemberlerinde problem çözme formatı olarak 1960'larda geçirildi (Schwagerman ve Ulmer, 2013: 3). Sonrasında yalın üretim sisteminin öncülüğünü yapan Toyota ve diğer Japon işletmeleri, A3 ile çalışmayı problem çözme, proje önerisi, planlama ve gözden geçirme faaliyetlerinde kullanılan bir yönetsel olarak kullanmaya başlamıştır.

Toyota farklı uygulamalar için birkaç çeşit A3 raporu geliştirmiştir. Ancak bunlardan sıklıkla kullanılan versiyonu problem çözme odaklı A3 raporudur. Problem çözmek için kullanılan A3 raporu yedi bölümden meydana gelir (Sobek ve Jimmerson, 2004: 2):

1. Başlık ve Konunun Belirlenmesi
2. Mevcut Durum Analizi
3. Kök Neden Analizi
4. Hedeflerin Belirlenmesi
5. Uygulama Planı
6. Takip Planı
7. Sonuç Raporu

1.7.1. Başlık ve Konunun Belirlenmesi

Raporlama çalışmalarının tamamı, bir tema veya başlığın belirlenmesi ile başlar. Bu kısımda problem açık bir şekilde belirtilir. Konu, probleme odaklanmalıdır ve herhangi özel bir çözüm veya yonteme yönlendirici veya savunucu nitelikte olmamalıdır.

“Kabuk Soyma Hattı Ayar Prosesi İyileştirme” şeklinde takım sorumluluğu ve çalışma konusunda odaklanılması gereken nokta açık bir şekilde ifade edilmelidir.

Raporu hazırlanırken konu belirlendikten sonra, problemin önemi ve etkilerini anlaması için gerekli olan geçmiş performans veya deneyimleri, organizasyon yapısı ve organizasyonlara etkileri, organizasyon hedefi, problem belirtilerini açıklamalıdır.

1.7.2. Mevcut Durum Analizi

İyileştirme süreçlerinin başlangıç noktası “farkına varmak” kavramı ile başlamaktadır. Bir sürecin ya da prosesin iyileştirilmesi için, söz konusu olan faaliyete yönelik olumsuzlukların farkına varma ve bu olumsuz durumun iyileştirilmesi gerekliliği kabul etmek gereklidir.

Farkına varılan problemin çözümü direkt görünemeyeceği gibi birçok nedene bağlı olarak görünse bile temelinde farklı neden ya da nedenlerin olabileceği durumlarla karşı karşıya kalınabilir.

Ortaya çıkan olumsuz durumun derinlemesine incelenerek nedenlerinin ortaya çıkartılması ve analiz edilmesi, süreç aksiyonlarının doğru belirlenmesine ve elde edilen sonuçların başarıya ulaşmasına etki edecektir. Çalışma başlangıcında, direkt uygulamaya geçmeden önce, ortada var olan problemin detaylı biçimde ele alınarak nedenlerinin belirlenmesi ve problemin sisteme olan etkisinin ölçülmesi sürecine mevcut durumun analizi adı verilir.

İşletme yöneticilerinin, işletmenin olması gereken durum ile gerçek durumun ortaya çıkarmak üzere mevcut durum analizleri yapılır. Mevcut durum analizi A3 raporlama tekniğinin en önemli aşamasıdır.

Mevcut durum analizinde dikkat edilmesi gereken aşamalar aşağıdaki gibidir (Sobek ve Jimmerson, 2004: 2):

- Bu aşamada, mevcut çalışma yapısı ile sistemde problemin nasıl oluştuğu gösteren diyagram çizilmelidir.
- Akış diyagramı üzerinde problemleri işaretlenmeli ya da markalanmalıdır.
- Problemin etkileri belirlenmelidir.
- Akış diyagramları anlaşılır biçimde çizilmeli ve herhangi bir uzman tarafından okunacak standartta olmalıdır.
- Mevcut durumu geliştirmek için kullanılan veriler direkt olarak gözlem yoluyla toplanmalıdır.

- Sürecin nasıl yapılması gerektiği veya nasıl yapıldığının birisi tarafından açıklanmasından ziyade, mevcut durumun detaylı ve derinlemesine analiz edilmesi gereklidir.
- Veriler tahminlere dayalı değil, ölçüm ve geçmiş dönem sonuçlarına dayalı olmalıdır.

Çalışma öncesi durumun tespit edilmesi ve probleme etki eden etmenlerin analiz edilmesi için sıklıkla süreç akış haritalama, balık kılıcı ve 5-Whys teknikleri kullanılmaktadır.

1.7.2.1. Süreç Akış Haritası

Karar vericiler, proses veya sürece ait işlemlerin ve sırasının belirlenmesi amacıyla yapılan veri sağlama tekniğidir. Süreç akış haritalama, sürece ait işlemlerin gereklilik durumunu hakkında bilgi sağlar. Diğer bir ifadeyle, süreç içerisinde katma değer yaratan ve katma değer yaratmayan faaliyetlerin analiz edilmesine olanak tanır .

1.7.2.2. Balık Kılıcı Diyagramı

Üretim ortamında tespit edilen bir problemin çözümüne yönelik neden-sonuç ilişkisini tüm nedenleri ile ortaya çıkarmak üzere kullanılan problem çözme metodudur (Atalay ve Kılıç, 2015: 74).

Ortaya çıkan bir probleme etki eden birden fazla sebebinin olduğu durumlarda, nedenlerin sistematik olarak incelenebilmesi sistematik bir yaklaşıma gerek vardır. Üretimdeki yöntem, makine veya ekipmanın kendisi, işgücü ve malzeme kaynaklı problemler ortaya çıkabilir. Balık kılıcı diyagramı, ortaya çıkan üretim probleminin çözümünü yöntem, makine, işgücü ve malzeme kaynaklı nedenler ekseriyetinde ele alarak nedenleri belirleme ve sınıflandırmaya olanak tanıyan bir yöntemdir.

1.7.2.3. 5-Whys Tekniği

Problem üzerinde çalışan birey ya da çalışma ekibini problemin ana nedenine ulaştırmak üzere kullanılan yalın karar verme tekniğidir. Yapısal olarak bir nedene ulaşana kadar “neden” sorulmaya devam edilerek problem ele alındığı takdirde, probleme karşı önlem almayı sağlayacaktır.

1.7.4. Hedeflerin Belirlenmesi

Çalışma sonunda projede nasıl başarılı olunacağı belirlenmeli ve karşılaştırma için nelerin standart ve temel olacağı belirleneceği aşamadır. Bu aşamada, problemin mevcut durumunu iyileştirecek ve çalışmalar sonucunda ulaşılabilecek hedefler ortaya konmalıdır.

Hedefler, mevcut koşullar altında ulaşılabilecek koşulların üzerinde belirlenmesi, çalışma grubunun inancının ve motivasyonun azalmasına sebep olabileceği gibi, çalışma etkinliğinin gerçeğinden daha düşük çıkmasına neden olacaktır. Örneğin, ekipman performansını arttırmaya yönelik çalışmada, çalışabileceği en yüksek hız değeri 80 m/dk olan bir soğuk çekme makinesi için hedef hız değerinin 90 m/dk alınması iyileştirme ve gelecek performans oranının değerlendirilmesi açısından yanlış sonuçlara neden olacaktır.

Kalıp değişim süresinin iyileştirilmesine yönelik bir çalışmada, mevcut durumdaki ayar sürelerinin %60 azaltılması, ayar süresinin 42 dakikadan 8 dakikaya düşürülmesi gibi sayısal hedefler konulabilir.

1.7.5. Uygulama Planı

Uygulama planı, hedefi gerçekleştirmek için yapılması gereken adımları açıklamak için hazırlanmalıdır. A3 raporunda uygulama adımlarını, yapılması gerekenleri ve sorumlular belirlenmelidir.

Çalışma takvimi, etkinlik açısından kritik öneme sahip olan uygulamalara öncelik verilerek hazırlanması gerekir. Uygulama adımlarının katma değeri yüksek olandan az olana doğru sıralanması, ekibin dikkatini yoğunlaştırmak ve çalışma eforunun önemli kısmını bu adımlara harcanmasını sağlamak açısından önemlidir.

Plan içerisinde, hangi uygulamadan kimin sorumlu olduğu açık şekilde belirtilmelidir. Kişilerin sorumlu oldukları çalışmalar ile ilgili bilgi ve tecrübe bağının olması, her bir adımın başarıya ulaşması açısından önemlidir. Bazı durumlarda, bazı adımların gerçekleşmesi için çalışma grubuna ya da birden fazla personele ihtiyaç olabilir. Bu tip görevlerin doğru analiz edilerek dağılımın yapılması, proje planına uyum ve başarının elde edilmesi açısından kritik öneme sahiptir.

1.7.6. Takip Planı

İyileştirme çalışmalarının bir plan dâhilinde zamana bağlı olarak gerçekleştirileceği durumlarda, belirlenecek olan zaman aralıklarında belirlenen performans ölçütlerine ve ara hedeflerine göre takibi ve kontrolü yapılması gerekir.

Takip ve kontrol yapılmasında amaç, çalışmanın genel gelişim seyrini izleyerek, hedef doğrultusunda varsa sapmaların belirlenmesi ve nedenlerinin ortadan kaldırılmasına yönelik ek aksiyonlarının alınmasına ve dolayısıyla çalışmanın zamanında, belirlenen hedefe ulaşmasına yardımcı olur.

Takip planı içerisinde, sistem gelişiminin ölçümü veya özel testlerin ne zaman ve nasıl yapılacağı belirtilmelidir. Plan, yeni sistemin nasıl bir performans göstereceği gerçekçi ve sayısal tahminleme içermelidir.

1.7.7. Sonuçların Raporlanması

Sonuçların raporlanması, A3 raporlama sistemine uyarlamadır. Problem çözücü ekip, takip sonuçları hakkında raporlama yapmak amacıyla A3 durum raporunu hazırlamalıdır.

Hazırlanan sonuç raporlarına göre çalışmanın genel gelişimi, adımları ve karşılaşılan problemler incelenerek, süreçte kazanılan öğrenilmiş dersler tespit edilmesi ve diğer çalışmalara yansıtılmaya çalışılır.

Raporlanma kısmı, çalışmanın hedeflere ne kadar ulaşıldığını gösteren performans kriterlerine bağlı değerlendirildiği, sonuçların net olarak açıklandığı kısımdır.

2. SMED (Tekli Dakikalarda Kalıp Değişimi)

Küreselleşen imalat endüstrilerinin üretimlerinde küçük parti boyutlarında üretimlerde artan esnekliğe ihtiyacı vardır (Gavali, Chavan ve Dongre, 2016: 1748). Ancak bu durum, işletmelerin ayar sürelerinde önemli artışlara neden olacaktır. Üretim işletmelerinin, esnek üretim sistemine sahip olmaları ve küçük partiler halinde üretimin önündeki en önemli engellerden birisi ayar süreleri için harcanan sürenin uzun olmasıdır.

Kalıpların ve takımların değiştirilmesi, ayarların yapılması, müşteri standartlarına uygun ürünlerin oluşumuna kadar geçen süreler kayıp olarak değerlendirilir. Bundan çekinen geleneksel yöneticiler, stoklu veya büyük partili üretimi tercih ederek problemden kaçmayı tercih etmektedir (Ersoy, 2007: 60). Ancak, artan rekabet ortamı ve değişen müşteri beklentileri, üretim parti miktarlarının azalmasına ve taleplerin hızlı karşılanması isteğine neden olmuştur. Günümüz koşullarında işletmeler, üretim performansının ve ürün kalitesinin artırılması için, üretim zamanlarını ve maliyetlerini azaltmanın yolunu bulması gerekmektedir (Joshi ve Naik, 2012: 1).

İşletmelerin üretim performansını iyileştirmeye yönelik çalışmaların başlarında, bir üretimden diğerine geçerken kaybedilen süreleri incelemeksizin çevrim süresini azaltmaya yönelmiştir. Bu yaklaşım geleneksel yönetim tarzının, yani ekonomik parti büyüklüğün belirlenmesine yol açmış ve aslında ekonomik olmayan çalışmalara neden olmuştur. Bu dönemde dikkate alınmayan ve etkinliği arttırmak üzere toplam üretim zamanını azaltma çalışmalarının bir diğer boyutu ayar sürelerini azaltmaktır (Gade, Chavan ve Bhavsar, 2016: 364). Ortaya çıkan bu durum ve üretim yönetimi üzerindeki baskı, işletme yöneticilerini daha sonrasında ayar sürelerinin azaltılmasına yönelik çalışmalar yapmaya zorlamıştır.

Ayar zamanlarını azaltmaya yönelik yapılan çalışmaların en fazla bilineni Shingo tarafından geliştirilen yalın üretim araçlarından birisi “Single Minute Exchange of Die: SMED” ‘dir. Hızlı kalıp değişimi ifadesi kullanıldığında SMED akla gelir. Shigeo Shingo ilk olarak Mazda Hiroşima fabrikasında 35, 750 ve 800 ton preslerin kalıp değişiminde iç ve dış ayarların ayrılması amacıyla SMED yöntemini kullanmıştır(Hülagü, 2011: 57). Genel olarak bu kavram, on dakikanın altında olan

takım ve kalıp değiştirme olanak sağlayan sistematik çalışma olarak tanımlanabilir (Ersoy, 2007: 61).

Ayar süresinin meydana gelen azalmanın esneklik, atıl kapasite kullanımı ve maliyet azaltma olmak üzere üç ana konuda faydaları vardır. İşletmelerin, ayar süreleri dâhil olmak üzere üretim sürelerinde meydana gelen kayıp sürelerindeki her azalış, işletmenin küçük partilerdeki bir üründen diğerine hızlı geçişlere olanak sağladığı için üretim esnekliği kazandırmış olur. Özellikle, ürün teslim sürelerinin kısaldığı, üretici sayısının arttığı ve ikame ürünlerin oluşabildiği günümüz koşullarında hızlı üretebilme kabiliyeti ile müşteri istek ve beklentileri hızlı karşılanabilir hale gelecektir (Joshi ve Naik, 2012: 1).

Müşteri beklenti ve isteklerini karşılamada yetersiz kalan birçok işletme, fazla çalışma, ilave mesai ve yeni ekipman satın alma sürecine girmeden ayar sürelerini azaltarak kayıp oranını düşürebilir ve ekipman etkinliğini artırarak, birim zamanda meydana gelen ürün miktarında artış sağlayabilir. Birim üretim zamanlarında ve kayıp zamanlarda meydana gelen azalış ve ekipmanların etkin kullanımı, sabit maliyetlerin birim ürün başına bıraktığı yükü azaltacağı için üretim maliyetlerinde azalmasına katkıda bulunacaktır.

Üretim ayar süresi kayıplarında yapılacak iyileştirmelerin olumlu etkilerini Pannes (1995) aşağıdaki gibi sıralamıştır (Tanık, 2010: 118):

- Üretim partilerinin küçültülmesine bağlı olarak esnek üretim sistemine geçişe olanak tanır.
- Azalan ayar sürelerine bağlı olarak plansız duruş ve kullanılan işçilikte azalma meydana gelir.
- Makinelerin performans göstergelerinden OEE (Toplam Ekipman Etkinliği) değerinde artış sağlar.
- Üretim veya imalat maliyetleri azalır.
- Zaman kayıplarında azalış, teslimat sürelerine uyumu kolaylaştırır.

Üretim sahası içerindeki uygunsuzluklar ve standartlaştırılmayan işlemler ayar sürelerinde dalgalanmalara yol açmaktadır. Diğer bir ifadeyle standardizasyon eksikliği, ayar parametrelerinin ölçülemez olması gibi durumlar ayar sürelerini arttırır. Ayar

işlemlerin standartlaştırılmamasının asıl sebebi, ayar talimatlarının olmayışından kaynaklanır. Bu durum ise, ayar alanına daha az ilgi gösterilmesine ve ayarların farklı sıra ve çalışma hızı ile gerçekleşmesine neden olur.

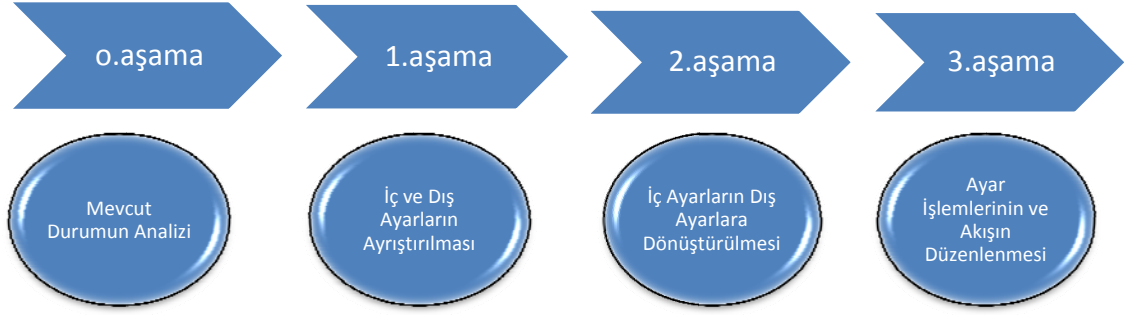
2.1. SMED Metodolojisi

Kalıp değişim süresi veya daha genel ifade ile ayar süresi, mevcut çalışmanın son partisinin son ürününden, sonraki çalışmanın ilk kabul edilebilir ürünün çalışma istasyonundan elde edilmesine kadar geçen süre olarak tanımlanmaktadır (Gade, Chavan ve Bhavsar, 2016: 364).

Hızlı kalıp değiştirme çalışmaları, deneme üretimlerinin ortadan kaldırılmasına ve küçük partili esnek üretimin gerçekleşmesine olanak kılar. Müşteri taleplerinin hızlı şekilde karşılanabilmesi için mevcut kapasitenin daha etkin kullanılması ile mümkün hale gelebilmektedir. Planlanan kapasite değerinde verimsizliğe sebep olan kalıp değişimlerine yönelik ilk çalışmalar Shigeo Shingo tarafında 1950'lerden itibaren çalışılmış ve SMED metodolojisi geliştirilmiştir (Tanık, 2010: 122).

Üretim süreçlerinin geliştirilmesinde çok sayıda kalite aracı ve yöntemleri bulunmasına rağmen, SMED yönteminin uygulanmasın hızla yaygınlaşmasının en önemli sebebi 5S, Kaizen, Poka-Yoke, Değer Akış Haritalama, programlama ve çalışan yönetimi gibi birçok kalite aracını sistematik olarak uygulamalarında kolay biçimde uyguluyor olmasıdır. Yöntemin doğru anlatılması ve açıklanması, uygulama aşamasında yaşanacak zorlukların azaltılması açısından önemlidir.

SMED metodolojisini daha kolay anlaşılabilmesi için, uygulamalarda kullanılan iç ayar ve dış ayar kavramların açıklanmasında fayda vardır. İç ayarlar, makine kapalıyken veyahut üretim durdurulduğu anda yapılan ayar işlemleridir. Makinenin kalıp değişimi iç ayar işlemine örnek olarak verilebilir. Dış ayarlar ise, ayar faaliyetinin yapılması için makinenin veya üretimin durdurulmasına gerek yoktur. Makine kalıplarının temizlenmesi ve üretime hazırlanması örnek olarak verilebilir (Hülagü, 2011: 66).



Şekil3: SMED Temel Adımları

SMED uygulamaları ile ilgili yapılan literatür araştırmaları, uygulamanın mevcut durumun analiz edilmesi, iç ve dış ayarların ayrıştırılması, iç ayarların dış ayarlara dönüştürülmesi ve ayar adımlarının iyileştirilmesi olarak dörde ayırmaktadır. Saha uygulamalarında başarının artırılması için uygulama aşamalarına, SMED ekibinin kurulması, makine modelinin seçilmesi, 5s metodolojisinin uygulanması ve çalışmanın yaygınlaştırılması adımlarının da eklenmesi gerekliliği bu çalışmada ortaya çıkmıştır. Uygulama aşamalarına ait tüm süreç açıklamaları bu kısımda ele alınmıştır.

2.1.1. SMED Takımının Oluşturulması

Yalın üretim sürecinin kurulması ve yürütülmesi için gerekli olan en önemli unsur olan çalışan katılımının sağlanması, tüm süreç araçlarında olduğu gibi SMED uygulaması açısından da önemlidir.

İşletmelerin ayar süreçlerini iyileştirmek üzere bir ekip kurması, çalışmaların sistematik ve gerekli çalışmaların görev dağılımı ile kolaylaştırılması ve süreç ile ilgili farklı görüşlerin ortaya çıkmasına katkıda bulunacaktır.

Her üretim organizasyonunun kendi iç yapısına uygun olmakla birlikte, satın alma, proje ve dizayn, üretim, bakım departmanlarının sorumlularının yanı sıra süreçte direkt faaliyette bulunan çalışanlar ve gerektiğinde danışman çalışma ekibine katılması çalışmaların etkinliğinin artırılması etki etmektedir.

2.1.2. Makine Modelinin Seçilmesi

Ayar süreçlerinin iyileştirilmesine hangi makineden başlanacağı ile ilgili herhangi bir kriter veya yöntem yoktur. Süreç sahipleri, ilk kez çalışma yapacakları bir üretim alanında pilot uygulama olarak bir makineyi seçebileceği gibi, çoklu ve farklı üretim

hatlarının olduğu üretim ortamında kritiklik seviyesine göre Pareto analizi yaparak da makine seçimi yapabilir.

Üretim alanında tüm makinelerin veya birden fazla makinenin aynı anda ele alınmasına olanak sağlayacak olan bir organizasyon yapısı ve personel yeterliliğinin olmadığı, ayar süreçlerini iyileştirme yönelik ekip çalışmaları, tek tek yapılmasında herhangi bir problem yoktur.

2.1.3.Mevcut Durumun Analizi

Herhangi bir proje çalışması ya da ekip çalışmasına başlamadan önce, eksikliklerin ve nedenlerinin tespit edilebilmesi, doğru aksiyonların alınabilmesi ve aksiyon sonuçlarının etkisinin kıyaslanarak ölçülebilmesi için mevcut durum analizin yapılması gereklidir.

Mevcut durum analizi, ortada var olan problemlerin analiz edilmesi ve tüm nedenlerinin ortaya çıkartılarak alınması gereken önlemlerin belirlenmesi açısından kritik öneme sahiptir. Bunun yanı sıra, alınan aksiyonların kıyaslanarak ne oranda başarıya ulaştığının değerlendirilebilmesi için başlangıç noktasındaki işletme yâda söz konusu sürecin durumunu ortaya çıkarmaktadır.

Bu aşamada, gerçekleşmesi gereken faaliyetler arasında net bir ayırım yoktur. Analiz çalışmalarına başlamadan önce bu aşamadayken, çalışan personelin bilgilendirilmesi ve çalışmalara katılması önemlidir (Simões ve Tenera, 2010: 298).

İyileştirme yapılmamış tüm ayar süreçleri aşağıda belirtilen dört adımdan oluşmaktadır (Hülagü, 2011: 67):

- Hazırlık, süreç sonrası ayarları, malzeme ve araçların kontrol edilmesi
- Bıçakların, aletlerin ve parçaların takılması
- Ölçümler, ayarlar ve kalibrasyonlar
- Deneme ve ayarlamalar

Bu aşamaların, işletmelerdeki ayar süreleri içerisindeki payları aşağıdaki tablo 4.'de gösterilmiştir.

Tablo 4
SMED Uygulaman İşletmelerde Ayar İşlemlerine Ait Oranlar

Ayar Aşamaları	Ayar Süresi İçerisindeki Oran
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

SMED uygulamasında hedeflenen ayar sürelerine ulaşmak için mevcut durumdaki zaman kayıplarının azaltılması gerekmektedir. Bu kayıpların azaltılması için yukarıda belirtilen aşamaların detaylı incelenmesi gerekmektedir. Birçok üretim işletmesinde, kullanılan kalıp, takım veya aparatların alınması, temizlenmesi ve kullanılacak hale getirilmesi işlemleri makine durduğu sırada gerçekleştirilmektedir. Bu durum üretim için ciddi zaman kayıplarına neden olmaktadır. Bu tip işlemleri içeren ayarların makine çalışırken veya üretim devam ediyorken yapılması duruş kaybını azaltacaktır. Belirtilen oranlar arasında kalıp ve ekipmanların takılması için harcanan süre, toplam ayar süresi içerisindeki payı oldukça düşüktür. Kalıp değişimleri makine dururken yapılabilen çalışmalardır. Bu süreci olabildiğince azaltacak önlemler alınması gerekir.

Ölçüm ve ayar işlemlerinde genellikle makine kapatılır, SMED uygulamalarında bu işlemin makine çalışırken yapılabilmesi gerekir. Geleneksel ayarlar aşamaları içerisinde en önemli ve fazla zaman kaybına neden olan aşama ise deneme ve son ayar işlemidir. Bu adımın hatalı olması, ürünlerin standart dışı üretimine sebep olmaktadır.

2.1.4.İç ve Dış Ayarların Ayrıştırılması

Hızlı ayar değişime geçiş çalışmalarının çoğunluğundan başlangıç aşamasında ayar işlemleri üretimin tamamlanmasından sonra gerçekleşmektedir. Bunu düzenlemek için ilk aşamada, yürütülen faaliyetlerin üretim içi ve üretim dışı ayar işlemleri olarak ayrılması gereklidir. Üretim dışı ayar işlemleri, önceki üretimin tamamlanmasından önce yapılabileceğini ifade eder. Shingo'ya göre (1985) sadece birinci aşamayı

uygulayarak ayar sürelerinde %30-%50 arasında iyileştirme sağlanabilir (Tanık, 2010: 123).

SMED çalışmasının başlangıcında karışık ayar modeli hâkimdir. Dış işlem olarak yapılması gereken işlemler iş işlem olarak gerçekleştirilmektedir. Bu durum ise, atıl zamanların artmasına neden olmaktadır. Bu aşamanın başlangıcında ayar süreleri analiz edilmelidir (Hülagü, 2011: 69). Analiz işlemleri için veri toplamak için elde süreölçer ile yoğun iş analizi yapmak ve departman işlerini videoya alarak veriler çıkarmak sıklıkla kullanılan yöntemlerdir. Devamında atölyedeki personel ile görüşme yaparak fikirler almak gerekir. Bu uygulamalar sayesinde söz konusu ayarların iç ve dış ayar olarak ayrılması sağlanır (Ersoy, 2007: 67).

Geleneksel çalışma ortamlarında birkaç çeşit kayıp meydana gelmektedir. Bunlar;

- İç ayar başlangıcında veya ayar kurulumunda sonra açığa çıka aşınmış parçalara ait temizleme, taşıma ve yenisini arama esnasında makine kapalı tutulmaktadır.
- Üretimi tamamlanmış mallar depoya kaldırıldığında veya stoktaki hammadden partisi eskisinin yerine geçebilmek amacıyla getirilme süresi içerisinde makineler çalışmamaktadır.

2.1.5. İç Hazırlık Sürecinin Dış Hazırlık Sürecine Çevrilmesi

Ayar iyileştirme sürecinin bu aşamasında, makine veya üretim dururken yapılan ayar faaliyetlerine odaklanılır. Bu aşamada, mevcut düzen içerisinde üretimin durdurularak yapılan faaliyetlerin, üretim durdurulmadan yapılması yönünde çalışmalar yapılır. İç ayar işlemlerinin dış ayarlara dönüşümü ile birlikte ayar sürelerinde yaklaşık %75'e kadar azalma elde edilebilir.

Sürece yönelik iyileştirme çalışmalarının önemli bir kısmında, iç ve dış ayar süreçlerinin birbirinden ayrılması kolay bir şekilde yapılmaktadır. Ancak, ayar süreçleri iç ve dış ayar adımları olarak ayrıldıktan sonra, kalan iç hazırlık adımlarının hangilerinin ne şekilde dış ayar adımına dönüştürülebileceğini bulma konusunda uygulamacılar sıkıntı yaşamaktadır. Özellikle, takım çalışmasının etkin olarak çalışmadığı durumlarda ortaya çıkan bu durumun ortadan kaldırılması için ekip üyelerinin olabildiğinde konu ile ilgili ve istekli kişilerden seçilmesi, karar verme

tekniklerinin etkin olarak kullanılması ve benzer uygulamaların nasıl yapıldığının araştırılması gereklidir.

Örnek olarak soğuk çekme üretim hatlarında, hammadde bobinlerinin bitmesinin ardından diğer bobinin hatta bağlanana kadar geçen süre, genel olarak iç ayar süreci içerisinde gerçekleşmektedir. Ancak, benzer üretim hatlarında kullanılan çift yükleme ve kangal hazırlama sistemlerinin kullanılması üretim hattında söz konusu süreçten kaynaklanan iç ayar kaybının azaltılmasına etki edecektir.

2.1.6. 5S Metodolojisinin Uygulanması

Çalışma ortamının organize edilmesi ve oluşturulan sistematik yapının sürekliliğinin sağlanması, üretim çalışmalarını kolaylaştırdığı gibi çalışan personelin fazladan enerji sarf etmesini önler ve işine karşı daha bağlı hale gelir.

5S metodolojisi, üretim organizasyonlarının çalışma ortamlarının sistematik ve sürdürülebilir düzenlenmesine olanak sağlayan yalın üretim araçlarından birisidir. 5S uygulamalarının, ayar sürelerinin iyileştirilmesinde kullanılan SMED metodolojisine önemli katkıları vardır. Özellikle ayar süreci içerisinde, gerekli malzemelerin bulunduğu bölgelerin tanımlanması, arama esnasında yaşanacak olan zaman kayıplarının minimize edilmesine katkı sağlayacaktır. Bunun yanı sıra, kullanım sıklığı ve kullanım bölgesi ilişkilendirilmesi yapılmış bir 5S uygulamasında, ayar süreçlerinde gereksiz çalışma hareketleri önlenmiş olacaktır.

Genel olarak yöntemin, mevcut durumun tespit edilmesinden hemen sonra uygulanması SMED çalışma ve ayar süreçlerini standartlaştırma zamanına pozitif etkide bulunacaktır.

2.1.7. İç ve Dış Hazırlık Süreçlerinin İyileştirilmesi

SMED'in son aşamasında ise, hem iç hem de dış ayar faaliyetleri en ince detayına kadar incelenir ve analiz edilir. Elde edilen sonuçlara bağlı olarak düzenleme ve iyileştirme faaliyetleri yapılır.

İç ve dış ayar işlemlerinin iyileştirilmesine yönelik olarak paralel operasyonlar geliştirmek, fonksiyonel kelepçeler kullanmak, ayar işlemlerini kaldırmak, hızlandırıcı

mekanizme geliştirmek, kalıpların hazır vaziyette tutmak ve renklerin kullanılması sıklıkla kullanılan yöntemlerdir (Hülagü, 2011: 76).

- Paralel operasyonlar, genellikle mevcut personel sayısının arttırılması durumunda ayar operasyonlarının personele dağıtımını sağlayarak gerçekleştirilir. Örneğin bir kişinin 30 dakikada yaptığı ayar işlemleri, ilave bir personel ile daha kısa sürelerde çözümlenebilir.
- Kelepçeler ya da armut şekilli ve geçmeli bağlantılar, uzun saplama, cıvata ya da somun bağlantılarına oranla daha kısa sürede bağlantıyı sağlar.
- Ayar işlemlerinin birleştirilmesi ya da tasarım değişiklikleri ile ayar işlemleri elimine edilebilir. Bir ayar işleminin ortadan kaldırılması, söz konusu ayar adımından kaynaklanabilecek hatalarında ortadan kalmasını sağlayacaktır.
- Mevcut mekanik yapının düzenlenmesi, kullanımın kolaylaştırılması ve daha pratik hale getirilmesi, ayar sürelerini azalacaktır.
- Makinede kullanılacak, kalıp ve diğer teçhizatlar hazır durumda ve kolay ayrılabilir şekilde depolanmalıdır.
- Birbiri ile ilgili olan veya ayar sürecinde bağlantısı olacak parçalar, kolay ulaşımı kolaylaştırması amacıyla belirlenen uygun renklere boyanmalıdır.

Hazırlığı iyileştirmek için belirlenen kurallar aşağıdaki gibidir (Ersoy, 2007: 82):

1. Hazırlık 5S ile başlar ve biter.
2. İç hazırlık işlemlerini dış hazırlık işlemlerine dönüştürünüz, ardından iç faaliyetleri azaltınız.
3. Bağlantı elemanları zaman düşmanıdır.
4. Ellerinizi kullanacaksanız, ayaklarınızın yere sıkı bastığından emin olunuz.
5. Bireysel ince ayar becerilerine bel bağlamayın.
6. Talimatlara aykırı davranmayın.
7. Bütün hazırlık operasyonlarını standartlaştırın.

2.1.8.Diğer Makinelere SMED Uygulanması

Üretim organizasyonlarında elde edilen her başarılı çalışmanın, ilgili bölümlerde ya da çalışma istasyonlarında yaygınlaştırılması önemli adımlardan birisidir. Bu sayede,

işletmenin bir bölümünden elde edilen başarılar, hızlı bir şekilde diğer makine veya ekipmanlara da uygulanabilir hale gelecektir.

Benzer makine veya ekipmanların yoğun olduğu üretim işletmelerinde, pilot SMED uygulaması sonucu elde edilen sonuçlar ve kazanılan tecrübelerin işletmenin geneline yayılması daha kolay gerçekleşecektir. Farklı üretim metotlarına ve teknolojilerine sahip üretim makineleri veya hatlarında ise, her bir SMED uygulamasında elde edilen tecrübeler dayalı olarak diğerlerinde yapılacak olan çalışma uygulanmaya devam etmelidir.

2.2. SMED Temel İlkeleri

SMED metodunu şekillendiren ve uygulamasına yön veren “ gereksiz zaman harcamalarından kurtulmak” ana prensibine sahiptir [28,syf62] .Gereksiz harcanan üretim zamanlarını azaltmaya yönelik uygulana yalın üretim araçlarından birisi olan SMED altı temel ilkeye sahiptir :

- İşletmeler mümkün olduğunca ayar işlemlerini makine çalışırken veya üretim tamamlanmadan yapmalıdır. Mevcut durumdaki ayar işlemleri tespit edilmelidir. Bazı işlemler kolaylıkla ve üretim durdurulmadan makine çalışırken yapılabilecek olmasına rağmen, üretim durdurularak yapılıyorsa büyük bir israftır. Bu işlemler, makine çalışırken yapılacak önlemler alınmalıdır. İlave olarak, değişiklik ve revizyon çalışmalarıyla iç ayarlar olabildiğince dış ayar sürecine dâhil edilmeli ve kısaltılmalıdır.
- Kalıp değiştirme işlemlerini hızlandıracak sistemler değiştirilmelidir. Bir kalıptan diğer kalıba geçiş aşamasında bir sonraki kalıbı taşıyan ve yerine takılmasını kolaylaştıran rulmanlı sistemler kullanılmalıdır.
- Standartlaştırılmış kalıp değiştirme işlemleri uygulaması, ayar sürelerini azaltacaktır. Özellikle kalıp ve takım bağlama sürecinde kullanılan elemanlar aynı boyut ve niteliklere sahip hale getirilmesi ayar işlemlerinde hız kazandıracaktır.
- Mengene ve bağlayıcıları vida ve civata gerektirmeyecek şekilde tasarlamak zaman tasarrufu sağlar.

- Ayar işlem sürelerinin %50 kadarı, bir kalıp takıldıktan sonra yapılan ayarlama ve deneme çalışmaları ile harcanır. Kalıbın ve takımın ilk anda, tam olarak gerektiği şekilde ayarlanması, bu kayıpların önlenmesini sağlayacaktır.
- Kalıplar makinelere yakın bir bölgede tutulması, taşıma ve hareket kaybını engelleyecektir.

2.3. SMED'in Faydaları

Üretim işletmelerinde ayar sürelerinin azaltılmasına yönelik uygulanan yalın üretim tekniklerinden olan SMED, direkt olarak üretim geçiş sürelerinin azaltılmasını sağlar.

Ayar sürelerinin uzun olduğu birçok işletme, ayar sürelerinden kaynaklanan kayıpları kapatmak için büyük hacimli üretimler ve az ayar değişiklikleri yapmaktadır. Bu ise, işletmelerin stoklu çalışmasına ve anlık talepleri karşılayamamasına neden olmaktadır. SMED tekniği ile azaltılan ayar süreleri ile işletmelerin esnek üretim stratejilerini uygulanabilirliği artmaktadır. Yine buna bağlı olarak işletmelerin stoklarında ve stok maliyetlerinde ciddi azalışlar sağlanmaktadır.

Üretim geçişlerinin hızlanması, üretim işletmelerinde özellikle planlanan üretim kapasitesinde meydana gelen kayıpların azalmasını sağlar. Üretim kapasitesini etkin kullanım, işletmenin performans göstergelerinden OEE, toplam üretim miktarlarında artışa; hatalı üretim miktarında ise azalmasına katkıda bulunmaktadır.

Ayar aşamasında sıklıkla yaşanan problemlerden birisi operatörün veya personelin ayar süresince fazladan enerji tüketilmesidir. Standartlaştırılmamış ve iyileştirilmemiş ayar faaliyetlerinde personel diğer bir ayar işlemine geçiş yapmak istememektedir. Ayar sürelerinde meydana gelen azalış, personelin ayar geçişlerinde moral ve enerji kayıplarını engelleyecektir. Sıklıkla yaşanan diğer problem, karmaşık ve zorlaştırılmış ayar faaliyetlerinde çoğunlukla ustalık veya ince ayar gereksinimi vardır. İşletmelerin basitleşmiş ayar faaliyetlerine geçişlerinde, herhangi personelin ayar yapabilecek kadar basitleştirilmesi ve kolaylaştırılması ancak SMED uygulamaları ile sağlanabilmektedir.

2.4. SMED Uygulamalarında Kullanılan Yardımcı Teknikler

2.4.1. Pareto Analizi

Pareto analizi, başta üretim süreçlerinin geliştirilmesi çalışmaları olmak üzere birçok literatür ve vak'a uygulamasında elde edilen verilerin sınıflandırılarak, karar alma sürecinin kolaylaştırılması ve ağırlıklı olarak önemli karar alternatiflerinin belirlenmesine olanak sağlayan istatistiksel karar destek tekniğidir (Aydın ve Teke, 2016: 39).

Yöntemin genel kabul yönünü, “ Sonuçların %80’ni, sebeplerin %20’den meydana gelir.” oluşturmaktadır. Üretim açısından değerlendirildiğinde üretim kayıplarına neden olan sebeplerin %20 oranındaki kısmı, toplam zaman kayıplarının yüzde %80’ne neden olmaktadır şeklinde değerlendirilebilir.

Uygulama aşamasında, üretimde zaman kayıplarına neden olan tüm kayıp türleri listelenir ve söz konusu kayıplara ait ölçüm değerleri belirlenir. Kayıp türleri, ölçüm değerlerine göre büyükten küçüğe doğru sıralanarak öncelik sıralaması elde edilir. Kayıp türlerinin, toplam zaman içerisindeki payları büyükten küçüğe doğru toplanarak kümülâtif toplam sütunu elde edilir. Kümülatif toplam sütununun %80’ine denk gelen zaman kayıp türleri öncelikli olarak ele alınarak aksiyonlar belirlenir (Özcan, 2001: 153).

2.4.2. Spagetti Diyagramı

Ayar sürelerinde iyileştirme yapılacak olan makine veya üretim hattının üstten görünüşü ve yakın çevresine odaklanmış bir yerleşim planında, ayar faaliyetleri sırasında operatörün hareket rotası ve her adımı plan üzerine işlenir. SMED uygulamalarında spagetti diyagramlarının kullanılma amacı, ayar işlemlerindeki odaklanma noktalarını analiz ederek mudaları ortaya çıkarmaktır.

Spagetti diyagramları, üretim faaliyetlerinde bulunan çalışan personelin nasıl ve ne kadar hareket ettiğini ortaya çıkarmak ve gereksiz hareketleri ortadan kaldırarak yalın üretim sürecinde uygulanacak olan yöntemlerin belirlenmesine katkıda bulunan diyagram türüdür (Yalçın ve diğerleri, 2018: 100).

2.4.3. Ayar İşlem Adımları Zaman Çizelgeleri

Ayar analizi çalışmalarında süreölçer kullanılarak elde edilen zaman verileri mevcut durumu göstermesi amacıyla “Ayar İşlem Adımları Zaman Çizelgesine” kaydedilir. Zaman çizelgeleri, iyileşmeye açık yönlerin belirlenmesi için gereklidir.

Zaman çizelgeleri, özellikle Pareto analizinde ayar adımlarının ağırlıklandırılması ve önem sırasının elde edilmesi için gerekli olan ölçüm değerlerinin elde edilmesi açısından önemlidir.

2.5. SMED Uygulaması Performans Anahtarları

Süreç iyileştirme metotlarından, SMED metodolojisinin etkisini değerlendirme üzere kullanılan birçok performans indeksi kullanılabilir. Bu performans indekslerinin başında OEE olmak üzere, sıklıkla % ayar süresi azaltması, ekipman uygunluğunun artırılması, ayar süresini azaltmanın işgücü tasarrufuna etkisi, ekonomik kayıp olmaksızın parti boyutunda azalma miktarı ile ölçülebilir (Chen ve Meng, 2010: 110).

Ayar süresinde azalma oranı, mevcut durumun analiz edilmesiyle elde edilen ayar süresinde sağlanan zaman tasarrufunun, mevcut durum ile kıyaslanması ile elde edilmektedir.

$$\% \text{ Ayar Süresinde Azalma} = \frac{\text{Mevcut Ayar Süresi} - \text{Yeni Ayar Süresi}}{\text{Mevcut Ayar Süresi}} \times 100$$

$$\text{Aylık İlave Ekipman Zamanı} = \text{Zaman Tasarrufu} \times \text{Aylık Ayar Sayısı}$$

Ayar sürelerinde sağlanan iyileştirmeler, makine etkinliğinin sağlanmasının yanı sıra işgücü tasarrufunun elde edilmesine de olanak sağlayacaktır. Ayar sürecinin dışsallaştırılmasından dolayı artan iş gücü kullanım oranı, toplamda sağlanan ayar sürelerinden dolayı azalacaktır. Toplamda sağlanacak işgücü tasarrufu, mevcut durum üzerinde oluşan net değişime bağlı elde edilecektir.

$$\text{Birim Kazanç} = (\text{Mevcut Ayar Süresi} - \text{Son Ayar Süresi} + \text{Dış Ayar Süresi})$$

$$\text{Aylık Personel Tasarrufu} = \text{Birim Kazanç} \times \text{Aylık Ayar Sayısı}$$

Bir ürün modelinden diğere geçiş sürecinin kolaylaştırılması ve süresinin azaltılması, üretim partilerinin ya da lotların daha küçük olarak organize edilmesine olanak sağlayacaktır. SMED uygulamalarında, sağlanan ayar süresi kazançları ve standartlaşmış ayar prosesi, üretim partilerinin küçülmesine ve daha esnek üretim kabiliyeti kazanmasına olanak tanıyacaktır.

$$\text{Mevcut Parti Üretim Süresi} = \text{Parti Büyüklüğü} * \text{Çevrim Süresi}$$

$$\frac{\text{Mevcut Üretim Zamanı}}{\text{Parti}} = \frac{\text{Mevcut Parti Üretim Süresi} + \text{Ayar Süresi}}{\text{Parti Büyüklüğü}}$$

$$\text{Azalan Parti Üretim Süresi} = \text{Parti Büyüklüğü} * \text{Çevrim Süresi}$$

$$\frac{\text{Azalan Üretim Zamanı}}{\text{Parti}} = \frac{\text{Azalan Parti Üretim Süresi} + \text{Ayar Süresi}}{\text{Azalan Parti Büyüklüğü}}$$

Olması planlanan üretim zamanı içerisinde gerçekleşen üretim zamanı, üretim miktarı ve kaliteli üretim miktarı üçlüsünü değerlendirerek ekipman etkinliği hakkında bilgi veren performans anahtarına OEE adı verilir.

OEE, SMED uygulamalarında sıklıkla kullanılan performans anahtarlarından en önemlisidir. Mevcut durum ile çalışma sonrası durumu, makinenin etkinliğinin ölçülmesi üzerinden değerlendirmeye, olası kayıpların belirlenerek aksiyonlar alınmasına olanak tanıyan göstergedir.

2.6. SMED Uygulamasına Yönelik Literatür Çalışmaları

Üretim organizasyonlarında yaşanan kayıpların fazla olması ve makine etkinliğini arttırma istekleri, işletmeleri faaliyetleri sırasında yaşamış oldukları katma değer üretmeyen faaliyetlerden ve yaşanan zaman kayıplarından kurtulmak amacıyla süreçlerini iyileştirmeye zorlamaktadır.

Kayıp analizleri ve kayıpların önlemesi yönelik kavramlar, ilk olarak Toyota Yönetim Sistemi veya diğere adlandırılmasıyla Yalın Üretim Sistemi ile tanıtılmış ve uygulamaya başlamıştır. Yalın üretim sistemi içerisinde yer alan birçok uygulama aracı sistemin katma değer üretmeyen faaliyetlerden ayrıştırılarak, daha etkin ve kontrol edilebilir üretim yönetiminin elde edilmesine olanak sağlamasına katkıda bulunmaktadır.

Yalın dönüşüm içerisindeki en önemli uygulama amaçlarından birisi kalıp değişim süresi veya ayar sürelerinin kısaltılması ve bunu sağlamak için kullanılan en önemli yöntem ise SMED metodolojisidir. Ayar proseslerinde yer alan süreç adımlarının iyileştirilmesi amacıyla kullanılan yöntem ile elde edilen kazançların oranının yüksek olması, gün geçtikçe uygulanmasına ve üzerinde çalışılmasına katkı sağlamaktadır.

Yöntemin, literatür bazlı çalışmaları ele alındığında iki başlık altında toplanabilir: kavramsal inceleme çalışmaları ve uygulama çalışmaları.

Kavramsal inceleme çalışmaları, SMED metodolojisinin başlangıcını yöntemini, uygulama aşamalarını ve faydalarını açıklamak üzere yapılan çalışmalardan oluşmaktadır. Uygulama çalışmaları ise, kavramsal çerçeveye bağlı olarak iyileştirme süreçlerinde kalıp değişim süreçlerinin ya da ayar süreçlerinin iyileştirilmesine olanak sağlayan ve etkinliği ölçülen çalışmalardan oluşmaktadır.

2.6.1. SMED Metodolojisini Kavramsal Açıdan İnceleyen Çalışmalar

Kavramsal metodoloji veya inceleme çalışmaları, yöntem veya metotların başlangıç ve günümüzdeki konumu, kurallarını ve kısıtlarını, uygulama aşamalarını açıklayan, eksik ya da güçlü yönlerini belirtmektedir. Bunun yanı sıra, mevcut yöntemin yanı sıra kavramsal açıdan farklı yöntem ve hesaplama metotlarının önerildiği çalışmalar da kavramsal çalışmalar içerisinde değerlendirilmektedir.

Bu bölümde, SMED metodolojisini açıklayan kavramsal literatür çalışmaları açıklanmıştır:

Chen ve Meng (2010), yalın üretimde ayar zaman kazançlarının sağlanmasına yönelik çalışmada, SMED uygulamasını kavramsal olarak ele almış ve çalışma etkinliğinin değerlendirilmesine yönelik % ayar süresi azalma, ekipman kullanılabilirlik artış miktarı, iş gücü kazanç miktarı, parti büyüklüğü azalış miktarı ve toplam ekipman etkinliği olmak üzere beş performans anahtarı açıklamıştır.

Joshi ve Naik (2012), kavramsal yönünü ele aldığı SMED metodolojisinin faydaları ve uygulama fazlarını açıklamıştır.

Feng, Kusiak ve Huang (2015), ayar kayıplarının azaltılmasına yönelik modelleme çalışmasında, ayar adımlarının karakteristiklerini incelemiş, ayar adımlarından iç ayarlarının azaltılmasına yönelik iki lineer programlama modeli önermiştir.

Gade, Chavan ve Bhavsar (2016), ayar sürelerinin azaltılmasında yöntem olarak SMED metodolojisini kavramsal olarak ele almıştır. Çalışmada, SMED yönteminin tanımı, gerekliliği, uygulama metodu ve tekniklerini açıklamıştır.

Sreenivasa (2016), ayar sürelerinin iyileştirilmesinin doğru yolu olarak bahsettiği SMED metodolojisini kavramsal olarak incelemiştir

Hermel, Medina ve Shvalb (2017), kalıp değişim zamanının tahminlemesi üzerine matematiksel modelleme üzerine çalışarak optimum değişim zamanına yönelik model oluşturmuştur.

2.6.2. SMED Metodolojisinin Uygulama Çalışmaları

İşletmeler, iyileştirme çalışmalarında sarf ettikleri maddi ve manevi efor sonucunda, ekipman etkinliğini arttırmaya yönelik çalışmaların sonucunu görmek ister. Çalışma etkinliklerini değerlendirmek amacıyla, performans anahtarları kullanabileceği gibi mevcut durum ile çalışma sonrası durumundaki zaman, üretim ve benzeri veriler kıyaslanarak iyileştirmeler hakkında bilgi sahibi olunabilir.

SMED uygulamaları ile ayar sürelerinde sağlanan azalma ve buna bağlı olarak sağlanan etkinlik artışının değerlendirilmesine yönelik çalışmalarda genel olarak, ayar süresinde meydana gelen azalma ve kazanç oranı üzerinden değerlendirilmiştir. Uygulamaya yönelik çalışmalar bu kısımda incelenmiştir.

Simoes ve Tenera (2010), pres hattındaki kalıp değişim süresinin iyileştirilmesi yönelik çalışmasında ayar süresi %47,5 indirgenmiştir.

Ersoy (2007), hızlı kalıp değişiminin sağlanması ve üretime olan etkilerinin incelenmesi üzerine gerçekleştirdiği tez çalışmasında, ayar sürelerinde sağlanan 100 dakikalık iyileştirmenin, toplam akış süresinde 96 gün azalmaya katkı sağladığı sonucuna ulaşmıştır.

Filiz (2008), hızlı kalıp değişimine yönelik tez çalışmasında SMED metodolojisini uygulamış ve birim ayar süresini 19 dakikadan 9 dakikaya kadar indirgemesine bağlı olarak % 52'lik zaman ve yıllık 39.310 Euro'luk maliyet tasarrufu sağlamıştır.

Demir (2009), fabrika ekipman etkinliğinin artırılmasına yönelik çalışmasında spagetti diyagramlarını kullanarak 20,4dakika, iç ayarları dış ayarlar sürecine dönüştürerek 31 dakika, adımların iyileştirilmesi ile 92 dakika ve bazı ayar adımlarının birleştirilmesi ile 36,6dakika olmak üzere toplam 180 dakikalık ayar süresinde azalma elde etmiştir.

Tanık (2010), kalıp sürelerinin iyileştirilmesinde yalın altı sigma projesini gerçekleştirerek, ayar sürelerini 140 dakikadan 92 dakikaya düşürmüş ve bunun karşılığında yıllık 20.644 TL finansal tasarruf sağlanmıştır.

Ulutaş (2011), SMED metodolojisini temel alan uygulama çalışmasında, ayar sürecini iç ve dış olarak ayırdıktan sonra, iki operatör için ayar adımlarının görevlendirilmesine ait çizelge vererek ayar sürecinde personel sayısının artırılarak ayar süresinin azaltılabileceğini göstermiştir.

Joshi ve Naik (2012), otomotiv sanayinde faaliyet gösteren bir işletmenin batarya montaj hattının iyileştirme sürecini Pareto analizinden faydalanarak analiz etmiş ve daha sonrasında ayar sürelerinin iyileştirilmesinde SMED metodolojisini uygulamıştır. Uygulama öncesi 480 saniye olan ayar süresi, iyileştirme sonrası 385 saniyeye düşürülerek 95 saniyelik azalma ve %30 oranında maliyet tasarrufu sağlamıştır.

Ani ve Shafei (2012), üretim etkinliğinin artırılmasında ayar sürecini iyileştirme temeline dayanan çalışmasında çalışma hatalarının tamamı ortadan kaldırılmış, ekipman çekmeceli masası sürece dâhil edilerek 23 dakikalık zaman kazanılmış, çevrim süresinde 71 dakika iyileştirme sağlanmış ve tüm bu çalışmaların sonucunda, kaynak kullanım etkinliği %95,6 oranında artırılmıştır.

Kumar ve Bajaj (2015), 25, 50 ve 150 tonluk pres makinelerinde ayar prosesine 5s ve SMED uygulayarak elde ettiği zaman kazancı 18 dk, 20dk ve 31 dk olmuştur.

Ram, Kumar ve Singh (2015), punch tezgâhlarında SMED uygulamasının kavramsal açıdan ele aldığı çalışmasında, SMED metodolojisinin gelişimi, uygulama aşamaları ve faydaları yönünden incelemiştir.

Pinjar, Shivakumar ve Patil (2015), dişli kalıbı makinesinin etkinliği arttırmak üzere SMED metodolojisini uygulayarak, uygulama öncesi 188,85 dakika olan ayar süresini 146,96 dakikaya düşürmüştür.

Priyanka ve Shilpa (2015), kaizen ve SMED uygulamaları ile ayar sürelerini 57,98 dakikadan 30,1 dakikaya indirmiştir.

Gavali, Chavan ve Dongre (2016), 1000 ton kapasiteye sahip pres hattında 5S, Görsel Yönetim, Kaizen, Standart Çalışma ve SMED yöntemleri uygulanarak ayar süresi 87 dakikadan 60 dakikaya düşürülerek %18.03 oranında azaltılmıştır.

Raove diğerleri (2016), hafif motorlu taşıtların jant imalatında ayar süre kayıplarının azaltılması için iyileştirme çalışmaları uygulanmış ve 166 saniye olan mevcut süre 27,3 saniyeye kadar indirgenmiştir.

Jaimin, Umang ve Sumit (2017), dövme makinesinde ayar adımlarının ayrılması ve iç ayar sürecinin azaltılması amacıyla SMED metodolojisinin nasıl uygulanabileceği üzerine teorik olarak çalışmış ve önerilerin veya önlemlerin etkinliğini ölçmeye yönelik çalışma yapmamıştır.

Sharma ve Belokar (2017), iç ayar prosesinin geliştirilmesine yönelik çalışmasında birim ayar süresi 106 dakikadan 81 dakikaya düşürülerek %23 zaman tasarrufu sağlanmıştır.

Selvakumar ve diğerleri (2017), dişli kutusu montaj hattında ayar kayıplarını önlemeye yönelik iyileştirme çalışmasında, SMED olmaksızın 158 saniye süren ayar süresi SMED uygulamaları ile 142 saniye indirgenmiştir.

Maurya, Yadav ve Pandey (2018), pres hattının ayar süresinin iyileştirilmesi çalışmasında ayar süresi 35,5 dakikadan 24,5 dakikaya azaltılmıştır.

2.7. SMED Uygulamasının Çalışmadaki Amacı

Ayar değişim süresinin ve sayısının fazla olduğu işletmelerde, ayar prosesinin iyileştirilmesi ve kontrol edilebilmesi son derece önemlidir. Bu duruma örnek olan, parlak çelik üretim hatlarından olan kabuk soyma hattının ayar sürecinin iyileştirilmesi ele alınacaktır.

Çalışmada, söz konusu üretim hattının mevcut durumu analizi sonrası SMED uygulaması gerçekleştirilecektir. Çalışma sonrası, uygulamanın etkinliğinin zaman boyutunda değerlendirilmesi OEE ile birim maliyetlere olan etkisi FTM yöntemi ile yapılacaktır.

Hazırlık ve üretim sürelerinde meydana azalış, aynı zamanda hatların birim maliyetlerinin de incelenmesi gerekliliğini ortaya koymuştur. Bunun için, artan ekipman etkinliğine bağlı olarak birim maliyetlerdeki değişimin incelenecektir.

3. OEE (Toplam Ekipman Etkinliği)

Üretim işletmelerinin geleneksel üretim yöntemlerinden vazgeçerek teknoloji ve otomasyon ağırlıklı üretime geçişi, üretim yönetimini ve takibini daha zorlu hale getirmiştir. Üretim teknolojileri yapılan yatırımlar, mevcut prosesin sabit ve değişken maliyetlerinde de değişime neden olmuştur. Piyasa koşullarında aynı ürünün, aynı fiyatla piyasaya arz edildiği üretim işletmeleri, artan sabit değişken maliyetlerini azaltmak için, yatırım ekipmanları olabildiğince etkin ve verimli kullanması gerekmektedir. İşletmelerinin, üretim proseslerinin veya iş merkezlerinin çalışma performansının takip etmesi için oluşturulan performans göstergelerinden birisi toplam ekipman etkinliğidir.

Üretim kapasite problemlerine karşı mücadele edebilme ve talepleri karşılayabilme amacıyla ilk olarak akla gelen fazla mesai, ilave vardiya ve yeni ekipman satın almak yerine “ mevcut ekipmanlar ile üretim organizasyonunun performansını nasıl optimize edebiliriz?” sorusunun cevabı olarak toplam ekipman etkinliği akla gelmektedir (Kalpande, 2014: 521).

TPM sisteminin temel göstergelerinden birisi olan OEE için standart Türkçe karşılığı bulunamadığı için; Toplam Ekipman Etkinliği, Genel Ekipman Verimliliği, Genel Tesis Etkinliği, İşletme Etkinliği gibi tabirler kullanılmaktadır (Ersöz, Öztürk ve Gürel, 2018: 451). Toplam ekipman etkinliği, belirlenen çalışma şartlarından sapmaya neden olan tüm üretim kayıplarını sistematik ve rasyonel biçimde açığa çıkaran, etkinlik ölçme ve analiz tekniği olarak tanımlanır (Yaşın ve Daş, 2017: 46). İlk olarak Nakajima'nın OEE konseptini tanıttıktan sonra, SEMI (Semi Conductor Equipment and Materials International) ekipman verimliliğini ölçmeye ve tanımlamaya yönelik standart oluşturmuştur (Tekin, 2009: 27).

Ekipman etkinliği verileri işletmelerin, performans kayıplarının nedenlerini tespit etmeye olanak sağlamaktadır. Diğer bir ifade ile makine performansını arttırmak üzere kayıpları belirlemeyi ve azaltmayı hedefleyen bir geliştirme programının anahtar başlangıç noktasıdır (Sohal ve diğerleri, 2010: 1). Nakajimaya göre, OEE ölçümü tek bir makinenin veya ilgili imalat sistemini etkinliğini analiz etmenin etkili bir yoludur (Gupta ve Garg, 2012: 117). Buna göre üretim sistemi içerisindeki makinelerden

hangisinin performansının en kötü olduğu ve hangi makinelere verimlilik çalışmalarında öncelik verilmesinin belirlenmesine yardımcı olur (Temiz, Atasoy ve Sucu, 2011: 51). İşletme yöneticilerinin, performans kayıplarını elimine etmesi veya azaltma sağlaması için kayıp türlerini doğru belirlemesi gerekmektedir. Ekipman veya makinelerden kaynaklı olarak oluşabilecek kayıplar, duruş, hız ve kalite kayıpları olmak üzere üç ana başlık altında toplanabilir (Koçak, 2015: 163).

Üretim ortamlarından sıklıkla yaşanan kayıplardan birisi duruş kayıplarıdır. Duruş kayıpları, daha çok arıza ve ayar kayıplarından dolayı meydana gelmektedir. Ekipman hataları, arızaları ve bakım çalışmalarının sistematik olarak ele alınmaması sebebiyle, üretimde duruş kayıplarının yaşanması olasıdır. Özellikle arıza bakımının yoğun olarak yaşandığı işletmelerde duruşlardan kaynaklanan performans kayıplarının oranı fazladır.

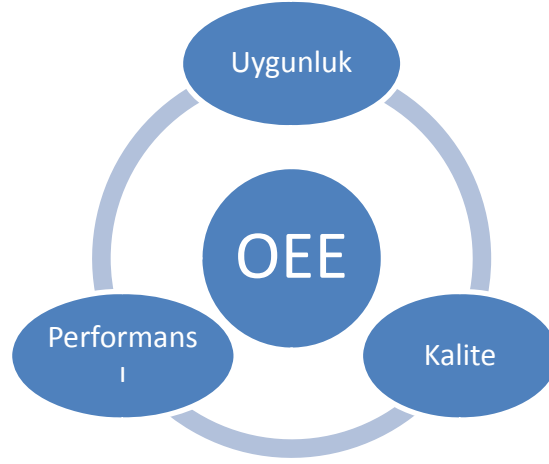
Ayar sürelerinin yüksek olması veya ekipmanların üretim esnekliğine sahip olmayışı nedeniyle üretim geçişleri uzun sürmektedir. Özellikle, katma değer üretmeyen ayar faaliyetlerinin veya ekipman çalışırken yapılabilecek ayar işlemlerinin, ekipmanı durdurarak yapmak ayar sürelerinin artmasına neden olacaktır. Ayar sürelerinin yanı sıra operatör yokluğu, ısınma zamanı, ürün sıkışması, yükleme eksiklikleri, hammadde bekleme gibi sürelerin tamamı duruş kayıpları içerisinde değerlendirilmelidir.

Sıklıkla yaşanan ve üretim yöneticilerinin göz ardı etmiş olduğu kayıp türü hız kayıplarıdır. Üretim ortamlarında çoğu zaman, alışlagelmiş hız parametreleriyle çalışma düzeni ve gerçek performansına ulaşıncaya kadar problem yaşanacağına olan inançtan ve çalışma parametrelerinin doğru belirlenmemesinden kaynaklanan sebeplerden dolayı hız performans kayıpları yaşamaktadır.

Kalite kayıpları daha çok, randıman kaybı süreçlerinde oluşan veya arızalı ekipman ile elde edilen kalite ve yeniden işlem kayıplarından oluşur. Özellikle, çalışma için ekipmanının ısınması gibi gerekliliğin olduğu durumlarda, ekipmanlarda üretilen mamullerde kalite kaybı yaşanabilmektedir.

Toplam ekipman etkinliği, belirtilen bu performans kayıplarının izleme ve kontrol görevinin ötesinde üretim makineleri veya hatlarından iyileştirme çalışmalarına değerlendirilebilir ve yorumlanabilir veriler sağlamaktadır. Etkin bir çalışmanın

yürütülebilmesi için ekipman etkinliğinin kullanılabilirlik, performans oranı ve kalite oranı olmak üzere üç boyutun hesaplamalara katılması gerekmektedir (Polat, 2014: 21).



Şekil 4: OEE Temel Unsurları

Üretim yönetiminin beklentisi, planlanan üretim zamanı içerisinde öngörülen üretim hacminin sağlanmasıdır. İşletmelerin çalışma zamanları, planlanan üretim zamanlarından meydana gelmektedir. Öğle yemeği, çay molası, planlı bakım gibi faaliyetler işletmenin planları içerisinde yer aldığı için bu faaliyetlere ayrılan süreler planlı çalışma süresine dâhil edilmemelidir. Ayar süre kayıpları, ayarlar, anlık duruşları, onay bekleme süreleri gibi süreler planlanmış üretim zamanı içerisinde yer alan plansız duruş sürelerini oluşturur.

Üretim etkinliğinin takip edilebilmesi ve iyileştirilmesi açısından önemli performans anahtarlarından birisi olan toplam ekipman etkinliğine ait unsurlarını ve alt unsurlarını, kayıp türlerinin tiplerini belirlenip analiz edildikten sonra, üretim takip ve analizinin yapılması süreç iyileştirmeleri ve sağladığı katkıların belirlenmesi açısından da önemlidir. Bu sebeple, ekipman etkinliğinin ölçülmesine yönelik yapılacak olan saha ve vak'a çalışmalarında unsur ve alt unsurların tanımlanması gerekir.

3.1. OEE Bileşenleri

Toplam ekipman etkinliği, optimum ekipman kullanımını sağlamak ve korumak amacıyla belirlenen zayıf noktaların önlenmesi için gereklidir. Proses içerisinde var olan kalite kayıpları, hız kayıpları ve planlanmayan duruş kayıplarını gibi kayıp türlerinin ortadan kaldırılmasına odaklanmayı sağlar (Güner ve İşler, 2013: 297).

İşletme kayıpları içerisinde sıklıkla karşılaşılan kalite, hız ve duruş kayıplarının anlamlandırılabilmesi, OEE içerisinde unsurlara olan etkisinin belirlenmesi gerekir. Organizasyonun zayıf noktalarının belirlenmesine ve ölçülmesine olanak tanıyan OEE, uygunluk, performans ve kalite olmak üzere üç ana unsurdan meydana gelmektedir (Lilkiya ve Kushwaha, 2015: 807).

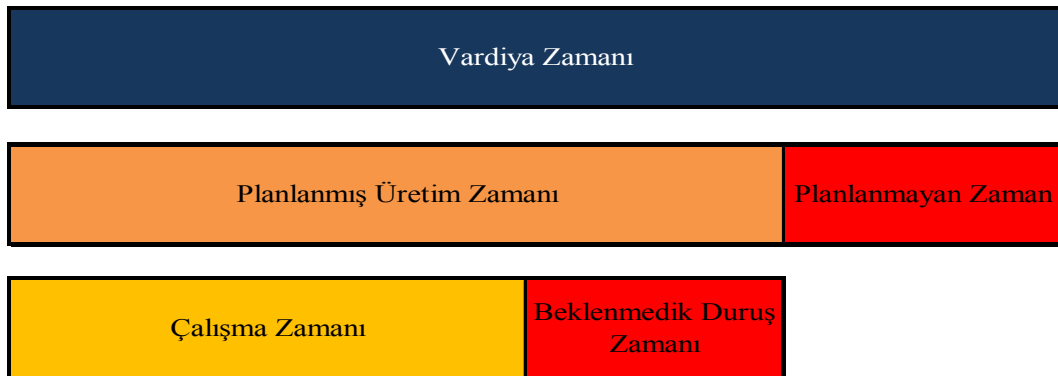
3.1.1. Çalışma Süresi Kavramı

Üretim organizasyonları gerçekleştirmiş oldukları üretim faaliyetlerindeki verimlilik düzeylerini belirlemeye yönelik hesaplamalarındaki bakış açısı, ortaya çıkan verimlilik değerlerinin farklılaşmasına ve farklı değerlendirilmesine neden olabilir.

Verimlilik seviyelerinin, benzer kriterlere göre değerlendirilebilmesi için kullanılan ortak performans anahtarlarından birisi OEE' dir. Çalışma süresi kavramı sıklıkla kullanılan OEE çalışmaları, planlanmış operasyon süresi üzerine kurulmuştur.

Planlanmış üretim süresi, üretim organizasyonlarının üretim faaliyeti gerçekleştirmek üzere planlanmış oldukları zaman dilimi ifade etmektedir. Sıklıkla bir vardiya veya yirmi dört saatlik çalışma ile karıştırılan planlanmış üretim süresi kavramı, bir vardiya veya genel üretim süresi içerisinde mola, yemek arası, planlı bakım gibi planlı duruş sürelerinin çıkartılması ile elde edilen süre olarak tanımlanır.

OEE hesaplamalarında, plansız üretim duruşları, kalite kayıpları ve performans kayıpları nedeniyle yaşanan tüm kayıplar sonucu gerçekleştirilen gerçek üretim süresi veya gerçekleşen üretim miktarı, planlanmış üretim süresi veya bu sürenin karşılığındaki üretim verilerine dayalı olarak yapılmaktadır.



Şekil 5: Çalışma Zamanı

Üretim operasyonu içerisinde, planlanmamış veya beklenmedik duruş sürelerinin planlanmış üretim sürelerinden çıkartılması ile çalışma zamanı elde edilir. Çalışma zamanı işletmelerin, kullanılabilirlik veya uygunluk değerinin hesaplanmasında performans kriteri olarak kullanılmaktadır.

3.1.2. Uygunluk

Üretim yapılabilir programlanmış süre içerisinde meydana gelen beklenmedik kayıplar çıkartıldığında gerçekleşen üretim süresinin etkinliğini ifade eden OEE kavramıdır. Duruş kayıpları, duruş ve ekipman arızası nedeniyle yaşanabileceği gibi üretim geçişlerinde yaşanan kurulum ve ayar kayıpları nedeniyle de meydana gelebilir.

$$\text{Kullanılabilirlik} = \frac{\text{Çalışma Zamanı}}{\text{Planlı Üretim Zamanı}}$$

3.1.3. Performans

Gerçekleşen üretim süresi içerisinde, üretimi tamamlanan miktarının, aynı süre içerisinde gerçekleşmesi gereken üretim miktarına göre derecesini ifade eder.

Üretim hatlarından veya makinelerde, boş ve küçük duruş kayıpları, üretim zamanı içerisinde makinenin boş olduğu zaman dilimleri veya geçici makine duruşları nedeniyle meydana gelebilir. Bunun yanı sıra ölçülen ve kabul edilen hız değerlerinin azaltılarak üretimin gerçekleşmesi sebebiyle, düşük hız kayıpları oluşabilir. Meydana gelen kayıpları, makinenin çalıştığı süre boyunca ortaya çıkan üretim miktarında azalmalara neden olmaktadır.

$$\text{Performans} = \frac{\text{Gerçekleşen Üretim Miktarı}}{\text{Yapılabilir Üretim Miktarı}}$$

Etkinlik ölçümünün ikincil parametresi, performans oranıdır. Kullanılabilirliğin uzantısı olarak, gerçek üretim süresini dikkate alarak hesaplanmalıdır. Gerçekleşen üretim süresi içerisinde üretilmesi gereken miktarı bağlı olarak gerçekleşen üretim miktarının seviyesi ölçülmektedir.

3.1.4. Kalite

Üretim ekipmanlarındaki deformasyon ya da arıza nedeniyle kalitede meydana gelen hatalar veya yeniden işlem çalışmalarının makine veya ekipman etkinliğine olan etkisi olarak tanımlanabilir.

Soğuk çekme üretim hatlarında, çekme çenelerinde meydana gelen deformasyon nedeniyle, üretim hatlarından çıkan malzemelerin yüzeylerinin çizilmesi kalite hatalarına örnek verilebileceği gibi üretim hatlarında çıkan ürünün doğrultma operasyonunun yinelenmesi de yeniden işlem sebebiyle kalite kayıplarına örnek olarak verilebilir.

Kalite unsuru veya kalite oranı, üretim prosesine olan hâkimiyeti ve müşteri isteklerini bir defada elde edebilme kabiliyetini gösterir. Müşteri istek ve şartlarına sağlayan üretim miktarının toplam üretim miktarına oranı, kalite oranı veya kalite uygunluk oranı olarak tanımlanır (Dökme ve Taner, 2013: 30).

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

3.2. Kayıp Türleri

Kontrol altına alınamayan, izlenemeyen ve geliştirilemeyen üretim işletmelerinin genelinde gözlemlenen kayıpların sınıflandırılması sonucu kayıpların, ekipman etkinliğini kısıtlayan, makine yükleme zamanını kısıtlayan, iş gücü etkinliğini kısıtlayan kayıplar ile makine ve enerjiye ilişkin kayıplar olmak üzere dört grupta sınıflandırılabilir (Tekin, 2009: 28).

3.2.1. Ekipman Etkinliğini Kısıtlayan Kayıp Türleri

OEE kayıpları olarak genelleyebilecek olan ekipman etkinliğini kısıtlayan kayıp türleri, işletmenin kullanılabilirliğini, kullanım performansını ve bu performansın ne kadarının başarıya ulaşacağını etkileyen kayıplardan oluşmaktadır.

İşletme faaliyetleri içerisinde meydana gelen arıza kayıpları ile ayar ve kurulum kayıpları planlanan üretim süresi içerisinde aktif kullanılan üretim süresine etki eden

kayıp türleridir. Kontrol altına alınamayan birçok üretim işletmelerinde, arıza kayıplar ve ayar zaman kayıpları, işletme kayıpları içerisinde en önemli paya sahiptir.

Üretim ekipmanlarının normal çalışma performanslarının altında çalışmasına sebep olarak elde edilmesi gereken üretim çıktısının sayısal verimini etkileyen kayıp türleri, kesici ve durdurma kayıpları ile azaltılmış makine hız değerleri nedeniyle oluşan hız kayıplarıdır. Makine üretici firmanın veyahut yapılan değerlendirme sonucu uygun görülen hız parametrelerinin altında çalışmaya neden olan duraksamalar ve daimi hız düşüşleri, makinelerin çalışma süreleri boyunca etkin kullanılmamasına neden olmaktadır.

Makine çalışma zamanının, planlanan üretim zamanına olabildiğince yakın çalışması ve bu çalışma süresi içerisinde olabildiğince üretici firma tavsiye edilen hız değerlerine ulaşılması sonucu elde edilecek olan optimum üretim miktarına ulaşılması kadar, gerçekleşen üretim miktarının müşteri istek ve taleplerini karşılayabilecek kalitede olması da önemlidir. Aksi takdirde hurda veya yeniden işlem maliyetlerinin oluşması, ekipman verimliliğinin azalmasına neden olacaktır. OEE değerinin kalite oranı olarak da adlandırılan proses hatasızlık oranı veya kayıpsızlık oranı, makinenin toplam üretim içerisinde, kabul edilebilir müşteri sınırları içerisinde gerçekleştirmiş oldukları üretim miktarını ifade etmektedir.

3.2.2. İşgücü Etkinliğini Kısıtlayan Kayıp Türleri

Üretim faaliyetlerinin gerçekleştirilmesi, kontrolü ve düzenlenmesi amacıyla görevlendirilen işgücü kaynaklarının, mevcut çalışma saatleri içerisindeki çalışma etkinliğini azaltıcı unsurlar vardır. Bu unsurlar, işletmelerin yönetim faaliyetlerindeki beklemelerden, malzeme taşıma ve gereksiz hareketler, hat organizasyonunun planlamamasından, katma değer üretmeyen faaliyetlerin varlığından kaynaklanabilir.

Üretim günlük faaliyetlerinde, fabrikaya henüz gelmemiş malzeme, takım veya teçhizat eksikliğinden kaynaklanan ve üretimin durmasına ya da gerçekleşmemesine neden olabilecek durumlar yönetim kayıpları olarak adlandırılır. Yönetim kayıplarının azaltılması için, söz konusu üretim faaliyetinin planlanmış tarihinden önce gerekli olan tüm malzeme ve ekipmanların hazır olması gerekir. Bu tip kayıplara, hammadde ve üretim lokasyonlarının farklı olduğu bir üretim tesisinde, üretim zamanı içerisinde

hammadde transferine yönelik gerekli organizasyonun yapılmamasına bağlı yaşanacak olan üretim duruşları örnek olarak verilebilir.

Operasyon üzerinde ya da operasyonlar arası hareketin sağlanmasından sorumlu olan personelin iş ile ilgili bilgisizliğinden, hatalı araç ve ekipman kullanımından kaynaklanan yavaşlama ve duraksamalar malzeme taşıma ve gereksiz hareket kayıpları içerisinde incelenmektedir. Ayar süreci içerisinde, uygun olmayan alet kullanımından kaynaklanan zaman kayıpları gibi durumlar gereksiz hareketlere neden olmaktadır.

Birbirinin müşterisi veya tedarikçisi konumundaki makine veya hatlarına yönelik yapılan hat dengeleme çalışmalarında yaşanacak olan hatalar, tedarikçi makine veya üretim hatlarının tedariği sağlayamama ya da ara stok birikimine neden olabileceği gibi, müşteri konumundaki üretim hatlarında önceki operasyon beklemeye bağlı olarak zaman kayıplarına neden olmaktadır.

Kaldırma, indirme, sürükleme, parça temizleme gibi katma değer üretmeyen faaliyetlerin tamamı kayıp olarak değerlendirilir. Parlak çelik üretim hatlarında, ürün beklemesine bağlı olarak malzemede oluşan yüzeysel pas probleminin çözülmesi için personel tahsis edilerek temizlenmesi çalışması örnek olarak verilebilir.

3.2.3. Makine Etkinliğini Kısıtlayan Kayıp Türleri

Yemek paydosları, molalar, toplantı ve seminerler gibi olaylar nedeniyle makine veya üretim hattında çalışmanın gerçekleşmemesinden kaynaklanan kayıp türleridir. Söz konusu duruş sebeplerinin gerçekleştirilmesi sırasında, olabildiğince makinelerin nezaretsiz çalıştırılabilmesine olanak tanıyacak üretim anlayışı hâkim olmaktadır (Tekin, 2009: 31).

Genel anlamda OEE hesaplamaları içerisinde planlı duruşlar içerisinde değerlendirilen bu tip kayıp türleri, makine veya ekipman etkinliğinin düşmesine sebep olarak gösterilmemektedir. Bu düşünceye karşı, bu zamanlarında ekipman etkinliğinin içerisinde değerlendirilmesine yönelik düşünceler OEE hesaplama yönteminin özelleştirilmesinden oluşan OOE (Toplam Operasyon Etkinliği) kavramını kabul etmektedir. OOE kavramı, planlanmış üretim zamanının yanı sıra planlanmış üretim duruşlarının da ekipman etkinliğini etkileyeceğini ve bundan dolayı söz konusu

duruşlarında hesaplamalara dâhil edilmesi gerekliliği temeline dayalı etkinlik hesaplama yöntemidir.

3.2.4. Malzeme ve Enerji Kullanımı Kayıp Türleri

Üretim çıktılarının hatalı olması sebebiyle hurdaya atılan ya da fire olarak ortaya çıkan tüm kayıplar ürün kaybı olarak değerlendirilmektedir. Söz konusu ürün kaybı miktarının üretilmesi için gerekli olan aydınlatma ve makine elektrik tüketimleri, enerji kayıpları olarak adlandırılmaktadır (Tekin, 2009: 32).

3.3. OEE Hesaplaması ve Dünya Klasmanı

Planlanan üretim zamanı kavramı, OEE hesaplamalarının temelini oluşturur. Makine veya ekipmanın çalışma zamanı performansı ve buna bağlı üretim miktarı, kalite oranı gibi kriterlerin değerlendirilmesi açısından, bu temel bağlı kalarak hesaplamaları yapmak önemlidir.

3.3.1. OEE Hesaplaması

OEE hesaplamaları uygunluk, etkinlik ve kalite oranı bağlı olarak hesaplanmaktadır. Uygunluk kriteri, gerçekleşen üretim süresinin planlanan üretim süresi içerisindeki payını belirlemektedir. Etkinlik veya performans kriteri, gerçekleşen üretim süresi içerisinde üretim miktarının, üretilmesi gereken üretim miktarı içerisindeki payı göstermektedir. Uygunluk ve performans kriterlerine bağlı olarak, gerçekleşen üretim miktarı içerisinde müşteriye direkt gönderilebilir üretim miktarı kalite oranı ile açıklanmaktadır.

Süreç içerisinde ayar ve hazırlık, arıza, bekleme gibi katma değeri olmayan ve makine çalışma süresini azaltan kayıp türlerinin belirlenmesi, izlenmesi ve aksiyon sonuçlarının etkisinin değerlendirilmesi için etkinlik, hız ve performans kaybına yönelik aksaklıkların iyileştirilmesi gerekiyorsa performans kriterine odaklanılmalıdır. Ortada hatalı ürün ya da ilave işlem gerektirecek ürünlere ait uygunluk performansının izlenmesi için kalite kriterine odaklanılmalıdır. Tüm bu detay inceleme sonrası, genel etkinin ne olacağı için izlenmesi için direkt olarak OEE oranı üzerinden değerlendirme ve gerekiyorsa aksiyon planlama çalışmaları yapılmalıdır.

Tablo 5
OEE Hesaplama Adımları

Tanım	Açıklama	OEE Ana Unsuru	OEE
A	Vardiya Süresi		
B	Planlı Duruş		
C	Planlı Çalışma Zamanı (A-B)	Uygunluk	
D	Planlı Çalışma Zamanı Kayıpları	F= (E/C)x 100	
E	Operasyon Zamanı		OEE =F*J*L
G	Üretim Miktarı	Etkinlik	
H	Makine Kapasitesi (adet/min)	J = (Gx100) / I	
I	Beklenen Üretim Miktarı		
K	Hatalı Üretim Miktarı	Kalite	
		L= (G-K)*100/G	

3.3.2. OEE Dünya Klasmanı

Dünya genelinde imalat işletmelerinde yapılan çalışmalar, ortalama OEE değerinin %60 olduğunu ortaya çıkarmıştır. Buna karşın ekipman etkinliğinin dünya çapında kabul edilebilir olması için, hesaplanan OEE değerinin %85 veya daha fazla olması gerekmektedir (Gupta ve Garg, 2012: 118). Bu sonuçlar, genel anlamda imalat işletmelerinin makine, üretim hattı veya tesis verimliliğini arttırması için çalışmalar gerçekleştirilmesi gerekliliğini ortaya çıkarmaktadır.

Dünya klasmanında kabul edilebilir en düşük OEE değerinin elde edilebilmesi için, makine uygunluğunun %90, makine performansının %95 ve kalitenin %99,9 olması gerekmektedir (Polat, 2014: 25).

Makine etkinliğini arttırmada ve proses gelişimi sağlamada, klasman değerlerini bir koşul gibi kabul etmek yerine söz konusu makine ve ekipmanları tüm koşulları değerlendirildikten sonra ideal OEE oranı belirleyerek, belirlenen değere ulaşmak için aksiyonlar almak ve çaba harcamak daha gerçekçi ve katılımcının sürece daha fazla inanmasına katkı sağlayacaktır.

Tablo 6
OEE Faktörleri ve Klasman Değerleri

OEE Faktörleri	Dünya Klasmanı Asgari Standardı
Uygunluk	%90 = 0.90
Performans	%95 = 0.95
Kalite	%99.9 = 0.99
OEE	%85 = 0.85

3.4. OEE Kullanımında Dikkat Edilmesi Gereken Hususlar

OEE, üretim proseslerinin etkinliğinin belirlenmesi, izlenmesi ve geliştirilmesi için kullanılan etkin performans göstergelerinden birisidir. Üretim yöneticilerinin ve diğer kullanıcılarının OEE kavramını doğru anlaması ve kullanım amacına uygun uygulaması sonuçların doğru değerlendirilmesini ve kararların daha etkin alınmasını sağlayacaktır.

OEE asıl konusu, işletme tekli üretim varlıklarının (makine veya ekipman) ya da tek akışlı ilgili üretim prosesinin, uygunluğunun ve toplam varlık performansının artırılması amacıyla ilgili kayıpların belirlenmesidir. Bunun yanı sıra, kötü performans nedenlerinin veya büyük kayıpların kategorize edilerek tanımlanmasına ve ağırlıklarının belirlenmesine olanak tanır. Ortaya çıkan bu kayıpların içerisinde iyileştirme önceliklerinin belirlenmesi ve kök neden analizinin başlangıç noktasının belirlenmesi sağlar (Kalpande, 2014: 522).

OEE oranı, işletmelerin varlıklarının planlanmış üretim zamanı üzerinden ekipman verimliliğindeki düşüşlerin veya iyileştirme çalışmaları etkilerinin izlenmesi amacıyla kullanılır. Ayrıca üretim prosesindeki kullanılmayan veya gizli kapasitenin belirlenmesine sağlayarak, düzenlenmiş üretim akışının elde edilmesine katkıda bulunur.

Saha uygulamalarında ve literatür çalışmalarında dikkat edilmesi gereken nokta, OEE kavramsal çerçevesinin dışında kullanılmasıdır. Tek bir makine veya ilişkili üretim hattının genel kullanım etkinliğinin ölçülmesi yerine, işletme veya fabrika seviyesi ölçümler amacıyla kullanılması hataya sebep olacaktır. OEE hesaplamaları, işletme veya fabrika seviyesi verimliliğin analiz edilmesi amacıyla tasarlanmamıştır.

Her bir makine veya üretim hattına ait OEE değeri, benzer niteliklere ve özelliklere sahip makine veya üretim hatlarının kıyaslanması ve karşılaştırılması amacıyla kullanılabilir. Diğer bir ifade ile benzer ekipmanların benzer durumlarda benzer ürün veya çıktılarının kıyaslanması amacıyla kullanılır.

Bakım bölümü ya da bakım personelinin performansının değerlendirilmesi amacıyla OEE değerleri kullanılmamalıdır. OEE değerlerinin düşük çıkmasına sebep olabilecek etmenlerin çoğu bakım personelinin direkt kontrolü altında olmayan etmenlerdir.

Üretim organizasyonlarında, verimlilik hedeflerinin birçoğu “dünya klasmanı değerine” eş değeriyle değerlendirilmiştir. Oysaki sıklıkla çalışmalarda bahsedilen bu değerin OEE hesaplamalarında ve çalışmalarında, söz konusu makinelerin kapasitesi veya yapılabilişliği, iş talepleri gibi durumlar göz önüne alınarak belirlenmesi gereklidir.

3.5. OEE Çalışmalarına Yönelik Literatür İncelemesi

Üretim ekipmanlarının etkinliğinin sağlanması, birçok endüstri kolunda son derece önemli konulardan birisidir (Sohal ve diğerleri, 2010: 1). OEE, sürdürülebilir imalatın sağlanmasına etki eden unsurların ölçülmesinde önemli performans anahtarlarından birisidir. Bu sebeple, saha uygulamaları kadar literatürde de birçok çalışma ele alınmıştır.

Literatür çalışmalarının genelinde, ölçüm aracı olarak OEE’in kavramsal temelleri ve hesaplama yöntemi ile ilgilenilmiştir. Temel yönünün dışında vak’a uygulaması olarak ele alınan çalışmaların önemli bir kısmı da OEE belirlenmesi ve ölçülmesi, yapılan iyileştirme çalışmalarının etkinliğinin ölçülmesi amacıyla yapılmıştır.

Çalışmaların genelinde performans aracı olarak OEE gerekliliğine vurgu yapılmış, yapılan mevcut durum analizleri ve iyileştirme çalışmalarında bir metod olarak OEE kullanılmıştır. Gerek kavramsal yönünün incelenmesi, gerekse de OEE hesaplanması ve iyileştirme etkinliklerinin ölçülmesine yönelik çalışmalar bu bölümde özetlenmiştir.

3.5.1. Kavramsal İnceleme Çalışmaları

Üretim etkinliğinin ve performansının ölçülebilmesi, değerlendirilebilmesi ve raporlanabilmesi için sıklıkla kullanılan performans değerlendirme araçlarından birisi

olan OEE üzerine yapılan çalışmaların, önemli bir kısmı kavramsal yönünün açıklanması ve iyileştirme çalışmaları açısından önemi üzerine yapılmıştır. OEE ile ilgili kavramsal yönünü ele alan çalışmalar bu bölümde özetlenmiştir.

Dökme (2013), TPM Stratejisi ve önemini ele alan çalışmasında, TPM önemli araçlarından birisi olan ekipman etkinliğini kavramsal yönden ele almıştır. TPM 'in kurulum aşamaları, uygulama araçları, kayıp türleri ve ekipman etkinliği ile ilgili kavramsal çerçevesi oluşturmuştur.

Koçak (2015), imalat süreçlerinde kullanılan performans ölçütleri üzerine yapmış olduğu literatür çalışmasında, TPM'in önemli uygulamalarından birisi olarak bahsettiği OEE'nin imalat işletmelerinin en önemli performans göstergelerinden birisi olduğunu belirtmiştir. Çalışmada OEE literatür açıklamalarının yanı sıra, iş gücü etkinliği, toplam tesis etkinliği, toplam çıktı etkinliği gibi diğer üretim performans göstergelerini de açıklamıştır.

Ramachandra ve diğerleri (2016), TPM uygulamalarının etkinliğinin belirlemede kullanılan ölçüm aracı olarak OEE'den bahsetmiştir. TPM programlarının, üretim sistemlerinin performansının ölçülmesinde nicel parametre olarak OEE'nin kullanılması gerekliliği açıklamıştır. Darade, Khare ve Desai (2017), çalışmasına benzer şekilde TPM'in amacının ekipman etkinliğini arttırmak olduğunu savunmuştur.

Darade, Khare ve Desai (2017), yapı ekipmanlarda OEE başlıklı çalışmasında, TPM'in kavramsal yönünü açıklamış, TPM'in faydalarının ölçülebilmesi ve değerlendirilmesi için en uygun performans anahtarı olarak OEE göstermiştir. Diğer yandan TPM'in asıl amacının makine ve ekipmanların etkinliğini arttırmak olduğunu dile getirmiştir.

3.5.2.OEE Hesaplama Yöntemini Açıklayan Çalışmalar

Üretim yöntemlerinin geliştirilmesine yönelik kullanılan tüm araç ve hesaplama yöntemlerinde olduğu gibi, bir performans değerlendirme aracı olarak OEE'nin genel kabul görmüş hesaplama yöntemini açıklayan ve örneklendiren, farklı hesaplama yöntemleri ile geleneksel hesaplama yöntemlerinin sonuçta meydana gelen değişimi inceleyen ve OEE oranının optimize edilmesini ele alan çalışmalar bu kısımda özetlenmiştir.

Tekin (2009), üretim kayıplarının maliyetlerinin belirlenmesinde FTM yöntemini kullanmış ve OEE ile kayıp türlerinin zaman bazında analizi yapılarak, her kayıp türünün maliyetini ve toplam maliyet yükünü hesaplamıştır. Çalışmanın sonucunda, ortaya çıkan kayıp türlerinin azaltılmasına yönelik önerilerde bulunmuştur.

Temiz, Atasoy ve Sucu (2010), döküm fabrikasının kalıplama hattının etkinliğinin belirlenmesi üzerine OEE performans göstergesinden faydalanmıştır. Hesaplanan değerlerin işletme içerisinde hızlı ve kolay hesaplanabilir ve ulaşılabilir yapıda olması için OEE bilgi sistemi kurulmuştur.

Relkar ve Nandurkar (2012), DOE ve regresyon analizi yöntemiyle OEE oranının analizi ve optimize edilmesi çalışmasında OEE değeri %72.41 olarak hesaplanmıştır.

Nayak ve diğerleri (2013), kablo imalatı yapan bir işletmenin izolasyon hattının etkinliğini değerlendirmiştir. Çalışmada, mevcut hat etkinliğinin belirlenmesinde OEE performans anahtarı kullanılmıştır. Hesaplanan OEE değerlerine (%52.33) bağlı olarak, hattın verimsizlik kaynakları analiz edilerek, iyileştirilmesi gereken kayıplar belirlenmiştir.

Güner ve İşler (2013), konfeksiyon üretiminde sipariş değişim sıklığının artmasının genel ekipman etkinliğinin düşmesine neden olacağını açıklamıştır. İşletmenin sipariş değişimi yerine, sipariş gruplandırmasını tercih ettiği durumlarda, ekipman etkinliğinin, sürekli sipariş değişime bağlı yapıya oranla daha iyi ekipman etkinliğinin elde edilmesine olanak sağlandığını göstermiştir. İşletmenin sürekli sipariş değişimi durumunda ekipman etkinliğinin %21; sipariş gruplandırılmasına bağlı olarak ise %41 olarak hesaplanmıştır.

Kalpande (2014), OEE'nin TPM uygulamalarının ana araçlarından birisi olduğunu savunmuş ve eğitim enstitüsü çalışma alanındaki bir torna tezgâhının etkinliğini %72 olarak hesaplamıştır.

Sivaselvam ve Gajendran (2014), plastik enjeksiyon fabrikasında OEE'nin geliştirilmesi için üretim hattında bulunan beş üretim makinesine ait uygunluk, performans ve kalite oranı değerlerini belirlemiştir. Üretiminde bulunan kapsül enjeksiyon makinesi, şaft enjeksiyon makinesi, hidrolik pres, ultrasonik kaynak makinesi ve enjeksiyon döküm

makinesine ait OEE değerlerini sırasıyla %66.40, %63.17, %65.75, %67.64 ve %69.07 olarak hesaplamıştır.

Vivekprabhu, Karthick ve Kumar (2014), imalat sistemlerinde OEE değerinin optimizasyonu yönelik çalışmasında, genetik algoritma yapısı kullanılmıştır ve ideal OEE değerinin %84.645 olması gerektiği sonucuna ulaşmıştır.

Lalkiya ve Kushwaha (2015), DOE ve regresyon analizi yöntemlerini kullanarak bir imento işletmesinin optimize edilmiş OEE değerini %69.39 olarak hesaplamıştır.

3.5.3. İyileştirme alışmalarının Etkinliğini Ölçen alışmalar

Üretim yöneticilerinin, çalışma performansını ve etkinliğini arttırmaya yönelik yapmış oldukları tüm çalışmaların, uygulamada nasıl bir etki oluşturduğunu belirleyebilmeleri için genel seyri özetleyen üretim verilerine ihtiyacı vardır. Üretim etkinliğinin seyrini özetleyen hesaplama araçlarından birisi olan OEE ile ilgili birçok çalışmada, işletmelerin ya da araştırmacıların saha çalışmalarında yapmış oldukları iyileştirme çabalarının sonuçlarının izlemek amacıyla kullanılmıştır. Genel anlamda iyileştirme süreci olarak tanımlayabileceğimiz çalışma alanının etkinliğini ölçmeye yönelik yapılan çalışmalar bu bölümde özetlenmiştir.

Görener (2012), TPM alışmaları ile üretim etkinliğinin artırılmasına yönelik çalışmalarının başlangıcı olarak, mevcut durumun analiz edilmesi amacıyla aspiratör imalatı yapan bir işletmenin OEE değeri %33 hesaplanmıştır. Aspiratör imalatı sürecinin iyileştirilmesi üzerine makine uygunluğu ve kaliteli ürün oranındaki yetersizliklerinin çözülmesi için neden-sonuç diyagramı, Pareto analizi gibi karar araçlarının kullanılarak nedenlerinin araştırılmasını ve iyileştirmeler yapılmasını önermiştir.

Maraşlı ve Kemahlı (2013), geliştirilen üretim izleme ve iyileştirme yazılımını bir elektrik fabrikasının üretimdeki uygulamış ve sistem üzerinden elde edilen iyileştirme çalışmalarının OEE'e olan etkisi izlenmesi sağlanmıştır.

Palanisamy ve Vino (2013), OEE değerinin geliştirilmesine yönelik çalışmada, kayıp analizi, 3C metot, SMED uygulamaları ile etkinlik oranını %35,4'den %44,6 arttıran çalışmayı gerçekleştirmiştir.

Polat (2014), işletmelerde otomasyon kullanımı ile elektrik enerjisi tasarrufu sağlamaya yönelik yapmış olduğu tez çalışmasında, OEE temel kavramsal çerçevesi tanıtılması ve uygulama sonrası elde edilen iyileştirme sonuçlarına yer vermiştir. Uygulama sonrası, işletmenin üretim verimliliğinde %30 artış elde edildiği gibi işletme giderleri içerisindeki elektrik enerjisinin %9,64'lük payı tasarrufa dönüşmüştür.

Vijayakumar ve Gajendran (2014), enjeksiyon kalıbı prosesinde ekipman etkinliğinin artırılmasını amacı ile TPM metodolojisi uygulanmış ve çalışmanın ekipman verimliliğe etkisi OEE oranı ölçülmüş, %19.87'lik bir artış elde edilmiştir.

Lahri ve Pathak (2015), ağır makine imalatı endüstrisindeki faaliyet gösteren bir işletmenin CNC freze ve CNC borverk tezgâhlarına ait etkinliğin artırılması için, mevcut durum analizinde ve uygulamaların sonucunun etkinliğe etkisinde OEE performans anahtarını kullanmıştır. İyileştirme çalışmaları sonucunda etkinlik değerinde %13'lük bir artış elde edilmiştir.

Yaşın ve Daş (2017), kalite çemberleri ve iyileştirme takım çalışmaları ile bir ahşap işleme kuruluşunun ekipman etkinliğini arttırmaya yönelik yapmış oldukları çalışmada, mevcut durumun ile iyileştirmeler sonrası elde edilen durumun karşılaştırılmasında OEE'den faydalanmıştır. Yapılan iyileştirme çalışmaları sonucunda, kilit açma makinesine ait OEE değeri %64,7 'den %72,4'e çıkartılarak ekipman etkinliğine pozitif etki sağlanmıştır.

Rimawan ve Irawan (2017), TPM uygulamasının üretim etkinliğinin belirlenmesinde OEE göstergesinden faydalanmıştır. İyileştirme çalışmalarında 5W1H, SMED, otonom bakım ve sürekli geliştirme metotlarını kullanmıştır. Ortalama OEE değeri %62'den %65'e yükseltilmiştir.

Raut ve Raut (2017), otomotiv endüstrisinde yedek parça imalatı yapan orta ölçekli bir işletmede ekipman etkinliğini arttırmak üzere 5S, Otonom Bakım, Kaizen ve Planlı Bakım içerisine alan TPM metodolojisi uygulamıştır. Uygulama ile birlikte, OEE değeri %38.21 'den %82.64 değerine arttırılma başarısı gösterilmiştir.

Ersöz, Öztürk ve Gürel (2018), bir demir çelik fabrikasının pilot hattı olarak seçilen bir ocakta TPM uygulaması ile etkinliğin ve verimliliğin artırılmasına yönelik çalışmada,

kayıp türleri belirlenmiş ve alınan aksiyonlar doğrultusunda üç aylık takip sürecinde OEE değerinin değişimi izlenmiştir. TPM uygulamalarının üç aylık OEE değerleri sırasıyla %71, %72 ve %74 hesaplanarak, iyileştirmelerin etkinlik üzerindeki olumlu etkileri ispatlanmıştır. TPM uygulamaları ile OEE oranının artırılmasına yönelik bir diğer çalışmada Gupta ve Garg (2012), iyileştirme çalışmaları ile OEE oranı %58,7'den %70'e artırmıştır.

3.6. Çalışmada OEE Kullanımını Amacı

Üretim süreçlerinde yapılan tüm iyileştirme çabalarında olduğu üzere, çalışmalarının etkinliğinin ölçülmesi gereklidir. Bununla birlikte, çalışmaların mevcut durum üzerine ne kadar katkı sağladığını belirlenebilecektir ve hedeflerin değerlendirilmesine olanak sağlanabilecektir.

Bu çalışmada, SMED metodolojisi ile ayar sürecinin iyileştirilmesi çalışmasında başlangıcında mevcut durumun tespit edilmesi, kayıpların analiz edilmesi, çalışmalarda odaklanılması gereken noktaların belirlenmesi ve standartlaştırılmış ayar prosesi elde edildikten sonra etkinliğin nasıl etkilendiğinin belirlenebilmesi amacıyla, performans değerlendirme aracı olarak OEE kullanılmıştır.

4. AYAR SÜRECİNİN İYİLEŞTİRİLMESİ: MEVCUT DURUMUN ANALİZİ

4.1. Uygulamanın Önemi ve Amacı

Üretim yönetimi, işletmelerin hassasiyetle üzerinde durdukları, dinamik hareketliliğe sahip olan ve bu durumun sonuçlarının, işletmenin genel yönetimine ve işletmenin yaşamsal döngüsüne en fazla etki eden faaliyet gruplarının etkinliğinin sağlanması amacıyla uygulanan işletme yönetim kollarının en önemlisidir.

Etkin bir üretim yönetimi, gerçekleşen tüm faaliyetleri izleyebilmek ve hedeflenen sınırlar değerleri arasında devamlılığının sağlayabilmeyi gerektirir. Üretim faaliyetlerinin yeteri seviyelerde gerçekleşmediği ya da daha iyi seviyelere ulaştırılması hedeflendiği durumlarda, süreç içerisinde iyileştirilmesi gereken noktalar tespit edilmesi gereklidir.

Süreç içerisindeki iyileştirilmesi gereken noktaların analiz edilebilmesi ve çalışma sonrası ortaya konan çabanın sağladığı faydanın ölçülebilmesi için, ilk olarak mevcut durum analizi yapılmalıdır.

Bu bölümünde yapılan çalışmaların amacı, ayar süreçlerini uygulamaya geçmeden önce işletmenin genel üretim performansını inceleyerek mevcut durumu ortaya çıkarmaktır. Buna bağlı olarak, süreç içerisinde öncelikli olarak hangi makine ya da sürece odaklanılacağı ve odaklanılacak sürecin kayıp analizinin yapılarak, eksikliklerin ortaya konmasını sağlamaktır.

Üretim performansının detaylı incelemesine ilave olarak, iyileştirmelerin finansal yapısının analiz edebilmek için, işletmenin genel faaliyet yapısını yansıtacak faaliyet tabanlı maliyetleme sistemi kurarak, iyileştirme öncesi birim üretim maliyetlerinin hesaplanması sağlanacaktır.

Bölüm içerisinde, üretimin mevcut durumun ortaya konulması için OEE verilerinin toplanması ve analiz edilmesi, üretim maliyetlerinin ve birim maliyetlerin ortaya konması için ise FTM yönteminden faydalanacaktır.

4.2. İşletme ve Parlak Çelik Sektörü Hakkında Genel Bilgi

4.2.1. İşletme Hakkında Genel Bilgi

Ayar süreçlerinin iyileştirilmesine yönelik vak'a çalışması, vasıflı çelik olarak da isimlendirilen parlak çelik sektöründe faaliyet gösteren X. A.Ş. üretim tesisinden gerçekleştirilmiştir. Üretim faaliyetlerini İzmir ilinde 1978 yılında başlangıç yapan işletme, 2002 yılında beri yeni üretim makineleri ile birlikte Kocaeli ilinde faaliyetlerine 12800 m²'lik üretim alanı ile faaliyetlerine devam etmektedir.

Üretim ve işletme yönetimini IATF 16949 ve ISO 9001 kalite standartlarına uygun olarak yerine getiren işletmenin günümüzde Kocaeli, İzmir, Ankara ve Konya'da satış şubeleri bulunmaktadır. Müşteri beklentilerinin ve standartlara uygunluğun öncelikli tutulduğu işletme, birbirinin alternatifi farklı teknoloji ağırlıklı üretim hatlarıyla ağırlıklı olarak otomotiv ana ve yan sanayisi olmak üzere, makine ve imalat, dövme, ulaşım, iş ve tarım makineleri gibi birçok sanayiye yönelik üretimler gerçekleştirmektedir.

İşletme parlak çelik üretimi ve ilave yardımcı operasyonların gerçekleştirmek için kullandığı üretim hatlarını ve yardımcı makineler aşağıdaki Tablo 3'de görülmektedir.

Tablo 7
Üretim Hatları ve Yardımcı Makineler

URETİM HATTI - YARDIMCI MAKİNA	MİKTAR (Adet)
Kabuk Soyma Hattı	1
Soğuk Çekme Hattı	3
Kumlama Tezgâhı	1
Doğrultma Tezgâhı	1
Testere	3
Taşlama	3
Çatlak Kontrol Makinesi	1
Pah Kırma Makinesi	2
Paketleme	1

4.2.2. Parlak Çelik Hakkında Genel Bilgi

Sıcak hadde prosesinde işlem görmüş kangal (bobin) ya da çubuk formundaki hammaddelerin soğuk çekme (cold drawing) ya da kabul soyma (peeling) operasyonlarından geçirilerek ortaya çıkan nihai ürüne parlak çelik yâda vasıflı çelik adı verilmektedir.

Soğuk çekme operasyonu, haddelenmiş ürünleri tekrar işleme olarak, normal koşullar altında tekrar çekilmesi işlemi olarak tanımlamaktadır. Soğuk çekme sonrası, malzemenin dayanımı, mukavemeti, esnekliği ve yüzey pürüzsüzlüğü biri özelliklerinde değişim meydana gelmektedir.

Hammadde olarak sıcak haddelenmiş bir ürünün soğuk çekme operasyonuna girmeden önce yüzey temizliğinin yapılmış olması gereklidir. Tufal tabakalarının hammadde yüzeyinden uzaklaştırılması ve soğuk çekme işleminin kolaylaştırılması için uygulanan temizleme işlemi için birçok yöntem olmakla birlikte sektörde son dönemde yüksek basınçlı çelik bilye granüllerinin kullandığı kumlama işlemi uygulanmaktadır.

Kumlama işlemi sonrası malzeme, “mühre” olarak tanımlanan soğuk çekme kalıplarından geçirilerek çekme işlemine tabi tutulur. Mekanik özelliklerin değiştiği ve nihai ürün çapının elde edildiği süreç adımı soğuk çekme adımıdır. Soğuk çekme işleminin hemen ardından, malzeme istenen boy ve toleransına uygun olarak hidrolik makasta kesilir ve yuvarlak merdane veya disklerden yapılmış olan doğrultma sisteminden malzeme geçirilerek doğrultulur. Sonrasında yardımcı operasyonlar olan çatlak kontrol, pah kırma, taşlama ve paketleme operasyonlarında opsiyonel olarak işlem görür.

Diğer bir parlak çelik üretim metodu, kabuk soyma operasyonu ile elde edilmektedir. Kabuk soyma makineleri, torna makinelerinin malzeme üzerinden talaş kaldırmasına benzer şekilde kangal (bobin) ya da çubuk hammaddenin çapının boydan boya istenilen ölçüye kadar talaş kaldırarak sağlamaktadır. Hammadde kılavuzlama millerinden geçirildikten sonra dört katerli kafa içerisinden geçirilirken malzemenin çapı işlenmiş olur. Kabuk soyma hatları genel olarak kabuk soyucu ünite ve doğrultucu/parlatıcı

ünitelerden oluşur. Soğuk çekme operasyonun olduğu gibi yardımcı operasyonlarda opsiyonel olarak işlem görebilir.

Parlak çelik üretiminde genel olarak karbon, düşük alaşımlı çelikler, sementasyon, ıslah, otomat ve yay çelikleri ağırlıklı olarak kullanılmaktadır. Hat ve makinelerin genel olarak soğuk çekme ve kabuk soyma operasyonu ile işlenebilirlik değerleri Ø6 mm ile Ø 80 mm arasındadır.

4.3. Maliyet Sisteminin Kurulması

Üretim yönetimi ve uygulamaları ile teknolojik makine, ekipman ve teçhizatla meydana gelen değişim ile birlikte, daha verimli ve üretken faaliyetler gerçekleştirmek isteyen işletmeler, yaşamsal döngüsünün devamlılığını sağlayabilmek için yatırım harcamalarını artırmak zorunda kalmıştır.

Yapılan yatırımların maliyetlerin artmasının yanı sıra mevcut üretim devamlılığı için vasıflı işgücüne olan talebin ve istihdam sayısının artırmıştır. Tüm bu değişimler sonucu ortaya çıkan maliyet unsurları, geleneksel işletmelerdeki maliyet kalemlerinin türlerinde ve ağırlıklarında değişim, geleneksel maliyetleme yöntemlerinin işletme yönetimine olan katkısını azaltmış ve doğru kararların verilebilmesi için gerekli olan yeterliliği sağlayamaz hale getirmiştir.

Değişim karşısında yönetsel kontrolün sağlanabilmesi ve doğru aksiyonların alınabilmesi için, işletmelerin mevcut faaliyetlerini doğru açıklayabilen maliyetleme sistemlerine olan ihtiyaç ortaya çıkmıştır. FTM (Faaliyet Tabanlı Maliyetleme), işletmelerin değişen ortam koşullarında faaliyetlerine bağlı sermaye tüketimini açıklamak üzere kurulmuş yeni nesil maliyetleme yöntemlerinden birisidir. Başarılı bir maliyetleme sisteminin kurulabilmesi için, işletmenin faaliyet ve faaliyet merkezlerinin belirlenmesi ve faaliyet giderleri ile faaliyet merkezlerine ait maliyet etkenlerine bağlı olarak faaliyet maliyetlerinin dağıtılması gerekmektedir.

Çalışmanın ana hattı ayar sürelerinin iyileştirilmesi olduğundan ve çalışma bütünlüğünün dağılmamasını sağlamak üzere FTM adımları detaylı olarak ele alınmamış, esas üretim faaliyetlerine ait olan maliyetler ve birim maliyetler özetlenmiştir.

Tablo 8
Esas Üretim Faaliyetleri Toplam ve Birim Maliyetleri

Esas Üretim Faaliyetleri	İŞLETME DÜZEYİ FAALİYETLER DAĞITILMADIĞINDA (SINAİ MALİYET)						İŞLETME DÜZEYİ FAALİYETLERİ DAĞITILDIĞINDA (TİCARİ MALİYET)					
	1.Dağıtım		2.Dağıtım		3.Dağıtım		Birim Maliyetler		Dağıtım Sonrası		Birim Maliyetler	
	Sabit	Değişken	Sabit	Değişken	Sabit	Değişken	Sabit	Değişken	Sabit	Değişken	Sabit	Değişken
Kabuk Soyma	65040	141381	204187	229599	233096	236225	1.49	1.51	993029	379359	6.33	2.42
Doğrultma -1	57997	139867	194059	221826	222846	228441	1.85	1.90	982696	371576	8.16	3.09
Soğuk Çekme -1	118213	219002	311056	326213	345750	334084	2.27	2.20	1757200	503243	11.55	3.31
Soğuk Çekme -2	111058	65586	190005	119048	199381	120983	3.12	1.90	572403	160020	8.97	2.51
Çubuk Kumlama	41417	64328	160420	94516	184781	100111	3.92	2.12	534672	221125	11.34	4.69
Soğuk Çekme -3	105817	67314	217994	111485	240455	116653	1.73	0.84	571807	228558	4.12	1.65
Doğrultma -2	28329	16809	139268	77734	162311	83064	1.40	0.72	417322	198873	3.59	1.71
Testere	35882	44447	138022	68191	159827	73224	1.63	0.75	386091	182527	3.94	1.86
Çatlak Kontrol	41620	34421	97280	44793	106675	46955	1.32	0.58	311107	93799	3.86	1.16
Pah Kırma-1	37209	15343	149300	52856	174782	58733	1.42	0.48	424886	186253	3.44	1.51
Pah Kırma-2	0	755	15121	3325	17044	3754	0.46	0.10	87035	12862	2.33	0.34
Taslama-1	44546	15476	71822	32230	75624	33082	1.78	0.78	272949	51299	6.42	1.21
Taslama-2	21899	7960	38976	11535	40139	11748	1.20	0.35	199344	15651	5.95	0.47
Taslama-3	677	120	16520	559	17193	653	16.27	0.62	206263	1955	195.14	1.85
Paketleme	39240	7491	178383	45821	209512	53005	2.04	0.52	373007	209153	3.64	2.04

4.4. Mevcut Üretim Performansının Belirlenmesi

Ürünü oluşturmak kadar üretim kaynaklarını daha etkin olduğu günümüz koşullarında, üretim performansının izlenebilirliğini artırmak ve ilgili iç ve dış paydaşlara özet bilgi sunabilmek üzere üretim performans anahtarları kullanılmaktadır. Üretim miktarı, fire miktarı, hatalı ürün miktarı, personel etkinliği gibi üretim süreci kaynak tüketim ve dönüşümünü açıklayan performans göstergeleri sıklıkla kullanılmaktadır. Toplam ekipman etkinliği olarak ta tanımlanan OEE kavramı, bu göstergeler içerisinde yer alan ve ortak bir kavram olarak sıklıkla kullanılan ölçütlerden birisidir.

OEE oranı, mevcut durumun ortaya konması, analizi ve alınan aksiyonların yansımaları takip etmek amacıyla sıklıkla kullanılmaktadır. Özellikle iyileştirme çalışmalarının başlangıcında mevcut durumun analiz edilmesi, aksiyonların ara değerlendirme toplantılarında gelişim izleme anahtarı ve çalışma sonucunda sağlanan katkılarının etkinliğini ölçmek amacı kullanılır.

Çalışmanın bu bölümünde, işletmenin üretim hatlarının ya da makinelerinin iyileştirme öncesi ekipman etkinliği tespit edilmiştir. İşletmenin toplam on beş ekipmanından, ana üretimi gerçekleştiren Kabuk Soyma, Soğuk Çekme-1, Soğuk Çekme-2 ve Soğuk Çekme-3 hatlarının 2017 yılının Ocak ayından 2018 yılının Temmuz ayına kadar olan dönemde gerçekleştirmiş olduğu çalışmaların etkinliği ölçülmüştür.

4.4.1.Kayıp Türlerinin Belirlenmesi

Beklenen üretim miktarı ile gerçekleşen üretim miktarı eşit olmadığı durumda ya da tamamlanan üretim çizelgelenen üretimin gerisinde kalıyorsa, doğru planlama yapılması koşulu altında üretim ortamında kayıplar söz konusudur.

Kayıp, ekipmanın efektif kullanımına neden olan ve katma değer oluşumunu engelleyen ve işletme sermayesini tüketen zararlı faaliyetler olarak tanımlanabilir. İşletmede kayıp türlerinin belirlenmesi, izlenmesi ve ortadan kaldırılması, işletme verimliliğinin sağlanması açısından kritik öneme sahiptir.

Mevcut durumun belirlenmesi üzerine üretim departmanı yönetici, takım liderleri, iş geliştirme departmanı yönetici, bakım departmanı yönetici ve takım liderleri, ilgili üretim hattı ya da makinesi operatörlerinin katılımı ile genel kayıp noktaları üzerine

değerlendirme yapılmıştır. Bunun yanı sıra, günlük üretim raporlarını incelenerek üretim hatlarının hangi sebeplerden kaynaklı duruş yaşadığı tespit edilmiştir. Buna bağlı olarak, dört ana üretim hattında tespit edilen duruş türleri aşağıdaki tablo 9.'da özetlenmiştir.

Tablo 9
Üretim Hatları Genel Kayıp Türleri

Duruş Tipi	Duruşun Yaşandığı Üretim Hattı	Duruş Tipi	Duruşun Yaşandığı Üretim Hattı
Ayar İşlemleri	Soğuk Çekme 1-2-3 Kabuk Soyma Hattı	İtici ve Çekici Çene Temizleme	Soğuk Çekme 1-2
Diğer Operasyon Bekleme	Kabuk Soyma Hattı Soğuk Çekme 3	Mühre Kalıbı Değişimi	Soğuk Çekme 1-2-3
Kesici Uç Değişimi	Kabuk Soyma Hattı	Doğrultma Topu Temizleme	Soğuk Çekme 1
Hammadde Değişimi	Soğuk Çekme 1-2-3 Kabuk Soyma Hattı	Yağ İlavesi	Soğuk Çekme 1-2-3 Kabuk Soyma Hattı
Mekanik Arızalar	Soğuk Çekme 1-2-3 Kabuk Soyma Hattı	Filtre Temizleme	Soğuk Çekme 1-2
Elektrik Arızaları	Soğuk Çekme 1-2-3 Kabuk Soyma Hattı	Granür Kum İlavesi	Soğuk Çekme 1-2
Testere Arızaları	Soğuk Çekme 3	Hammadde Besleme	Soğuk Çekme 1-2-3 Kabuk Soyma Hattı
Tavan Vinci Bekleme	Soğuk Çekme 1-2-3 Kabuk Soyma Hattı	Malzeme Taşıma	Soğuk Çekme 1-2-3 Kabuk Soyma Hattı
Personel Geç Kalması	Soğuk Çekme 1-2-3 Kabuk Soyma Hattı	Satış Onay Bekleme	Soğuk Çekme 1-2-3 Kabuk Soyma Hattı

Üretim hatlarında var olan kayıp türleri belirlendikten sonra, yaşanan kayıplarının miktarının ve ağırlığının belirlenmesi için günlük üretim formlarından gelen duruş bildirimleri, üretim takip çizelgesine kaydedilmiştir.

Çalışmanın amacı, işletme bünyesinde ayar sürecinin iyileştirilmesi olduğu için, çalışmada baz alınacak üretim hattı, çalışma dönemi boyunca tutulan performans

verileri kullanılarak hesaplanan OEE oranına bağı olarak seçilecektir. Kayıp türlerinin oransal verilerine ilişkin değerler sadece seçilecek olan üretim hattı için detaylandırılacaktır.

4.4.2.Öncelikli Üretim Hattının Belirlenmesi

Birbirinden farklı ve birden fazla makine, ekipman ya da üretim hattının faaliyet gösterdiği işletmeler faaliyetlerini gerçekleştirirken, karşılaştıkları kayıplarla mücadele edebilmesi için asgari çalışma çabası içerisinde en fazla katkıyı sağlayacak çalışmalara öncelik vermesi gereklidir.

Kayıplar sayıca fazla ve birbirinden farklı üretim hatlarında meydana geldiği durumda, hangi ekipman ile çalışmalara başlanacağı problemi ortaya çıkacaktır. Daha önce de belirtildiği gibi, işletme için en fazla üretim kaybının yaşandığı ve iyileştirme sonrası üretime katkısının en fazla olacağı üretim hattı üzerinden, o hat üzerinde meydana gelen kayıp türlerinden ağırlıkça en önemli olanlarından iyileştirme sürecine başlanmalıdır.

Önceliklendirme ve karar verme aşamasında, işletme yöneticilerinin sıklıkla kullanmış oldukları göstergelerden birisi OEE oranıdır. OEE oranı kullanılarak, eşit önem derecesine sahip farklı makinelerin sınıflandırılarak öncelikli çalışma bölgesinin seçilmesi yapılabilir.

Ocak 2017 ile Temmuz 2018 tarihleri arasında tutulan performans verilerine bağı olarak dört üretim hattına ait genel planlanmış zaman ağırlıklı OEE ortalaması aşağıdaki gibi özetlenmiştir.

Tablo 10
Üretim Hatları Mevcut OEE Oranları

Üretim Hattı	Planlanan Toplam Üretim Süresi (dk)	Ortalama Hesaplanan OEE
Kabuk Soyma	334243	57.12%
Soğuk Çekme-1	318569	61.11%
Soğuk Çekme-2	152864.921	58.10%
Soğuk Çekme-3	330128	59.41%

Başlangıç aşamasında, üretim hatları üzerine planlanan üretim süreleri ve ortalama OEE değerleri dikkate alınarak önceliklendirme yapıldığında, ortama OEE değeri en düşük olan ve planlanan üretim süresi en yüksek olan Kabuk Soyma olduğu ortaya çıkmıştır.

Üretim akışı, aylara bağlı OEE değerleri, aylara bağlı kayıp türleri ve oranları hakkında detaylı açıklamalar uygulamanın yapılacağı Kabuk Soyma hattı için yapılacaktır.

4.4.3. Odaklanılmış Prosesin Kullanılabilirlik Oranı Analizi

Üretim performansı ölçütü olarak OEE oranının kullanılacağı durumlarda, kullanılabilirlik, performans ve kalite olmak üzere üç tip unsur vardır. Kullanılabilirlik, üretim ekipmanın ya da üretim hattının çalışmasına engel olan sebepleri hakkında bilgi veren etkinlik verisi olarak kullanılmaktadır. Performans kriteri, miktar bazlı verimlilik hakkında bilgi verirken, kalite ise üretilen miktarın kalite uygunluğu açısından değerlendirilmesine olanak tanıyan bilgiyi vermektedir.

Kayıpların analiz edilmesi ve iyileştirme aksiyonlarının belirlenmesi için, OEE oranının kullanılabilirlik kısmının ele alınması gereklidir. Bu nedenle Kabuk Soyma hattına ait, aylık bazlı kullanılabilirlik detayı ele alınmıştır.

Kullanılabilirlik detayında ortaya çıkan problem türlerinin oransal etkileri Pareto analizine göre sıralandığında, işletme yöneticilerinin ya da süreç sorumlularının hangi probleme öncelik vermesi gerektiği sorusunun cevabına ulaşılabilecektir.

Tablo 11
Kabuk Soyma Hattı Kayıp Türleri

No	Kayıp Türü	No	Kayıp Türü
1	Ayar İşlemleri	7	Yağ İlavesi
2	Diğer Operasyon Bekleme	8	Tavan Vinci Bekleme
3	Kesici Uç Değişimi	9	Personel Geç Kalması
4	Hammadde Değişimi	10	Hammadde Besleme
5	Mekanik Arızalar	11	Malzeme Taşıma
6	Elektrik Arızaları	12	Satış Onay Bekleme

Kabuk Soyma Makinesine ait on sekiz aylık dönemseller verileri ve genel kullanılabilirliği değerlendirildiğinde, üretim için planlanan zamanın ortalama %27,68'i birden fazla kayıp türünden kaynaklandığı tespit edilmiştir. Üretim kaybına sebep olan sebeplerin önem derecesinin belirlenmesi için Pareto analizi uygulanmıştır.

Tablo 13
Kayıp Türleri Pareto Analizi

Kayıp Türü	Duruş Süresi (dk)	Duruş Yüzdesi	Kümülatif Duruş Yüzdesi	Öncelik Sırası
Ayar	22643	25.30%	25.30%	1
Mekanik Arıza	21305	23.80%	49.10%	2
Diğer Operasyon Bekleme	19935	22.27%	71.37%	3
Hammadde Bekleme	9466	10.58%	81.95%	4
Bıçak Değişimi	4968	5.55%	87.50%	5
Diğer	2601	2.91%	90.40%	6
Satış Onayı Bekleme	2573	2.87%	93.28%	7
Elektrik Arıza	2009	2.24%	95.52%	8
Yağ Doldurma	1272	1.42%	96.94%	9
Hammadde Değişimi	1057	1.18%	98.13%	10
Malzeme Taşıma	1020	1.14%	99.26%	11
Vinç Bekleme	368	0.41%	99.68%	12
Geç Kalma	290	0.32%	100.00%	13
Toplam Plansız Duruş	89507	100.00%		

Çalışma bölgesi faaliyetlerini kısıtlayan kayıp türleri değerlendirildiğinde, en fazla plansız duruşa neden olan kayıp türü “Ayar Kayıpları” olarak tespit edilmiştir. “Bıçak Değişim” olarak adlandırılan kayıp türü, sadece kesici bıçak değişimi için yapılan

ikincil ayar türüdür. Toplam ayar süreci içerisinde bu kısımda dâhil edildiğinde, süreçte meydana gelen duruşları toplam %30,85 olmaktadır.

Ayar kaybı ve kesici bıçak değişimi süreçlerinin ortak uygulama adımları olduğu ve iyileştirme çalışmaları kapsamında her iki sürecin iyileştirilmesi sağlanacağından, mevcut durum analizi ve iyileştirme detayları her iki kayıp türü için incelenecektir.

İşletmenin analiz dönemi içerisindeki ayar ve bıçak değişim faaliyetleri ayrı ayrı inceleyerek, aylara bağlı miktarları ve ortalama faaliyet sürelerini veren tablolar aşağıdaki gibidir.

Tablo 14
Ayar ve Bıçak Değişimi Duruş Tablosu

Dönem	Duruş Süresi	Duruş Sayısı	Ortalama Ayar Süresi	Toplam Bıçak Değişim Süresi	Bıçak Değişimi	Ortalama Bıçak Değişimi
OCAK 2017	849	66	13	352	38	9
ŞUBAT 2017	1065	39	27	387	29	13
MART 2017	1142	80	14	143	37	4
NİSAN 2017	842	82	10	137	12	11
MAYIS 2017	523	69	8	254	28	9
HAZİRAN 2017	745	65	11	170	15	11
TEMMUZ 2017	1046	112	9	199	28	7
AĞUSTOS 2017	926	60	15	268	25	11
EYLÜL 2017	961	62	16	227	18	13
EKİM 2017	1025	53	19	375	38	10
KASIM 2017	1131	59	19	483	35	14
OCAK 2018	1817	66	28	204	13	16
ŞUBAT 2018	2125	80	27	286	23	12
MART 2018	2523	80	32	563	27	21
NİSAN 2018	1457	58	25	289	26	11
MAYIS 2018	1397	44	32	222	26	9
HAZİRAN 2018	1360	45	30	150	15	10
TEMMUZ 2018	1709	67	26	259	22	12
GENEL	22643	1187	23	4968	455	12

Ortalama ayar süresi ay bazlı olarak değerlendirildiğinde 9 dk ile 32 dk arasında değişiklik göstermekle birlikte, genel ortalama ayar süresini, ortalama ayar sürelerinin

ağırlıklı ortalaması alınarak hesaplandığında 23 dk olduğu tespit edilmiştir. Bıçak değişimi prosesinde ise ortalama aylara dayalı 7 dk ile 21 dk arasında süreç zamanı hesaplanmış ve ağırlıklı ortalamasının 12 dk olduğu sonucuna ulaşılmıştır. Bu durum, ayar prosesinin standartlaştırılmamış ve kontrol edilmeyen bir süreç olduğunu ortaya koymaktadır.

Çalışmanın sonraki bölümlerinde, ortaya çıkan kayıp türlerinden en fazla paya sahip olan ayar sürecinin iyileştirilmesi üzerine çalışma yapılacaktır. Sürecin iyileştirilmesi için SMED Metodolojisinin adımları uygulanacaktır.

5. AYAR VE HAZIRLIK SÜRECİNİN İYİLEŞTİRİLMESİ: SMED UYGULAMASI

Geleneksel üretim proseslerinde kontrol edilemeyen ve zaman süreleri değişkenlik gösteren ayar ve hazırlık prosesinin, sürekli geliştirme ve organize etme esasına bağlı olarak azaltılarak standartlaştırılması için yalın üretim tekniklerinden SMED yöntemi kullanılmaktadır.

Süreç iyileştirme çalışmalarında direkt olarak ayar sürecini iyileştirme kararını vermek yerine dördüncü bölümde de detaylı ele alınan kayıp analizinin sonuçlarına göre hangi sürecin ya da adımın iyileştirileceğine karar verilmelidir.

Dördüncü bölümde, uygulama yapılan işletmenin mevcut durumu analizi bağlı olarak Kabuk Soyma Makinesinin kayıp analizi ele alınarak, OEE değerleri analiz edildiğinde ayar kayıplarının toplam kayıplar içerisinde önemli paya sahip olduğu sonucuna ulaşılmıştır.

Bu bölümde, ilgili üretim makinesindeki ayar sürecinin analizi yapılarak, ayar adımlarının iyileştirilmesi ve ideal ayar çevriminin elde edilmesi için SMED metodolojisi uygulanacaktır.

5.1. Ayar ve Kesici Uç (Bıçak) Değişim Sürelerinin İyileştirilmesi

5.1.1. Ayar Akış Sürecinin Tanımlanması

Başlangıç aşamasında, ayar ve hazırlık sürecinde baştan sona yapılan tüm ayar adımlarının tanımlanması gereklidir. Ayar adımlarının belirlenmesi aşamasında, söz konusu adımlar içerisinde katma değer üretmeyen süreç adımları elimine edilmelidir.

Hammadde bekleme, vinç bekleme, iş emri bekleme gibi mevcut durumda var olan problemlerin inceleme çalışmasının bir standart kaizen çalışması olduğu unutulmamalı ve SMED çalışmasının içerisine dâhil edilerek, çalışma anlam ve iş yükü açısından zor hale getirilmemelidir.

Akış süreci çizilirken, standartlaşmamış bir ayar süreci incelendiği durumlarda çoğu kez akış adımları arasında yer değişiklikleri olabilir. Bu durumda, süreç adımlarının ideale

yakın olan sıralaması dikkate alınarak akış oluşturulmalıdır. Kabuk Soyma Makinesine ait ayar Sürecine ait akış diyagramı şekil 5. gösterilmiştir:



Şekil 6: Ayar Prosesi Akış Diyagramı

Üretim hattında, ayar prosesi, normal ayar prosesi ve bıçak değişimi (kesici uç) olmak üzere ikiye ayrılmaktadır. Akış diyagramında “*” ile tanımlanan adımlar bıçak değişimi esnasında uygulanmayan adımlardır.

5.1.2. Mevcut Ayar Adımlarının Zaman Verilerinin Belirlenmesi

Üretim sahasından toplanan tüm veriler, genel anlamda problemin sebebini ve miktarını ortaya çıkarmakla birlikte detayı hakkında yeterli bilgiyi vermemektedir. Problemin detayının incelenmesi ve analiz edilmesi için yalın üretimde Gemba adı verilen yerinde inceleme ve değerlendirmenin yapılması gereklidir. Aksi takdirde, her yönlü kusursuz

bir veri toplama sistemi bile olsa, işin edinimi ve geliştirilmesine yönelik aksiyonların belirlenmesinde veriler yeterli olmayacaktır.

Genel anlamda, üretimde ayar ya da bıçak değişimi için harcanan ortalama sürenin belirlenmesi çalışması dördüncü bölümde ele alınmıştır. Bu bölümde, ayar sürecindeki adımların, toplam ayar sürecindeki zaman değerlerinden ne kadar pay aldığı belirlenmesi gerekir. Bu sayede, sonraki kısımlarda bahsedilecek dışsallaştırma çalışmaları sonucunda kazanç sağlanacak miktarın belirlenmesinde problem yaşanacaktır.

Kabuk Soyma Makinesine ait saha ölçüm çalışmalarında tekrarlı zaman verilerine ve video incelemelerine dayalı olarak elde edilen ortalama ayar adımlarının zaman verileri tablo 15 'de özetlenmiştir.

Tablo 15
Ayar Adımları Mevcut Durum Verileri

Sıra No	Ayar Adımı	Mevcut Süre (dk)	Üretim Geçiş Ayarı (dk)	Bıçak Değişimi (dk)	İç Ayar	Dış Ayar
1	Malzeme Alma	2	2	0	2	0
2	Malzeme Açma	2	2	0	2	0
3	Kesici Uç Kater Sökme	3	3	3	3	0
4	Kesici Uç Değişimi	4	4	4	4	0
5	Kesici Uç Kater Bağlama	3	3	3	3	0
6	Sıyırıcı Değişimi	2	2	0	2	0
7	Ana Ekran Ayarı	3	3	0	3	0
8	Test	3	3	3	3	0
9	Ana Üretim Hızına Ulaşma	1	1	1	1	0
	TOPLAM	23	23	14	23	0

Ayar adımlarına ait zaman verileri belirlendikten sonra, söz konusu adımların gerçekleşme zamanı değerlendirilir. Gerçekleşme zamanı ile anlatılmak istenen, ayar adımı tezgâh çalışırken mi gerçekleşiyor yoksa tezgâh duruyorken mi gerçekleşiyor sorularının yanıtına ulaşmaktır.

Süreç adımları değerlendirildiğinde, bazı adımların dış ayar süreci olarak yani üretim makinesi çalışırken gerçekleştiği tespit edilmiştir. Ancak, bu tutum çalışan personelden personele, uygulamadan uygulama, günden güne değişiklik gösterdiği ve standart bir ayar davranışı olarak değerlendirilmediği için iç ayar süreci olarak tanımlanmıştır. Buna bağlı olarak, tespit edilen ayar adımlarının tamamı iç ayar süreci içerisinde değerlendirilmiştir.

5.1.3. İç ve Dış Ayar Adımlarının Ayırıştırılması

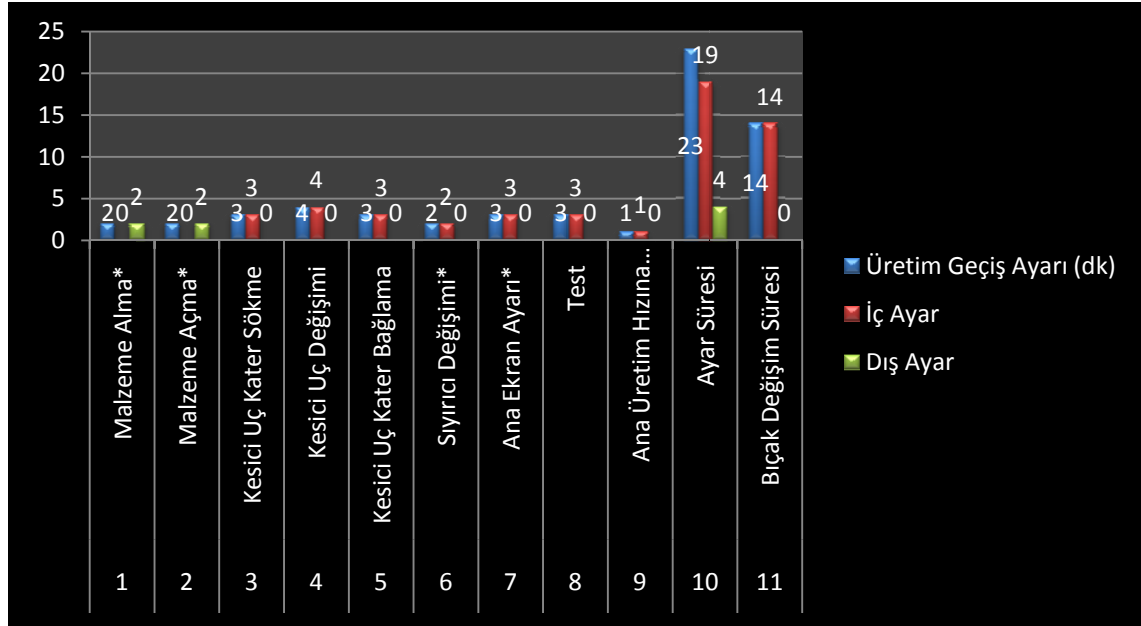
Ayar ve hazırlık sürelerini azaltmanın en basit ve en masrafsız yolu, iç ve dış ayar adımlarını birinci aşamada ayırmaktır. Bu şekilde, mevcut durumda herhangi bir sebepten dolayı iç ayar sürecinde yapılan ayar adımı ya da adımları dışsallaştırılarak, makine ya da hattın ayar ve hazırlık nedeniyle durduğu kayıp sürenin azaltılması sağlanır.

Mevcut durumda, tüm ayar süreci adımları iç ayar sürecinde değerlendirilen makine değerlendirildiğinde, ilk aşamada ayar adımları aşağıdaki gibi iç ve dış ayar adımlarına ayırıştırılmıştır.

Tablo 16
Ayar Adımlarının İç ve Dış Olarak Ayırıştırılması

Sıra No	Ayar Adımı	Üretim Geçiş Ayarı (dk)	İç Ayar (dk)	Dış Ayar (dk)
1	Malzeme Alma*	2	0	2
2	Malzeme Açma*	2	0	2
3	Kesici Uç Kater Sökme	3	3	0
4	Kesici Uç Değişimi	4	4	0
5	Kesici Uç Kater Bağlama	3	3	0
6	Sıyırıcı Değişimi*	2	2	0
7	Ana Ekran Ayarı*	3	3	0
8	Test	3	3	0
9	Ana Üretim Hızına Ulaşma	1	1	0
	Ayar Süresi	23	19	4
	Bıçak Değişim Süresi	14	14	0

İç ve dış ayar sürecinin ayrıştırılması sonucu, her ayar adımının iç ayar ve dış ayarda kalan kısmının grafiksel gösterimi şekil 6'da gösterilmiştir.



Şekil 7: İç ve Dış Ayar Sürecinin Ayrıştırılması

Süreç adımlarının ayrıştırılmasından sonra, Tablo 16. ve Şekil 6. değerlendirildiğinde, bıçak değişim sürecinde herhangi bir değişim meydana gelmemiştir. Buna karşın, genel ayar sürecinde ayar süresi 23 dakikadan 19 dakikaya düşürülerek, birim ayar zamanında %17,4 oranında iyileştirme sağlanmıştır.

5.1.4. İç Ayar Adımlarının Dışsallaştırılması ve Süreç Adımlarının İyileştirilmesi

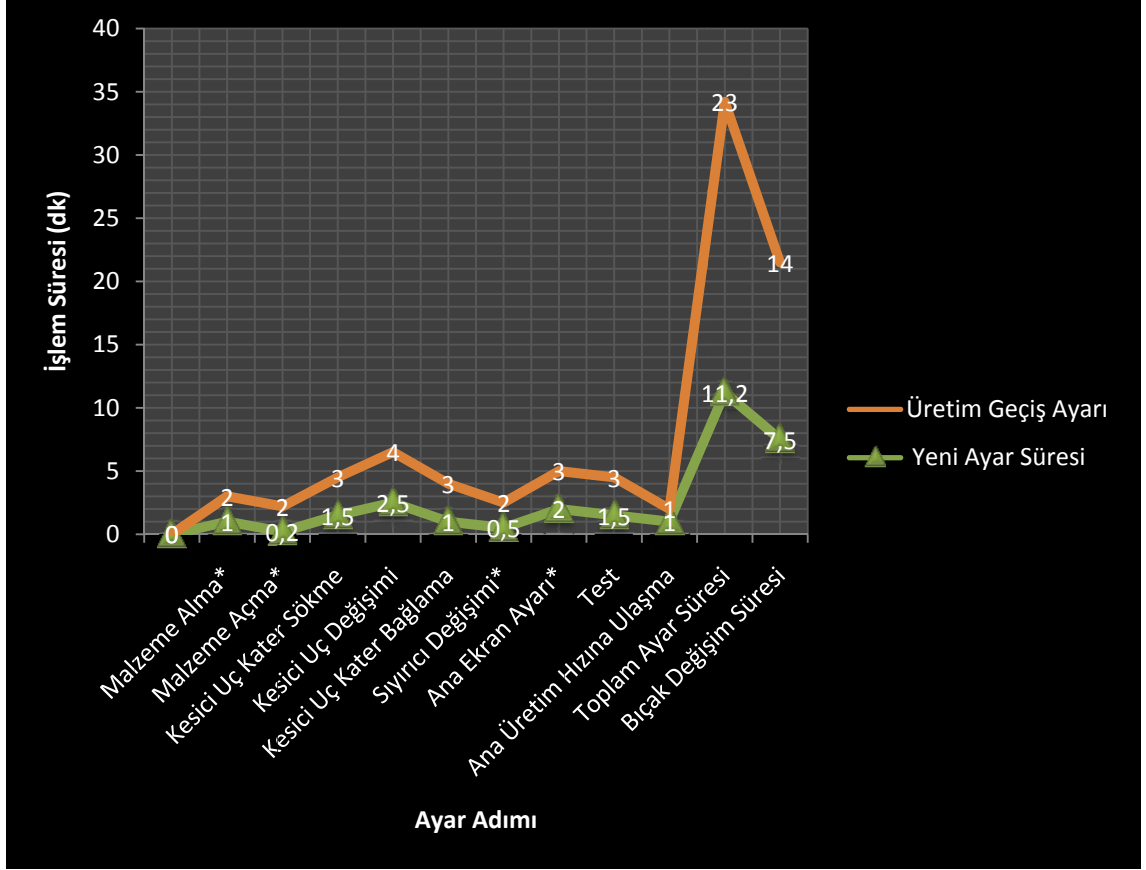
Ayar adımlarının ilk aşamada ayrıştırılmasından sonra, yapılacak iyileştirme çalışmaları ile birlikte ilk aşamadan sonra iç ayar süreci içerisinde kalan süreç adımlarının zaman süreleri azaltılabileceği gibi, dışsallaştırılabilir ya da her iki durumda birlikte gerçekleştirilebilir. Bu nedenle, alışılmış SMED uygulamalarında ayrı şekilde ele alınan bu iki adım (iç ayarların dışsallaştırılması ve süreç adımlarının iyileştirilmesi) birlikte ele alınmıştır.

Süreç iyileştirme aşamasında alınan aksiyonların bir kısmı, direkt olarak süreç adımını dışsallaştırdığı gibi bir kısmı da işlem süresinin azaltılmasını sağlamıştır.

Tablo 17

Süreç Adımlarını Dışsallaştırma ve İyileştirme Aksiyonları

Ayar ve Hazırlık Sürelerinin İyileştirilmesi					
Sıra No	Ayar Adımı	Aksiyonlar	Süre	İç Ayar	Dış Ayar
1	Malzeme Alma*	1- Holler arası transfer sevkiyat personeli tarafından yapılacaktır. (Etki: 1 dk) 2- Üretim hattı durmadan, tavan vincinin yükleme alanında bulundurulması.	1	0	1
2	Malzeme Açma*	1-Engelleme Kolunun revizyonu ile malzeme dayama kısmı yükseltilerek, önceki iş emri devam ederken malzeme açma işlemi yapılacaktır. (Etki: Dış Ayara Dönüşüm) 2-Bağ açma aparatının yeri belirlenecektir.	0.2	0	0.2
3	Kesici Uç Kater Sökme	1- Mekanik Çektirme yerine pnömatik çektirme aparatı kullanımına geçiş yapılacaktır.	1.5	1.5	0
4	Kesici Uç Değişimi	1- Uç değişim bölgesine hava tesisatı çekilmesi. (Etki:0.5dk) 2- Yedek Kater tedarik edilmesi (İç Ayarın Dış Ayara Dönüştürülmesi) 3-Alyen Takımının Alanının Belirlenmesi (Etki:0.5dk) 4- Kısa katerler için ayrı kullanılacak kompratör takımının tedarik edilmesi	2.5	0	2.5
5	Kesici Uç Kater Bağlama	1- Operatörler arası süre dalgalanmasının önlenmesi için, yeni operatörlerin uygulama çalışması yaptırılarak hızlandırılması ve operatör eğitim programına dâhil edilmesi.	1	1	0
6	Sıyırıcı Değişimi*	1-Sıyırıcıların sınıflandırılması, hazır sıyırıcıların satın alınması	0.5	0.5	0
7	Ana Ekran Ayarı*	1-Ürün reçete seçimi ile otomatik ayar sisteminin kurulması, üretici firma revizyon yapacaktır.	2	2	0
8	Test	1- Üretim hattının başında kullanılmak üzere mikrometre tedariki (Etki:1 dk) 2- Operatör panelinin üzerine hesap makinesi montajı (Etkisi: 0,5 dk),	1.5	1.5	0
9	Üretim Hızına Ulaşma	x	1	1	0
Toplam Ayar Süresi			11.2	7.5	3.7
Bıçak Değişim Süresi			7.5	5	2.5



Şekil 8: Mevcut Durum ile İyileştirme Adımının Kıyaslanması

Üretim ayar prosesinin toplam süresi, gerçekleştirilen aksiyonlar ile birlikte 23 dakikadan 11,2 dakikaya düşürülmüştür. Birinci aşamada yapılan, süreç adımlarının ayrıştırılmasıyla kazanılan 4 dakikalık zaman kazancı dikkate alındığında iyileştirme aksiyonlarının toplam proses zamanına katkısı 7,8 dakika olmuştur. Bir diğer ifadeyle, iyileştirme aksiyonları ile 19 dakikaya düşen ayar süresinde % 41 azalış meydana gelmiştir. Yapılan tüm iyileştirmeler ile birlikte birim ayar zamanı % 51 oranında azalmıştır.

Zaman kazançları, makinenin durduğu süre temel alınarak değerlendirildiğinde, ayar süresi 8,5 dakikaya düşürülerek makinenin birim ayar prosesinde boşa durduğu zaman miktarı %63 oranında indirgenmiştir.

Birinci aşamada herhangi bir değişim olmayan bıçak değişimi süreci ise, iyileştirme faaliyetleri ile birlikte işlem süresi 14 dakikadan 7,5 dakikaya düşürülerek %53.57 oranında iyileştirme sağlanmıştır.

5.1.5. Standart Ayar Zamanlarının Tanımlanması

Süreç iyileştirmesi sonucu elde edilen sonuçlar ve kazanç noktaları, üretim yönetimi ve etkinliğin artırılması açısından son derece önemli olmakla beraber, elde edilen sonuçların ve atılan adımların devamlılığın sağlanması başarının elde edilmesi kadar önemlidir. Devamlılığın sağlanması, standartların yazılı hale getirilmesi, personel eğitimi ve desteğinin sağlanması ve takip edilmesine bağlı olarak ortaya çıkacak diğer aksaklıkların da giderilmesi ile mümkün hale gelecektir.

Tablo 18
Standart Ayar ve Hazırlık Süreleri

Ayar Tipi	Standart Ayar Süresi (dk)	İç Ayar (dk)	Dış Ayar (dk)
Genel Ayar Süresi	11.2	7.5	3.7
Bıçak Değişim Süresi	7.5	5	2.5

Standartlaştırılmış ayar prosesinde, üretimde tip değişimi söz konusu olmadığı ve kırılan ya da kullanılamaz hale gelen kesici bıçakların değiştirilmesi prosesi için 5 dakika iç ayar ve 2,5 dakika dış ayar adımları olmak üzere toplam 7,5 dakikalık ayar süresi belirlenmiştir. Tip değişimi olarak da değerlendirilebilecek olan genel ayar süresi 7,5 dakika iç ve 3,7 dakika dış ayar süresi olmak üzere toplam 11,2 dakikalık ayar süresinde gerçekleşecektir.

SMED uygulamasının sonucunda elde edilen başarıların devamlılığının sağlanması için, üretim personeli yeterlilik değerlendirme tablosu olan polivalans tablosu ile değerlendirilerek, üretim hattı ve proses yeterliliği kontrol altında tutulmuş ve yetkinlik puanları düşük olan personel iyi işbaşı eğitimleri düzenlenerek yeterlilikleri artırılmıştır.

5.2. Uygulama Sonuçlarının Üretim Performansı Açısından Değerlendirilmesi

Çalışma sonucunda azaltılan ayar ve hazırlık sürelerinin, etkisinin ölçülmesi çalışma etkinliğinin belirlenmesi ve sağlanan katkının yansımalarının analiz edilebilmesi açısından önemlidir.

Genel anlamda, bir süreç iyileştirme ve geliştirme çalışmasının sonuçları bir yıllık etkisini üzerinden değerlendirilmektedir. Bu nedenle, on sekiz aylık veri dönemindeki verilerinin analizi üzerinden kurulan sistemin etkinlik değerlendirmesi yapılırken, ortalama yıllık verilere dayalı olarak değerlendirme yapılmıştır.

On sekiz aylık veri döneminde gerçekleştirilen ayar ve bıçak değişim sayıları ile aylık ortalama ayar süresine ait veriler tablo 19.'da özetlenmiştir.

Tablo 19
Ayar Süreleri ve Kazanç Tablosu

İyileştirme Öncesi Ayar Süreleri			
Duruş Tipi	Ortalama Duruş Süresi	Ortalama Duruş Sayısı	Toplam Duruş Süresi
Genel Ayar Değişimi	23	792	18216
Kesici (Bıçak) Değişimi	12	300	3600
Toplam	-	-	21816
İyileştirme Sonrası Ayar Süreleri			
Duruş Tipi	Ortalama Duruş Süresi	Ortalama Duruş Sayısı	Toplam Duruş Süresi
Genel Ayar Değişimi	7.5	792	5940
Kesici (Bıçak) Değişimi	5	300	1500
Toplam	-	-	7440
Zaman Kazanç Tablosu			
Duruş Tipi	Ortalama Duruş Süresi	Ortalama Duruş Sayısı	Toplam Duruş Süresi
Genel Ayar Değişimi	15.5	792	12276
Kesici (Bıçak) Değişimi	7	300	2100
Toplam	-	-	14376

Duruş sayılarının organize edilmesine yönelik iyileştirmeler yapılmadığı ve ay sayıda duruş sayıları ile değerlendirme yapıldığı durumda, genel ayar değişiminde ortalama duruş süresi ve toplam duruş süresinde sırasıyla 15,5 dakika ve 1023 dakika iyileştirme elde edilmiştir. Kesici (bıçak) değişimi işlemi süreci için gerçekleştirilen ortalama ve toplam duruş sürelerinde ise 7 dakika ve 175 dakikalık zaman tasarrufu elde edilmiştir.

Çalışma sonucunda, genel anlamda 1198 dakika, ayar ve hazırlık işlemlerinden kaynaklanan zaman kaybında azalma sağlanmıştır.

Elde edilen kazançların, makine etkinliği üzerine olan etkisi “OEE- kullanılabilirlik” üzerinden incelenmiş ve toplam ekipman etkinliğindeki değişim Tablo 20. gösterilmiştir.

Tablo 20
Kullanılabilirlik Değişimi

Kayıp Türü	Yıllık Ortalama Kayıp Süresi	Kayıp Oranı	Zaman Oranı	Yıllık Ortalama Kayıp Süresi	Kayıp Oranı	Zaman Oranı
Toplam Ayar (Ayar + Bıçak Değişimi)	18407	%30.85	%8.50	4031	%8.90	%1.86
Mekanik Arıza	14203	%23.80	%6.56	14203	%31.36	%6.56
Diğer Operasyon Bekleme	13290	%22.27	%6.14	13290	%29.34	%6.14
Hammadde Bekleme	6311	%10.58	%2.91	6311	%13.93	%2.91
Diğer	1734	%2.91	%0.80	1734	%3.83	%0.80
Satış Onayı Bekleme	1715	%2.87	%0.79	1715	%3.79	%0.79
Elektrik Arıza	1339	%2.24	%0.62	1339	%2.96	%0.62
Yağ Doldurma	848	%1.42	%0.39	848	%1.87	%0.39
Hammadde Değişimi	705	%1.18	%0.33	705	%1.56	%0.33
Malzeme Taşıma	680	%1.14	%0.31	680	%1.50	%0.31
Vinç Bekleme	245	%0.41	%0.11	245	%0.54	%0.11
Geç Kalma	193	%0.32	%0.09	193	%0.43	%0.09
Toplam Plansız Duruş	59671	%100	%27.55	45295	%100	%20.9
Kullanılabilirlik	%72.45	-	-	%79,09		
Yıllık Ortalama Çalışma Süresi	216610					

Makine kullanılabilirliğinin değerlendirilmesi, planlanan üretim süresi içerisinde gerçekleşen üretim süresinin değerlendirilmesine bağlı olarak hesaplanmaktadır. Ayar ve hazırlık sürelerinde sağlanan iyileştirmenin toplam ekipman kullanılabilirliğine olan olumlu etkisi % 6,64 olarak hesaplanmıştır. Çalışma sonrası, makine toplam kayıplarının içerisindeki ayar kayıplarının oranı %8,9 ‘ a düşürülmüştür.

Ekipman etkinliğinin performans ve kalite oranları sırasıyla %79,636 ve %99 olduğu dikkate alındığında, OEE oranı %57,12’den %64,20 ‘e artırılmıştır.

5.3. Uygulama Sonuçlarının Birim Maliyet Açısından Değerlendirilmesi

İşletmelerin genel üretim ve yönetim faaliyet süreçlerinin tamamında belirtilen amaç ve hedeflerin gerçekleştirilebilmesi için toplam sermaye içerisinde ilgili payını tüketmektedir. Genel anlamda gider olarak tanımlanan sermaye tüketiminin, bir kısmı herhangi bir faaliyet gerçekleşme bile işletmelerin katlanacağı gider kalemleri olduğundan bu tip giderlere sabit giderler adı verilmektedir. Herhangi bir faaliyetin gerçekleşme miktarına bağlı oluşan ve artış gösteren giderlere ise değişken gider olarak tanımlanmaktadır.

Faaliyet dönemi boyunca oluşan maliyet ve maliyet kalemlerine ait giderler, tüketim oranlarına bağlı olarak işletmenin sunduğu ürün veya hizmetlere yansıtılmaktadır. Bu yansıtılma işlemi, mamul veya hizmetlere direkt yansıtılabileceği gibi belirli maliyet etkenleri kullanılarak ta yansıtılabilir.

Ekipman birim maliyetleri, mamule yansıtılacak önemli maliyet kalemlerinden birisidir. Ekipmanın çalışmasından, bulundurulmasından ya da yönetsel faaliyetlerin yansıtılmasından kaynaklanan giderler aktif çalışma zamanı dikkate alınarak birim maliyetler belirlenerek ürünlere yansıtılmaktadır. Bundan dolayı, ekipmanın aktif çalışma zamanında meydana gelecek artış ve kayıpların azaltılması, ürünlere yansıtılacak birim maliyetlerin azaltılmasını sağlayacaktır.

Çalışmada, kabuk soyma makinesine ait ayar ve hazırlık zamanlarının iyileştirilmesine yönelik SMED uygulaması yapılmıştır ve zaman kazançları tablo 19. ‘da özetlenmiştir. Elde edilen zaman kazançları, makinenin daha fazla işlem süresine sahip olmasına ve

daha fazla ürün oluşumuna katkı sağlayacaktır. Bu durum, birim çalışma zamanı maliyetini azaltacaktır. Tablo 21. de yapılan çalışmanın birim maliyete olan etkisi gösterilmiştir.

Tablo 21
Birim Maliyet Değişimi

	Sınai Toplam Maliyet		Etkin İşlem Süresi	Sınai Birim Maliyetler		Ticari Toplam Maliyetleri		Ticari Birim Maliyetler	
	Sabit (TL)	Değişken (TL)		Sabit (TL)	Değişken (TL)	Sabit (TL)	Değişken (TL)	Sabit (TL)	Değişken (TL)
İyileştirme Öncesi	233096	236225	156939	1.49	1.51	993029	379359	6.33	2.42
İyileştirme Sonrası	233096	236225	171315	1.37	1.38	993029	379359	5.8	2.22
İyileştirme Miktarı	-	-	14376	0.12	0.13	-	-	0.53	0.2
Genel Maliyet İyileştirmesi	-	-	-	0.25		-	-	0.73	

İyileştirme miktarının toplam kazancı, mevcut imalat sürelerinin birim maliyet tasarrufu ve kazanç zamanlarının toplam maliyet kazancından meydana gelmektedir. 156939 dakika işlem süresinde sağlanan 0,73 TL toplamda 114565 TL kazanca karşılık gelmektedir. Birim kar miktarının 4 TL olduğu makinenin, ilave 14376 dakikalık işlemin toplam 57504 TL kazanç elde edilir. Bu sonuçlara bağlı olarak, çalışmanın makine toplam 214443 TL tasarruf sağlanmıştır.

SONUÇ VE DEĞERLENDİRME

Üretim verimliliğinin artırılması, işlem hacminin daraldığı ve rekabetin arttığı ortamlarda işletme karlılığının korunması, artırılması ve işletme devamlılığının sağlanması açısından önemlidir. Öyle ki hammadde girdi maliyetlerini azaltmak, personel ve genel giderleri kısmak gibi geleneksel yöntemlerinde karlılığı artırmadaki etkisinin kısıtlı kalması işletme verimliliğinin artırılmasının önemini daha da artırmaktadır.

Üretim çıktı ve kalitesinin artırılması amacıyla teknolojik rekabet avantajının da elinde bulundurulma isteği, işletmeleri yatırımlara ve yatırımları yönetecek organizasyonlara olan ihtiyacı artırmıştır. Bir yandan azalan kar oranları diğer taraftan yapılan yatırımlar, işletmelerin özellikle yatırım argümanlarını daha doğru ve efektif kullanması gerekliliğini ortaya çıkarmıştır.

Makine ve ekipmanların daha etkin kullanılabilmesi, faaliyet süresince ideal hız performansında planlanan duruş zamanları dışında üretim zamanında müşteri kabulüne uygun en fazla üretim miktarının elde edilmesi ile mümkün hale gelebilmektedir. Planlanan zaman diliminde yaşanan her bir neden kaynaklı duruşlar ve hız kayıpları, makine etkinliğinin azalmasına neden olacaktır.

Makine etkinliğinin belirlenmesi, kayıpları ve duruşların analiz edilerek düzeltici önlemleri alabilmek için işletmelerin farkındalık ve takip edilebilirlik kavramını oluşturmak için üretim performans anahtarları kullanılmaktadır. Ekipman verimliliği için sıklıkla kullanılan en önemli göstergelerden biri OEE' dir. OEE oranı, makinenin kullanılabilirlik, performans ve kalite unsurlarını bir arada bulduran üretim yönetimi araçlarından birisidir.

Üretim duruş kayıplarının analiz edilebilmesi için, OEE kavramının içerisindeki kullanılabilirlik kısmı analiz edilmektedir. Kullanılabilirlik kavramı, ekipmanın arıza, ayar ve hazırlık, bekleme, yağ ilave etme gibi planlanmaksızın gerçekleşen kayıpların incelenebileceği ve oranlarının analiz edilebileceği OEE göstergesidir.

Çalışmada, uygulama yapılan işletmenin genel üretim hatlarının OEE oranları kıyaslanarak, süreci iyileştirilecek olan Kabuk Soyma Makinesi belirlenmiştir.

Makineye ait kayıp türleri için on sekiz aylık dönem içerisinde oluşan OEE'in kullanılabilirlik kısmı analiz edilmiş ve Pareto analizine göre öncelik sırası elde edilir ve iyileştirilmesi gerekli duruş kayıpları belirlenmiştir. Söz konusu duruşlarında, % 30,85 oranı ile genel ayar kayıpları en fazla duruş payına sahiptir. Ayar kayıplarını sırasıyla, mekanik arıza, diğer operasyon bekleme ve hammadde bekleme nedeniyle yaşanan duruş kayıpları izlemiştir.

Ayar ve hazırlık kayıplarının iyileştirilmesi amacıyla, yalın üretim tekniklerinden SMED metodolojisi uygulanmıştır. Başlangıç aşamasında ayar nedeniyle duruş tipleri genel ayar ve kesici uç (bıçak) değişimi olmak üzere ikiye ayrılarak, on sekiz aylık süreç içerisindeki aylık duruş miktarları ve süreleri değerlendirilerek, çalışma öncesi genel ayar kayıplarının aylık ortalama 66 duruş ve her duruş için ortalama 23 dakika zaman kaybedildiği tespit edilmiştir. Kesici uç (bıçak) değişimi için ise aylık ortalama 25 duruş ve her duruş için 12 dakika zaman kaybı yaşandığı sonucuna ulaşılmıştır.

SMED metodolojisinin uygulanması ise, mevcut durumda makine durdurularak yapılan ayar adımlarının olabildiğince makine çalışırken yapılabilecek şekilde düzenlenmesi, iç ve dış ayar adımlarının iyileştirilmesine yönelik aksiyonlar belirlenmiş ve uygulanmıştır.

Aksiyon sonuçlarının ardından, standartlaştırılmış ayar prosesi oluşturulmuştur ve çalışmanın etkinliği üretim performansı ve maliyet bazlı değerlendirilmiştir. Çalışmanın üretim performansına etkisi, birim ayar süresi azalış miktarlarının ve oranlarının belirlenmesi, kullanılabilirlik ve OEE oranına etkisi olmak üzere üç kısımda incelenmiştir.

Genel ayar ortalama değişim süresi 23 dakikadan 7,5 dakikaya düşürülerek %67,39 ve kesici uç değişimi süreci ise 12 dakikadan 5 dakikaya düşürülerek %58,33 iyileştirme sağlanmıştır. Ayar ve değişim miktarları ile ilgili düzenleme ve iyileştirme yapılmadığı ve aynı sayılarda gerçekleştiği kabul edildiğinde, bir yıllık üretim takviminde toplamda 14376 dakikalık ayar ve bıçak değişiminden kaynaklı kayıplarda azalma sağlanmıştır. Söz konusu azalış, kullanılabilirlik oranını %72,45'den %79,09'a artırdığı gibi yıllık ortalama OEE değerinin %57,12'den %64,20'e çıkmasına katkıda bulunmuştur.

Çalışmanın maliyet etkisinin incelenmesi için, işletme faaliyetleri ile uyumlu FTM sistemi kurulmuştur. Çalışma bütünlüğünün bozulmaması açısından, elde edilen birim maliyet değerleri bir tablo ile sunulmuş ve detaylandırılmamıştır. Çalışma öncesi sırasıyla 3 TL ve 8,75 TL olan sınaî birim maliyet ve ticari birim maliyet değerleri, iyileştirme sonrası 2,75 TL ve 8,02 TL'ye düşürülmüştür. Ayrıca bu çalışmanın toplam finansal kazancı 214443 TL olarak hesaplanmıştır.

Elde edilen sonuçların üretim performansına ve birim maliyetlere olan etkisinin incelenmesi, söz konusu iyileştirme çalışmalarında çalışma etkinliğinin iki boyutta incelenmesi gerekliliğini ortaya çıkarmıştır. Öyle ki, amaç maliyet yönetimi ve maliyetleri azaltarak, piyasada fiyat liderliğini ele geçirme hedefinde olan bir işletmenin maliyetlerini dinamik olarak izleyebilmesi ve aldığı aksiyonların sonuçlarını ve üretim performansını maliyetlerine yansıtabilmesidir. Bu durum göze alındığında, çalışmaların maliyet boyutunda inceleme yapılabilmesi için, söz konusu maliyet yapısı ile faaliyetleri açıklayabilen maliyet sisteminin var olması gerekmektedir. Çalışma, FTM sistemini kurarak maliyetlerin dinamik olarak izlenebilmesine olanak tanıyan örnek bir çalışmadır.

Çalışma etkinliklerinin belirlenmesinde sıklıkla tercih edilen, “X dakikadan Y dakikaya indirilmiş ve %Z iyileştirilme sağlanmıştır.” çıkarsamasının yapılmasının yeterli bir açıklama ve sonuç olmadığı çalışma sonuçları ile ortaya çıkmıştır. Çalışmada, ayar kayıplarından sağlanan %67,39 ve %58,33 oranlarındaki iyileştirmelerin, makine verimliliğe olan etkisi aslında sunulan oranlar kadar büyük olmadığı sonucuna ulaşılmıştır. Tüm süreç iyileştirmelerdeki ortak amacın, ekipman verimliliğini artırmak olduğu göz önüne alındığında, çalışmanın etkisinin kendi içerisinde değerlendirmenin yanı sıra söz konusu prosese olan toplam katkısının da ne olacağı sorusunun cevabı ortaya konulmalıdır. Bu nedenle, çalışma prosese olan katkısının belirlenmesinde problem iyileştirme oranının yanı sıra, kullanılabilirlik ve toplam ekipman etkinliğine olan katkısının da gösterilmesi gereklidir.

Makine etkinliğinin sürekli olarak artırılması için, çalışmanın devamında ekipman etkinliğinin sağlanmasını kısıtlayan diğer kayıp türlerinin iyileştirilmesi için, durum analizleri yapıp, uygun iyileştirme aracı tespit edilerek çalışmalar yürütülmelidir.

KAYNAKÇA

Sürelî Yayınlar

- Adalı, M. R., Kiraz, A., Akyüz, U. ve Halk, B. (2017). Yalın Üretime Geçiş Sürecinde Değer Akışı Haritalama Tekniğinin Kullanılması :Büyük Ölçekli Bir Traktör İşletmesinde Uygulama. *Sakarya Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü Dergisi* , 21, 2, 242-251.
- Ani, M. N. C. ve Shafei, M. S. S. (2012). The Effectiveness of the Single Minute Exchange of Die (SMED) Technique for the Productivity Improvement. *International Journal of Sciences: Basic and Applied Research (IJSBAR)* , 5, 1, 9-13.
- Atalay, O. ve Kılıç, Ö. (2015). Balık Kılıçığı Yöntemi ile Mobil Vinç Kazası Olası Nedenlerinin İncelenmesi. *Çukurova Üniversitesi Mühendislik Mimarlık Fakültesi Dergisi* , 30, 1, 73-78.
- Aydın, M. Ş. ve Teke, Ç. (2016). Lastik Endüstrisinde Makine Duruş Analizi. *International Journal of Engineering and Technology Research* , 1, 1, 38-46.
- Baykoç, Ö. F., Ege, Y. ve Shahla, R. A. (2002). Kanban Sayısı ve İşlem Zamanı Dağılımlarının Hücre İmalat Ortamındaki Bir JIT Sisteminin Performansı Üzerindeki Etkilerinin İncelenmesi. *DEÜ Mühendislik Fakültesi Fen ve Mühendislik Dergisi* , 4, 2, 17-27.
- Becker, J. E. (2001). Implementing 5s to Promote Safety and Housekeeping. *American Society of Safety Engineers* , 46, 8, 29-31.
- Chen, L. ve Meng, B. (2010). The Application of Setup Reduction in Lean Production. *Asian Social Science* , 6, 7, 108-113.
- Çakırkaya, M. ve Acar, Ö. E. (2016). 5S Tekniği Aşamaları ve Makarna Sektöründe Bir Uygulama. *Atatürk Üniversitesi İktisadi ve İdari Bilimler Dergisi* , 30, 4, 845-868.
- Darade, M., Khare, P. ve Desai, P. (2017). Overall Equipment Effectiveness in Construction Equipment's (Implementation of OEE for Improving Performance and Quality Output of the Equipment). *International Journal for Research in Applied Science & Engineering Technology* , 5,7, 1808-1811.
- Dökme, F. ve Taner, E. (2013). Toplam Verimli Bakım Stratejisi ve Endüstriyel Tesislerde Uygulanmasının Önemi. *Teknik Bülten* , 42, 4, 21-31.
- Ersöz, T., Öztürk, E. ve Gürel, E. (2018). Demir Çelik Sektöründe Toplam Verimli Bakım Uygulaması. *International Journal of Economic and Administrative Studies*, 18, 447-458.
- Eşme, S. ve İlhan, E. (2003). Toplam Verimli Yönetim Anlayışı ile Ekipman Verimliliğinin Artırılması. *SAU Fen Bilimleri Enstitüsü Dergisi* , 7, 2, 236-240.

- Falkowski, P. ve Kitowski, P. (2013). The 5S Methodology as A Tool for Improving Organization of Production. *PhD Interdisciplinary Journal*, 18, 127-133.
- Feng, C. X., Kusiak, A. ve Huang, C. C. (2015). Scheduling Models for Setup Reduction. *Journal of Manufacturing Science and Engineering*, 119, 119-127.
- Gade, P. A., Chavan, R. G. ve Bhavsar D. N. (2016). Reduction In Setup Time By Single Minute Exchange Of Dies (SMED) Methodology. *International Journal of Scientific and Techology Research* , 5, 6, 364-366.
- Gavali, R., Chavan, S. ve Dongre, G. G. (2016). Set-up Time Reduction of a Manufacturing Line using SMED Technique. *International Research Journal of Engineering and Technology* , 3, 7, 1748-1750.
- Görener, A. (2012). Toplam Verimli Bakım ve Ekipman Etkinliği: Bir İmalat İşletmesinde Uygulama. *Electronic Journal of Vocational Colleges* , 2, 1, 15-20.
- Görener, A. ve Yenen, V. Z. (2007). İşletmelerde Toplam Verimli Bakım Çalışmaları Kapsamında Yapılan Faaliyetler ve Verimliliğe Katkıları. *İstanbul Ticaret Üniversitesi Fen Bilimleri Dergisi* , 6, 11, 47-63.
- Gupta, A. K. ve Garg, R. K. (2012). OEE Improvement by TPM Implementation: A Case Study. *International Journal of IT, Engineering and Applied Sciences Research (IJIEASR)* , 1, 1, 115-124.
- Güner, E. ve Karaca, M. E (2004). Tam Zamanında Üretim Sisteminde Tedarikçi İlişkileri ve En İyi Parti Büyüklüğü Üzerine Bir Uygulama. *Gazi Üniversitesi Mühendislik Mimarlık Fakültesi Dergisi* , 19, 4, 443-454.
- Güner, M. ve İşler, M. (2013). The Effect of Model Change Processes on the Overall Equipment Effectiveness in Clothing Production. *Tekstil ve Konfeksiyon* , 23, 3, 297-302.
- Hermel, D., Medina, O. ve Shvalb, N. (2017). A note on estimating minimal changeover time. *Cogent Engineering* , 4, 1-7.
- Jaimin, S. H., Umang, P. A. ve Sumit, P. K. (2017). SMED Concept In Forging Die Setup. *International Journal of Advance Engineering and Research Development* , 4, 3, 25-32.
- Joshi, R. R. ve Naik, G. R. (2012). Application of SMED Methodology- A Case Study in Small Scale Industry. *International Journal of Scientific and Research Publications* , 2, 8, 1-4.
- Kalpande, S. D. (2014). OEE an Effective Tool for TPM Implementation- A Case Study, *8th International Quality Conference*, Serbia: Center for Quality, Faculty of Engineering, University of Kragujevac, 521-526.
- Kara, E. (2011). Tam Zamanında Üretim Sisteminin Uygulanması ve Muhasebeleştirme İşlemleri: Merinos Masterbatch İşletmesinde Bir Uygulama. *Süleyman Demirel Üniversitesi İktisadi ve İdari Bilimler Fakültesi Dergisi* , 16, 2, 409-423.

- Karcioğlu, R. ve Nuray, M. (2010). Yeni Bir Maliyetleme Sistemi Olarak Değer Akış Maliyetleme. *Muhasebe ve Finansman Dergisi* ,47, 69-80.
- Koçak, A. (2015). İmalat Süreçlerinde Kullanılan Performans Ölçütleri Üzerine Bir Literatür Araştırması. *Gazi Üniversitesi İktisadi ve İdari Bilimler Fakültesi Dergisi* , 17, 3, 160-184.
- Kumar, V. ve Bajaj, A. (2015). The Implementation of Single Minute Exchange of Die with 5'S in Machining Processes for reduction of Setup Time. *International Journal on Recent Technologies in Mechanical and Electrical Engineering (IJRMEE)* , 2, 2, 32-39.
- Lahri, V. ve Pathak, P. (2015). A Case Study of Implementation of Overall Equipment Effectiveness on CNC Table type boring & milling machine of a Heavy Machinery Manufacturing Industry. *IOSR Journal of Mechanical and Civil Engineering* , 12, 5, 66-70.
- Lalkiya, M. ve Kushwaha, D. K. (2015). Optimizing and Analyzing Overall Equipment Effectiveness Through TPM Approach: A Case Study in Cement Industry. *International Journal of Advance Engineering and Research Development* , 2,5, 807-811.
- Maraşlı, H. ve Kemahlı, H. (2013). Yalın Üretim Bazlı Üretim İzleme ve İyileştirme. *Kahramanmaraş Sütçü İmam Üniversitesi İktisadi ve İdari Bilimler Fakültesi Dergisi* , 3, 2, 45-64.
- Maurya, D., Yadav, Y. ve Pandey, D. (2018). Change Over Time Reduction Using SMED: An Industrial Case Study. *International Journal of Scientific & Engineering Research* , 9, 3, 13-17.
- Nayak, D. M., Kumar, V. M. N., Naidu, G. S. ve Sharkar, V. (2013). Evaluation of OEE in A Continuous Process Industry on An Insulation Line in A Cable Manufacturing Unit. *International Journal of Innovative Research in Science, Engineering and Technology* , 2, 5, 1629-1634.
- Özcan, S. (2001). İstatistiksel Proses Kontrol Tekniklerinden Pareto Analizi ile Çimento Sanayinde Bir Uygulama. *C.Ü. İktisadi ve İdari Bilimler Dergisi* , 2, 2, 151-174.
- Palanisamy, V. ve Vino, J. A. (2013). Implementing Overall Equipment Effectiveness in a Process Industry. *Indian Journal of Science and Technology* , 6, 4789-4793.
- Pekin, E. ve Çil, İ. (2015). Kauçuk sektörü Poka-Yoke uygulaması. *SAÜ Fen Bilimleri Dergisi* , 19, 2, 163-170.
- Pinjar, M. V. N., Shivakumar, S. ve Patil, G. V. (2015). Productivity Improvement through Single Minute Exchange of Die (SMED) Technique. *International Journal of Scientific and Research Publications* , 5, 7, 1-9.
- Priyanka, S. D. ve Shilpa, M (2015). Single minute exchange of die in coil manufacturing unit. *International Journal of Science, Engineering and Technology Research* , 4, 6, 2174-2178.
- Purohit, S. R. ve Shantha, V. (2015). Implementation of 5S Methodology in a Manufacturing Industry. *International Journal of Scientific & Engineering Research* , 6, 8, 225-231.

- Ram, K., Kumar, S. ve Singh, D. P. (2015). Industrial benefits from a SMED methodology on high speed press in a punching machine: A review. *Pelagia Research Library* , 6, 9, 38-41.
- Ramachandra, C. G., Prashanth P. M., Srinivas, T. R. ve Raghavendra, M. J. (2016). OEE - A Tool to Measure the Effectiveness of TPM Implementation in Industries - A Review. *GRD Journals- Global Research and Development Journal for Engineering* , 1, 12, 92-96.
- Rao, S., Yadav, R., Ranade, S. ve Suryawanshi, A. (2016). Application of SMED in Rim Manufacturing Plant for Light Motor Vehicle. *International Journal of Science Technology & Engineering* , 2, 11, 413-417.
- Raut, S. ve Raut, N. (2017). Implementation of TPM to Enhance OEE in A Medium Scale Industry. *International Research Journal of Engineering and Technology (IRJET)* , 4, 5, 1035-1041.
- Relkar, A. S. ve Nandurkar, K. N. (2012). Optimizing and Analysing Overall Equipment Effectiveness (OEE) Though Design of Experiments (DOE). *Procedia Engineering* ,38, 2973-2980.
- Rimawan, E. ve Irawan, A. P. B. (2017). Analysis of Calculation Overall Equipment Effectiveness (OEE) in the Implementation of Total Productive Maintenance (TPM) PC 200-8 Excavator Grab and Magnet Type Case Study in Cakratunggal Steel Mills Company. *International Journal of Scientific & Engineering Research* , 8,1, 1363-1398.
- Sarı, E. B. (2018). Üretim Hattı Tasarımında Değer Akışı Haritalama Tekniğinin Kullanılması. *Dumlupınar Üniversitesi Sosyal Bilimler Dergisi*, 56, 67-81.
- Savaş, O. (2003). Tam Zamanında Üretim Sisteminin Gerektirdiği Maliyet Muhasebesinin Temel Nitelikleri. *Erciyes Üniversitesi İktisadi ve İdari Bilimler Dergisi*, 20, 203-218.
- Schwagerman, W. C. ve Ulmer, J. M. (2013). The A3 Lean Management and Leadership Thought Process. *The Journal of Technology, Management, and Applied Engineering* , 29, 4, 1-10.
- Selvakumar, S., Saravanakumar, K., Shreenivasan, S. N., Sathyanarayanan, V. ve Kumar, S. (2017). Increasing Production Rate of Gear Box Assembly Using SMED Concept. *International Journal for Research in Applied Science & Engineering Technology (IJRASET)* , 5, 4, 521-528.
- Shaikh, S., Alam, A. N., Ahmet, K. N., Ishtiyak, S. ve Hasan, S. Z. (2015). Review of 5S Technique. *International Journal of Science, Engineering and Technology Research* , 4, 4, 927-931.
- Sharma, R. ve Belokar, R. M. (2017). Internal Setup Time Reduction By Inculcated SMED Methodology for Process Improvement. *Industrial Engineering Journal* ,8, 24-29.
- Simões, A. ve Tenera, A. (2010). Improving setup time in a Press Line – Application of the SMED methodology, *Management and Control of Production Logistics*, Portugal, 297-302.

- Sivaselvam, E. ve Gajendran, S. (2014). Improvement of Overall Equipment Effectiveness In a Plastic Injection Moulding Industry. *IOSR Journal of Mechanical and Civil Engineering* , 5, 53,12-16.
- Sobek, D. K. ve Jimmerson, C. (2004). A3 Reports: Tool for Process Improvement, *Proceedings of the IIE Annual Conference*, Norcross, 1-6.
- Sohal, A., Olhager, J., Neill, P. O. ve Parajogo, D. (2010). Implementation of OEE – issues and challenges, *International Conference on Advances in Production Management Systems*, Como: Proceedings of APMS 2010, 1-8.
- Sivaselvam, E. ve Gajendran, S. (2016). SMED (Single-Minute Exchange Of Die): A Noble Way To Reduce The Set Up Time. *International Engineering Research Journal (IERJ)* , 2, 5, 1880-1886.
- Tanık, M. (2010). Kalıp Ayar Sürelerinin SMED Metodolojisi ile İyileştirilmesi: Bir Yalın Altı Sigma Uygulaması. *Muğla Üniversitesi Sosyal Bilimler Enstitüsü Dergisi*, 25, 117-140.
- Tekin, M. ve Arslandere, M. (2017). Üretimde Hata Önleme Aracı Olarak Poka-Yoke Sistemi ve Bir Uygulama Örneği. *Kesit Akademi Dergisi* ,11, 339-350.
- Temiz, İ., Atasoy, E. ve Sucu, A. (2011). Toplam Ekipman Etkinliği ve Bir Uygulama. *Dokuz Eylül Üniversitesi Sosyal Bilimler Enstitüsü Dergisi* , 12, 4, 49-60.
- Ulutaş, B. (2011). An application of SMED Methodology. *International Journal of Industrial and Manufacturing Engineering* , 5, 7, 1194-1197.
- Vijayakumar, S. R. ve Gajendran, S. (2014). Improvement of Overall Equipment Effectiveness (OEE) in Injection Moulding Process Industry. *IOSR Journal of Mechanical and Civil Engineering* , 2, 22, 44-60.
- Vipulkumar, C. P. ve Thakkar H. (2014). A Case Study: 5s Implementation in Ceramics(2). *Bonfring International Journal of Industrial Engineering and Management Science* , 4, 3, 132-139.
- Vipulkumar, C. P. ve Thakkar H. (2014). Review on Implementation of 5S in Various Organization. *International Journal of Engineering Research and Applications* , 4, 3, 774-779.
- VivekPrabhu, M., Karthick, R. ve Kumar, G. S. (2014). Optimization of Overall Equipment Effectiveness in A Manufacturing System. *International Journal of Innovative Research in Science, Engineering and Technology* , 3, 3, 1192-1196.
- Yalçın, M., Elyas, C., Yıldız, S., Alpşen, C. ve Yalçın, G. (2018). Yalın Metodolojinin Hastane Laboratuvar Süreçlerinin İyileştirilmesinde Kullanılması (Toyota Üretim Sistemi-Spaghetti Diyagramı). *Konuralp Tıp Dergisi* , 10, 1, 99-104.
- Yaşın, M. F. ve Daş, G. S. (2017). KOBİ’lerde ekipman etkinliğinin iyileştirilmesinde TEE tabanlı yeni bir yaklaşım: bir ahşap işleme kuruluşunda uygulama. *Gazi Üniversitesi Mühendislik Mimarlık Fakültesi Dergisi* , 32, 1, 45-52.

Yılmaz, M., Alıcı, H. ve Karaman, M. (2017). Sağlık Kurumlarında İsrar Giderme Yöntemleriyle Yalın Düşünme. *İ.Ü. Sağlık Hizmetleri Meslek Yüksekokulu Dergisi*, 5, 1-16.

Zerenler, M. ve Karaboğa, K. (2014). Müşteri Memnuniyetinin Sağlanmasında Hataların Önlenmesine Yönelik Üretim Odaklı Bir Bakış Açısı: Poka-Yoke Sistemleri. *Selçuk Üniversitesi Sosyal Bilimler Enstitüsü Dergisi*, Dr. Mehmet YILDIZ Özel Sayısı, 263-275.

Tezler

Akıl, B. (2013). Kamu Sektöründe 5S ve Kaizen Uygulamaları. *Yüksek Lisans Tezi*. İzmir: Dokuz Eylül Üniversitesi, SBE.

Bakmay, F. Ö. (2008). Tam Zamanında Üretim Sisteminin Üretim Maliyetleri- Maliyet Muhasebesi Üzerindeki Etkileri ve Teknik Masura Ambalaj Sanayi ve Ticaret A.Ş' de Bir Uygulama. *Yüksek Lisans Tezi*. Mersin: Çağ Üniversitesi, SBE.

Bingöl, A. (2012). Toplam Üretken Bakım (TPM) Yönetim Sisteminin Örgüt Kültürü Üzerindeki Etkileri ve Bir Üretim İşletmesinde Uygulama. *Yüksek Lisans Tezi*. Eskişehir Osmangazi Üniversitesi, SBE.

Çavuşoğlu, M. (2008). Toplam Verimli Bakım Uygulamalarının Ekipman Performansına Etkilerinin İncelenmesi ve Özel Sektörde Bir Uygulama. *Yüksek Lisans Tezi*. Ankara: Kara Harp Okulu, SBE.

Çelepçıkay, Ö. (2014). A3 Düşünme Yolu ile Çapraz Sevkiyat Tesisinin Geliştirilmesi. *Yüksek Lisans Tezi*. İstanbul: İstanbul Teknik Üniversitesi, FBE.

Demir, F. (2009). Yalın Üretimde Toplam Üretken Bakım ve Hızlı Kalıp Değişirme (SMED) Uygulaması. *Yüksek Lisans Tezi*. Kocaeli: Gebze Yüksek Teknoloji Enstitüsü, SBE.

Ergüneş, E. (2014). Gemi İnşaatında Yalın Üretim ve Değer Akış Haritalama. *Yüksek Lisans Tezi*. Kocaeli: Gebze Yüksek Teknoloji Enstitüsü, SBE.

Ersoy, A. (2007). Yalın Üretim Tekniklerinden Hızlı Kalıp Değişimi ve Bir İmalat İşletmesi Uygulaması. *Tezsiz Yüksek Lisans Projesi*. İzmir: Dokuz Eylül Üniversitesi, SBE.

Filiz, H. (2008). Yalın Üretim Tekniklerinden Hızlı Kalıp Değişimi ve Bir Uygulama. *Yüksek Lisans Tezi*. İzmir: Dokuz Eylül Üniversitesi, SBE.

Hülagü, K. T. (2011). Çelik Boru İmalatında Yalın Üretim ve SMED Uygulaması. *Yüksek Lisans Tezi*. Kocaeli Üniversitesi, FBE.

İşşir, İ. E. (2006). Toplam Verimli Bakım ve Bir Firma Örneği. *Yüksek Lisans Tezi*. Trabzon: Karadeniz Teknik Üniversitesi, SBE.

Korucu, O. (2013). Üretim Sektöründe Son Mamül Kalitesinin İyileştirilmesinde Altı Sigma ve Kaizen Uygulamalarının Etkileri. *Yüksek Lisans Tezi*. İzmir: Dokuz Eylül Üniversitesi, SBE.

Polat, İ. (2014). İşletmelerde Toplam Ekipman Etkinliği (OEE) Kullanımı ile Elektrik Enerjisi Tasarrufu. *Yüksek Lisans Tezi*. İstanbul: Marmara Üniversitesi, FBE.

- Tekin, İ. (2009). Üretim Kayıp Maliyetlerinin Belirlenmesi ve Bir Uygulama. *Yüksek Lisans Tezi*. İstanbul Teknik Üniversitesi, FBE.
- Yılmaz, E. (2012). Siparişe Göre Üretim Yapan Sistemlerde Yalın Üretim Uygulamaları. *Yüksek Lisans Tezi*. İstanbul Teknik Üniversitesi, FBE.
- Yılmaz, S. (2014). Kaizen Sürekli İyileştirme Stratejisi ile Hastanede İnsan Kaynaklarının Geliştirilmesi. *Yüksek Lisans Tezi*. Ankara: Atılım Üniversitesi, SBE.

ÖZGEÇMİŞ

Yazar, ilk ve orta öğretimini Kocaeli şehrinde tamamlamıştır. Eskişehir Osmangazi Üniversitesi, Makine Mühendisliği Bölümünü 2011 yılında bölüm birincisi olarak tamamlamıştır. Devamında Anadolu Üniversitesi, Çalışma Ekonomisi ve Endüstri İlişkileri Bölümünü 2014 yılında tamamlamıştır. Çalışma hayatında, 2012 yılında beri çeşitli sektörlerde üretim sorumlusu olarak görev almaktadır. 2016 yılında Sakarya Üniversitesi, Sosyal Bilimler Enstitüsü, İşletme Anabilim Dalı, Üretim ve Pazarlama Bilim Dalında yüksek lisans eğitimine başlamıştır.