



T.C.
KONYA TEKNİK ÜNİVERSİTESİ
LİSANSÜSTÜ EĞİTİM ENSTİTÜSÜ



TOPLAM ÜRETKEN BAKIM YAKLAŞIMI VE
KONYA SANAYİNDE BİR UYGULAMA

Erdem EKİCİOĞLU

YÜKSEK LİSANS TEZİ

Endüstri Mühendisliği Anabilim Dalı

Mayıs-2019
KONYA
Her Hakkı Saklıdır

TEZ KABUL VE ONAYI

Erdem EKİCİOĞLU tarafından hazırlanan “Toplam Üretken Bakım Yaklaşımı ve Konya Sanayiinde Bir Uygulama” adlı tez çalışması 13/05/2019 tarihinde aşağıdaki jüri tarafından oy birliği/oy çokluğu ile Konya Teknik Üniversitesi Lisansüstü Eğitim Enstitüsü Endüstri Mühendisliği Anabilim Dalı’nda YÜKSEK LİSANS TEZİ olarak kabul edilmiştir.

Jüri Üyeleri

İmza

Başkan

Prof. Dr. Mehmet AKTAN

.....


Danışman

Doç Dr. Mehmet Emin BAYSAL

.....


Üye

Prof. Dr. Orhan ENGİN

.....


Yukarıdaki sonucu onaylarım.

Prof. Dr. Yakup KARA
Enstitü Müdürü

TEZ BİLDİRİMİ

Bu tezdeki bütün bilgilerin etik davranış ve akademik kurallar çerçevesinde elde edildiğini ve tez yazım kurallarına uygun olarak hazırlanan bu çalışmada bana ait olmayan her türlü ifade ve bilginin kaynağına eksiksiz atıf yapıldığını bildiririm.

DECLARATION PAGE

I hereby declare that all information in this document has been obtained and presented in accordance with academic rules and ethical conduct. I also declare that, as required by these rules and conduct, I have fully cited and referenced all material and results that are not original to this work.


Erdem EKİCİOĞLU

Tarih: 13.05.2019

ÖZET

YÜKSEK LİSANS TEZİ

TOPLAM ÜRETKEN BAKIM YAKLAŞIMI VE KONYA SANAYİNDE BİR UYGULAMA

Erdem EKİCİOĞLU

**Konya Teknik Üniversitesi
Lisansüstü Eğitim Enstitüsü
Endüstri Mühendisliği Anabilim Dalı**

Danışman: Doç.Dr. Mehmet Emin BAYSAL

2019, 109 Sayfa

Jüri

Doç. Dr. Mehmet Emin BAYSAL

Prof. Dr. Mehmet AKTAN

Prof. Dr. Orhan ENGİN

Toplam üretken bakım (TPM) yaklaşımı, firmalarda üretimin veriminin iyileştirilmesi ve üretkenliğin artırılmasında adına yapılan, firmadaki her bir bireyin iştirakini gerektiren üretim ve bakım konuları odaklı bir iyileştirme metodudur. Bakım aktiviteleri işletmeler için önemli bir maliyettir ve değişen piyasa şartlarına göre üretimin verimliliğini arttırmak adına üzerinde durulması gereken bir husustur. Bu vesile ile çalışmada bakımın tarihsel gelişimi, üretim verimliliğini arttırmak adına yalın üretim konuları ve TPM izah edilmiştir. TPM'nin verimliliğini ölçmek için sayısal ölçü metodu olarak tüm ekipman verimliliği ve tüm kaynak verimliliği yaklaşımları açıklanmıştır. TPM'nin işletmelerde kullanılması ile oluşturulması gereken sistemler ve TPM uygulaması ile firmada departman ve çalışan bazındaki etkileşimler incelenmiştir. Başarılı bir biçimde TPM uygulamasının adımları sunulmuş ve Konya bölgesinde yerleşik bir firmada model bir TPM uygulaması yapılmıştır. Yapılan TPM uygulaması neticesinde firmanın üretkenliğini etkileyen israflar tespit edilmiş, hedefler doğrultusunda gelişimler önceki dönemlere kıyasla gözlenmiş ve son olarak tavsiyeler sıralanmıştır.

Anahtar Kelimeler: Toplam Ekipman Yönetimi, Tüm Kaynak Verimliliği, Toplam Üretken Bakım, Yalın Üretim, Verimlilik

ABSTRACT

MS THESIS

**TOTAL PRODUCTIVE MAINTANENCE APPROACH AND AN
APPLICATION IN KONYA INDUSTRY**

Erdem EKİCİOĞLU

**Konya Technical University
Institute of Graduate Studies
Department of Industrial Engineering**

Advisor: Assoc. Prof. Dr. Mehmet Emin BAYSAL

2019, 109 Pages

Jury

**Assoc. Prof. Dr. Mehmet Emin BAYSAL
Prof. Dr. Mehmet AKTAN
Prof. Dr. Orhan ENGİN**

The Total Productive Maintenance (TPM) approach is an improvement method focused on manufacturing and maintenance issues that require the involvement of each individual in the firm, in order to improve the production efficiency and increase productivity of the firm. Maintenance activities are significant costs to businesses and should be emphasized in order to increase the efficiency of production according to changing market conditions. In this context, the historical development of maintenance in the workshop, lean manufacturing issues to increase production efficiency and TPM have been explained. To measure the productivity of the TPM, all equipment efficiency and all resource efficiency approaches are described as a numerical measurement method. The systems that need to be established with the use of TPM and the interaction between department and employee in the firm by TPM application are examined. Successful steps of TPM application were presented and a TPM application was made in a firm located in Konya region. As a result of the TPM application, the wastes that affect the productivity of the company have been determined, developments in line with the targets have been observed comparing to previous periods and finally the recommendations are listed.

Keywords: Total Equipment Management, Total Productive Maintenance, Overall Resource Efficiency, Lean Manufacturing, Productivity

ÖNSÖZ

Ulusal çapta kalkınmanın sağlanabilmesi için bütünü oluşturan her bir parçanın önemle ele alınması ve diğer parçalar ile olan ilişkisinin tespit edilmesi gerekmektedir. Ekonomik anlamda kalkınmış dünya ülkeleri ile rekabet edebilmek gayesi ile firmalara kendi sistemlerini ölçebilecekleri ve böylece yönetebilecekleri bir yaklaşım sunmak adına Toplam Verimli Bakım yaklaşımı izah edilmeye ve diğer endüstri mühendisliği yöntemleri kullanılarak nasıl iyileştirebilecekleri yorumlanmaya çalışılmıştır.

Bu çalışmam boyunca bana destek olan başta danışmanım Doç. Dr. M. Emin Baysal olmak üzere yüksek lisans eğitimimde emeği geçen tüm Konya Teknik Üniversitesi Lisans Üstü Eğitim Enstitüsü Endüstri Mühendisliği Ana Bilim Dalı'nda görevli öğretim görevlilerine ayrı ayrı teşekkürlerimi ve saygılarımı sunarım.

Araştırmanın sahası olan ve bir dönem çalışmakta olduğum firmanın tüm ortaklarına, çalışmamda tarafıma göstermiş oldukları sabır, iyi niyet ve yardımlarından dolayı; ayrıca ders dönemimde çalıştığım firmanın tarafıma gösterdiği desteklerden dolayı şükranlarımı sunarım.

Son olarak tüm öğrenim hayatım boyunca maddi manevi desteklerini esirgemeyen aileme, her daim yanımda olan sevgili eşime teşekkür ederim.

Erdem EKİCİOĞLU
KONYA-2019

İÇİNDEKİLER

ÖZET	iv
ABSTRACT.....	v
ÖNSÖZ	vi
İÇİNDEKİLER	vii
KISALTMALAR	ix
1. GİRİŞ	1
2. KAYNAK ARAŞTIRMASI	2
3. YÖNTEM VE MATERYAL.....	9
3.1. Yöntem.....	9
3.1.1. Üretimde Önemli Bir Faktör - Bakım.....	9
3.1.2. Maliyet Kalemi Olarak Bakım.....	9
3.1.3. Bakım Yönetimindeki Periyotlar ve Tanımları	10
3.1.4. Toplam Üretken Bakım (TPM) Hakkında	13
3.1.5. Tüm ekipman verimliliği (OEE).....	14
3.1.6. Toplam bakım sistemi.....	19
3.1.7. Çeşitli departman uygulamaları ve diğer stratejilerle ilişkisi	22
3.1.8. TPM'nin Şirketlerde Uygulanması	23
3.2. Materyal	28
3.2.1. Firma Tanıtımı ve Firmanın Genel İmalat Süreçleri	28
3.2.2. Genel İmalat Özellikleri.....	28
3.2.3. Makineler	33
3.2.4. Personel.....	34
3.3. TPM Uygulaması	34
3.3.1. Aşama 1: Hazırlık	35
3.3.2. Aşama 2: Başlangıç Uygulaması	54
3.3.3. Aşama 3: TPM Uygulaması.....	54
3.3.4. Aşama 4: TPM Stabilizasyonu	67
4. ARAŞTIRMA SONUÇLARI VE TARTIŞMA.....	68
4.1. M1 Makinesi Verileri.....	69
4.1.1. Toplanan İmalat Verileri.....	69
4.1.2. Kayıp Zamanların Dinamik Analizi	69
4.1.3. Hesaplanan ORE Değeri ve İyileştirme Oranları	70
4.2. M2 Makinesi Verileri.....	71
4.2.1. Toplanan İmalat Verileri.....	71
4.2.2. Kayıp Zamanların Dinamik Analizi	71
4.2.3. Hesaplanan ORE Değeri ve İyileştirme Oranları	72
4.3. M3 Makinesi Verileri.....	73
4.3.1. Toplanan İmalat Verileri.....	73

4.3.2. Kayıp Zamanların Dinamik Analizi	73
4.3.3. Hesaplanan ORE Değeri ve İyileştirme Oranları	74
4.4. M4 Makinesi Verileri.....	75
4.4.1. Toplanan İmalat Verileri.....	75
4.4.2. Kayıp Zamanların Dinamik Analizi	75
4.4.3. Hesaplanan ORE Değeri ve İyileştirme Oranları	76
4.5. M5 Makinesi Verileri.....	77
4.5.1. Toplanan İmalat Verileri.....	77
4.5.2. Kayıp Zamanların Dinamik Analizi	77
4.5.3. Hesaplanan ORE Değeri ve İyileştirme Oranları	78
4.6. M6 Makinesi Verileri.....	79
4.6.1. Toplanan İmalat Verileri.....	79
4.6.2. Kayıp Zamanların Dinamik Analizi	79
4.6.3. Hesaplanan ORE Değeri ve İyileştirme Oranları	80
4.7. Tüm Makinelerin Toplam Verileri	81
4.7.1. Toplanan İmalat Verileri.....	81
4.7.2. Kayıp Zamanların Dinamik Analizi	81
4.7.3. Hesaplanan ORE Değeri ve İyileştirme Oranları	82
4.8 Hedeflere Ait Sonuçlar ve Diğer Karşılaştırmalar.....	83
4.8.1. ORE Tasarrufları.....	83
4.8.2. Üretim Hızı Artışları ve Üretkenlik	85
4.8.3. Stok Miktarı Azaltma Tasarrufları.....	86
4.8.4. Arıza ve Kurulum Ayarlama Duruşları Sonuçları	88
4.8.5. Finansal Göstergelerdeki Sonuçlar	88
4.8.6. Hatalı Üretim ve Hurda Sonuçları	89
4.8.7. Kalite ve İş Güvenliği Sonuçları.....	90
4.8.8. Yatırım Giderleri ve Diğer Giderler	90
5. SONUÇLAR VE ÖNERİLER	93
5.1. Toplu Sonuçlar.....	93
5.2 Öneriler	94
KAYNAKLAR	96
EKLER	99
ÖZGEçMİş	100

KISALTMALAR

Kısaltmalar

- K_f: Tesisin Kullanılabilirliği (Availability of Facility - A_f)
K_m: Malzeme kullanılabilirliği (Availability of Material - A_m)
K_{ig}: İşgücü kullanılabilirliği (Availability of Manpower - A_{mp})
D: Kalıp Değişirme Verimi (Changeover Efficiency - C)
FM: Finans Müdürü
GM: Genel Müdür
HM: Hammadde Sorumlusu
JTBE: Japon Tesis Bakımı Enstitüsü (Japan Institute of Plant Maintenance - JIPM)
MDS: Mamül Depo Sorumlusu
MS: Muhasebe Sorumlusu
TEV: Tüm Ekipman Verimliliği (Overall Equipment Effectiveness - OEE)
OP: Operatör
TKV: Toplam Kaynak Verimliliği (Overall Resource Effectiveness - ORE)
P: Performans Verimliliği (Performance Efficiency - P)
PKS: Proses Kontrol Sorumlusu
PPM: Proses ve Planlama Müdürü
PU: Planlama Uzmanı
K: Kalite Oranı (Quality Rate - Q)
H: Hazır Olma (Readiness - R)
SM: Satınalma Müdürü
TGU: Tasarım ve Geliştirme Uzmanı
TKY: Toplam Kalite Yönetimi (Total Quality Management - TQM)
ÜM: Üretim Müdürü
TB: Tepkisel Bakım (Reactive Maintenance – RM)
ÖB: Önleyici Bakım (Preventive Maintenance – PreM)
ÜB: Üretken Bakım (Productive Maintenance – ProM)
TÜB: Toplam Üretken Bakım (Total Productive Maintenance – TPM)

1. GİRİŞ

Hayatta kalmanın rekabet ile sağlandığı günümüz üretim sektöründe müşteriler; ürün kalitesi, ürün teslim şekli ve zamanı, ürünün birim fiyatları konularına daha fazla odaklanmaya başlamışlardır. Bu durum firmaları ne üretildiğinden çok nasıl üretildiği sorusunun cevabı üzerine çalışmaya sürüklemiştir. Günümüzde yüksek rekabet bulunan iş ortamı, iyi yürüyen organizasyonları mükemmel değer oluşturmak adına maliyet verimliliği operasyonlarını geliştirmeye ve yeterliliklerini sürekli olarak arttırmaya itmiştir. (Enaghani ve ark., 2009). Hızlı değişen teknoloji ve pazar, üretim sektörlerindeki firmaların performanslarının maliyet düşürülmesi, kalite düzeyinin artırılması, teslim düzeyinin geliştirilmesi ve ekipman&insan kaynaklarına ait esnekliğin artırılması gibi yollarla iyileştirilmesi gerekliliğini meydana getirmektedir. (Lazim ve Ramayah, 2010). Sistemler içindeki bazı üretim noktalarında çoğunlukla tam kapasiteden daha az bir kapasite, düşük üretkenlik ve yüksek üretim maliyetleri ile üretim yapılmaktadır (Chan ve ark., 2005). Bu çerçevede bir firmanın rekabet edebilmesi için uyarlanabilen, fiyat konusunda rekabetçi, sorumlu ve pro-aktif, müşteri ihtiyaçlarını karşılayacak şekilde dünya standartlarında ürün teslim edebilen yapı ulaşması gerekmektedir.

Kaynakların israfını önlemek için üretim sistemleri ile ilgili olarak kaynak yönetimi konusunda çok önemli gelişmeler kaydedilmiştir. Çok sayıda firmada bu zamana kadar yapılan ve oldukça iyi sonuçlar elde edilen üretkenlikteki gelişimlere rağmen, hala makine ve ekipmanların faydalı hale getirilmesi ve daha iyi üretkenlik hedeflerine ulaşılması hususunda daha ortaya çıkarılması gereken potansiyeller bulunmaktadır (Eswaramurthi ve Mohanram, 2013). Kaliteyi ve üretkenliği arttırmak için başarılı örneklerine oldukça sık rastlanan bazı performans artırıcı yaklaşım ve uygulamaların firmalarca kullanılmaya karar verilmesi bu potansiyellerin ortaya çıkarılması için bir başlangıç sayılabilir. Bu uygulamaların organizasyona bütünleştirilmesi firmaları yalın yöntemlere yönlendirmektedir.

Toplam Verimli Bakım metodunun uygulandığı bu çalışmayı özgün kılan temel unsurlardan biri uygulamanın daha uzun bir periyoda yayılmış olması ve bu sayede verilerin daha net ve detaylı analiz yapılabilir hale getirilmesidir. Diğer bir önemli husus ise sonuçların yüzdesel değişim gözlenmesinin yanında kazançları nakdi olarak da gösterilmeye çalışıldığı finansal analizdir. Son olarak değinebilecek unsur ise TPM uygulama geçmişine ait firma pratiklerinin detaylandırılmış olmasıdır ki bu vesile ile diğer uygulama yapacak firmalara örnek teşkil etmesi amaçlanmıştır.

2. KAYNAK ARAŞTIRMASI

Park ve Han'nın (2001) yaptıkları çalışmada TPM uygulamasında başarılı olmak için anahtar faktörlerin sıralamasından bahsedilmiştir. Makalede, TPM'nin işletmelerde rekabetçilik üzerine olan etkileri araştırılmıştır. Bu çalışmanın amacı olarak başarılı TPM uygulaması için faktörlere ait bir kontrol listesi hazırlamak olduğu söylenmiştir. TPM uygulamasındaki başarının tanımlanmış kalıplarına sahip biçimi dahilinde sorulması gereken önemli sorunun: hangi faktörler uygulamaya katkı sağlamaktadır olduğu ileri sürülmüştür. Bu çalışmada türetilen bilgilerin sonucu üst düzey müdürlere, orta düzey müdürlere, iş müdürlerine, bakım müdürlerine, bakım teknisyenlerine, çalışanlara ve takım liderlerine TPM'nin nasıl uygulanacağına dair doğru bir algı elde etmek üzere tasarlanmıştır. TPM'nin uygulanmasındaki 4 faz olan hazırlık, öncül uygulama, TPM uygulaması, TPM stabilizasyonu aşamaları irdelenmiştir. TPM'nin başarılı bir biçimde uygulanması için firma hazırlıkları olarak ele alınması gereken faktörler bir kontrol listesi şeklinde çerçeve edilmiştir. Özet olarak TPM'nin bu başlıkta operatörler, bakım teknisyenleri, mühendisler, tasarımcılar ve planlamacıların OEE'yi maksimize etmek için bir takım gibi çalışması gerektiğinden bahsedilmiştir ve tavsiyelerde bulunulmuştur. TPM'in uygulamasındaki anahtar faktörler olarak kültürel değişim, farkındalık ve yardımlaşma, koordinasyon, iletişim ve işbirliği 5 model firma ile tartışılmış ve neticeleri tablolandırılmıştır. Daha önceden bahsedilen maliyet, teslim, esneklik, kalite rekabet ölçülerindeki TPM'in katkısı ele alınmış ve müdürlere tavsiyeler ile bölüm sonlandırılmıştır.

Sun ve ark. (2003)'nin yaptığı çalışmada, Hong Kong'lu bir üretim firmasının içinde bulunduğu gelişmiş üretim çevresi göz önünde bulundurularak TPM'nin pilot bir uygulaması ve değerlendirmesi kaydedilmiştir. Çalışmanın yapıldığı şirketin çalışanlarının, TPM'nin bir Japon metodu olduğu ve Hong Konglu insanlar için uygun olmayacağı şeklindeki tereddütlerinden dolayı şirkette gelişmiş bir model makine üzerinde pilot uygulama yapılmasına karar verildiği söylenmiştir. M firmasındaki bu makine seçilirken göz önünde bulundurdıkları bir kaç kriteri şu şekilde sıralamaktadırlar: Dar boğaz prosesi olan makine, işletmede benzeri bulunmayan önemli makine de düşük kullanılabilirlik ya da düşük değerdeki hatalar aralarındaki ortalama zaman (MTBF). Model uygulanması için hedefler belirlenmiş ve MTBF&MTBA'nın gerçek değerinin hesaplanabilmesi için bilgisayar destek üretim (CIM) teknikleri, makinenin bazı otomatik veri sağlayan özellikleri ve endirekt hesaplama işlemleri kullanılmıştır. İki müdahale

arasındaki ortalama ürün (MUBA) formüle edilmiş ve haftalara göre bu veri değerlendirilmiştir. Sonuç olarak Hong Kong firmalarında bu modelin kullanılabilceği izlenmiş ve bu yaklaşımdaki başarının, üretim personelinde TPM'nin gerçekten çalıştığına inanmalarına vesile olduğu kaydedilmiş ve TPM'nin başarısına katkısı olan 6 maddelik görüş bildirisi yapılmıştır.

Eti ve ark. (2004)'a göre fiziksel varlıklara ve üretim sistemlerine ait bakım yönetiminin son yıllarda oldukça ilerlediği ve bu sayede enerji-kaynak israfının azaltıldığı kaydedilmiştir. Çalışma Nijerya'daki üretim endüstrilerinde bir strateji ve performans iyileştirme kültürü olarak TPM'in uygulanabilme yollarını araştırmaktadır. Buna bağlı olarak çalışmada TPM uygulamasından önce arzu edilen oto-kontrol ve kıyaslama ön koşullar olarak sunulmuştur. Nijerya'daki birçok sanayi tesisinde üretimin, yıla ait nominal çalışma saatleri içerisinde %50'den düşük bir üretkenlikle yürütüldüğü ifade edilmiş ve ardından TPM konseptinin tesis bakım aktivitelerine başarılı biçimde uygulanabilmesi için gerekli adımlar sıralanmıştır. Bu adımlar içerisindeki spesifik yaklaşımları (kıyaslama gibi) çeşitlendirerek örnekler verilmiştir. Makalenin sonlarına doğru olası sistem kayıtları ve nedenleri incelenmiş bunlar hakkında çıkarımlar yapılmıştır. Sonuç olarak yapılan tüm tanım, açıklama ve çıkarımlar ile Nijerya sanayisinin iyileştirilmesine katkı sağlaması gerektiği ifade edilmiştir.

Chan ve ark. (2005)'a göre yarı iletken malzeme üretim sektörü koşulları gün geçtikçe zorlaşmakta ve bu sebeple kaliteyi ve üretkenliği devamlı arttıracak bir yaklaşımın kullanılması gerekmektedir. Makalenin amacının elektronik malzemeler üreten bir firmada TPM programının uygulaması ve verimliliği üzerinde çalışmak olduğu belirtilmiştir. TPM teorisinde bulunan ve bulunmayan ancak pratikte yaşanan görüşlere yer verilmiştir. TPM adaptasyonundaki zorluklar ve gerçekleştirme sırasında karşılaşılan problemler tartışılmış ve analiz edilmiştir. Elektronik malzeme üreten bir firmada model bir makine seçilerek TPM uygulaması yapılmıştır. Şirkette TPM için atılan adımların şirketteki realizasyonu paylaşılmıştır. Ayrıca bireysel olarak çalışanlar ve şirket için soyut ve somut yararlar sıralanmıştır. TPM uygulaması esnasında meydana gelen engeller ve problemler araştırılmıştır. Son olarak TPM uygulamasında başarıya götüren faktörler tespit edilmiştir.

Thun'ın (2006) kaleme aldığı çalışmada TPM'nin dinamik gereksinimleri analiz edilmiştir. . Bir sistemin dinamik modeline ait bakım sisteminin ana performans ölçüsü olan OEE üzerine bakım önleme ve önleyici bakımın etkileri değerlendirilmiştir. Yapılan çalışmanın TPM'nin dinamik davranışlarını daha iyi anlamaya katkı sağlayacağı

belirtilmiştir. Üretim sistemlerindeki bakım çeşitleri ele alınmıştır. Tepkisel bakım ve önleyici bakımın tanımları ve bunların sisteme olan etkileri irdelenmiş, bakım departmanının bunlardan etkilenme durumları ele alınmıştır. Tanımla yapılan ve TPM'nin dinamiklerinde bulunan bakım modülleri üzerine kurulan modelin simülasyonu baz alınarak kritik bakış açıları tanımlanmış olduğu söylenmiştir. Bu şekilde değişik senaryolar ile simülasyon çalıştırılmış ve sonuçları irdelenmiştir. TPM'de istenilen amaca ulaşılabilmesi için yönetsel gereksinimler göz önünde bulundurularak dikkatli biçimde yönetilmesi gerektiği ifade edilmiştir. Yöneticilerin, bakım sistemi dâhilinde var olan bağlılıklara dikkat etmesi gerektiği tavsiye edilmiştir. Bununla bağlantılı olarak firmaların TPM uygulamalarına başlamadan önce bu modeli bir simülasyon aracı olarak kullanabileceği söylenmiştir.

Wang'ın (2006) yönettiği çalışmada TPM performansının belirli firmalar arası mukayesesi yapılmış ve bu sayede gruptaki firmaların TPM performanslarını geliştirmesi için tavsiyeler oluşturulmuştur. Verimlilik puanı veri zarflama analizi (DEA) ile hesaplanmış ve çoklu regresyon modeli ile tahmini bir model elde edilmiştir. Bu modelin TPM uygulama performanslarının kontrol edilmesi adına beklenen verimlilik puanı elde edilmesinde kullanılabileceği ifade edilmiştir. Veriler 1996-1999 yılları arasında TPM ödülü alan 279 firmaya gönderilen mailer sayesinde toplanmış ancak %19'luk (53 firma) geri dönüş elde edilmiştir. Bu ölçüde 3 girdi ve 4 çıktı ile DEA için gerekli olan tanımlamalar yapılmıştır. Çoklu regresyon analizi ve tahmin modeli için Minitab (2000) kullanılmıştır. Sonuç olarak firmaların bu çoklu lineer regresyon modelini kullanarak tahmini bir verimlilik skoru elde etmek adına TPM uygulamasının verimliliğinin görüntülenmesini sağlayabilecekleri ileri sürülmüştür.

Ahuja ve Kumar (2009)'ın yaptığı çalışmada TPM aksiyonlarının rekabet gerektiren üretim sektörlerine olan etkisini araştırmıştır. Uygulama için ihtiyaç duyulan gereksinimler Hintli bir üretici (TATA – hassas çelik boru imalatı) üzerinden temin edilmiş ve incelemiştir. Çalışma sayesinde TPM'nin organizasyonel hedeflere olan katkısı ve stratejik bir plan olarak global mücadelelere karşı sağladığı faydalar irdelenmiştir. Stratejik TPM uygulamasının sonuçları; üretkenlik (ton/ay), üretkenlik (ton/adam/yıl) bütün ekipmanlardaki verimlilik, ekipmanlardaki bozulma ve hata oranındaki azalma, müşteri şikâyetlerindeki azalma, teslimatlardaki uygunluk-uyum, yönetilen kârdaki artış, ret hususundaki azalma oranı, gerçekleşen büyük kaza sayısı, gerçekleşen ufak kaza sayısı, işletmenin ürün verimindeki artış, değişken maliyetlerdeki

azalma, yarı mamul stokundaki azalma, çalışan tavsiye ve katılımı başlıklarında sayısal değerler yardımı ile incelenmiştir.

Enaghani ve ark. (2009)'na göre TPM bir metot, yalın üretim ise bir felsefedir. Kaleme aldıkları çalışmada TPM ve yalın kavramları tekrar edilmiş; ünlü firmaların TPM'i uygulamadaki tecrübelerinin, başarılarının, problemlerinin ve karşılaştıkları zorlukların üzerinde çalışılarak Yalın Üretim ve TPM uygulamasına yönelik en iyi tutum hakkında bir reçeteye ulaşılmıştır. Çalışmalarının ilk bölümlerinde yalın üretim ve TPM üzerine teorik çerçeve çizilmiş ve yalın üretim araçları, TPM uygulamaları hakkında bilgi verilmiştir. Metot olarak İsveç ve İran firmaları arasından TPM ve yalın üretim uygulaması yapmış firmaları ziyaret ederek görüşmeler yapıldığı söylenmiştir. Daha iyi sonuç almak ve veri toplam adına firmalara TPM ve yalın üretim uygulamalarındaki deneyimleri hakkında sorular içeren bir anket doldurtulmuştur. Uygulama olarak bir İsveç firması ve bir İran firmasında TPM ve yalın üretim uygulama adımları izah edilmiş, uygulama esnasında elde edilen tecrübeler ve elde edilen başarılar paylaşılmıştır. Son olarak TPM ve yalın üretim karşılaştırması yapılmış ve her ikisi içinde başarının yüksek bir oranda eğitime dayandığı, hata önleme ve problem çözmenin yalın üretim ve TPM uygulamalarında üzerinde durulması gereken yetenekler olduğu ve bu hususlara eğitim programlarında mutlaka önem verilmesi gerektiği söylenmiştir.

Lazim ve Ramayah (2010)'a göre hızlı değişen teknoloji ve pazar, üretim sektörünün performansını maliyet düşürme, kalite ve teslim düzeyinin artırma ve ekipman&insan kaynakları esnekliğini yükseltme yolu ile iyileştirme gerekliliğini ortaya çıkarmaktadır. TPM stratejisinin, aktiviteleri ekipman verimliliğinin maksimize edilmesi, kaliteyi arttırmak için sürekli iyileştirme eylemlerinin yapılması (kaizen), güvenliğin artırılması, maliyet azaltılması ve TPM'yi kuran takım moralinin artırılması için eylemleri içerdiği belirtilmiştir. Araştırmanın dizaynı ve metodolojisi göz önüne alındığında, Malezya'daki üretim firmaları üzerine odaklanmış bir kesitsel çalışma olduğu söylenebilir. Çalışmanın, TPM pratiklerinin boyutunun incelenmesi ve TPM pratikleri ile üretim performansı arasındaki ilişkinin irdelenmesi için yürütüldüğü ifade edilmiştir. Örneklem tekniği olarak uygun tabakalı rastgele örnekleme (proportionate stratified random sampling) kullanılmış ve gerekli olan örnek büyüklüğünün belirlenmesinde Gay ve Diehl tarafından önerilen adımlar tercih edilmiştir. Bu çalışmanın ölçüleri birçok kaynaktan alınmıştır. Örneğin TPM takımı yaklaşımı Brah ve Chong (2004)'dan alınmış ve buna göre adapte edilmiştir. TPM stratejisi oluşturulması için Eti (2004)'den ve Brah ve Chong (2004)'dan faydalanılmıştır. 8 madde yardımıyla ölçülen

otonom bakım ve 5 madde yardımı ile ölçülen planlanmış bakım McKone ve Weiss (1998)'e ve Brah ve Chong (2004)'a göre uyarlamıştır. 1000 adetten fazla anket talebine 167 adet anketin geri döndüğü ve sadece 106'sının (%10,06) kullanılabilir bir cevap halinde geldiği ifade edilmiştir. Faktör analizlerinden sonra güvenilirlik testi Varimax rotasyonu ile yürütülmüştür. Değerler bulunmuş, Cronbach değerine göre karşılaştırılmış ve ilerleyen analizler için bu değişkenlerin kullanıldığı ifade edilmiştir. Belirlenen 4 TPM (TPM stratejisi – TPM takımı – otonom bakım – planlı bakım) pratikleri üzerinden yapılan analizlerden elde edilen veriler yorumlanmıştır.

Pehlevan (2010) tezinde TPM ve veri zarflama analizi hakkında literatür taraması yaptıktan sonra IZOCAM'da EPS kalıp makinelerinin veri zarflama analizi ile birbirine kıyaslamasını yapmıştır. Bu yolla daha az etkin olan makineleri tespit etmiştir. Analiz için LINDO programı kullanılmıştır. Etkinliği bu yolla ölçülen makinelerin daha etkin hale gelebilmesi için modelde kullanılan sayısal değerler göre artış veya azalışlar irdelenmiştir. Bu azalış ve artışlar için TPM yaklaşımındaki temel prensiplere göre iyileştirmelerin yapılabileceği dile getirilmiştir.

Jeon ve ark. (2011)'na göre TPM'den faydalanmanın ön koşulu, TPM aktivite performanslarının ölçülmesidir. Yazılan makalede TPM uygulama proseslerinin tamamı göz önünde tutulmuş ve TPM uygulama verimliliği veri zarflama analizi (DEA) metodu kullanılarak ölçülmüştür. Organizasyonel görevlerin tamamlanabilmesi için giderek kullanımı yaygınlaşan self-directed work team (SDWT) metodu analizin bir parçası olarak kullanılmıştır. Wang (2006)'ın TPM verimliliğini ölçme denemesinde DEA analizi kullandığı ancak yetersiz olduğunu ve bazı limitlerin geliştirilmesi gerektiğini ileri sürülmüştür. Bu yaklaşımla TPM aktivitelerini, kurduğu modele dâhil etmiştir. TPM'nin önceki çalışmalar göz önünde bulundurularak 3 aşamada sınıflandırılabilceği belirtilmiştir. Bu aşamaların TPM girdileri – ara çıktıları – nihai çıktıları olduğu belirtilmiştir ve bu sınıfları oluşturan elemanlar sıralamıştır. Analiz ve sonuçlar olarak belirlenen 3 aşamalı metod 150 SDWT üzerinden DEA ile ölçülerek yürütülmüş ve sonuca varılmıştır. Çıkan sonuçlara göre SDWT'ler üç aşamanın verimlilik skorlarına göre gruplandırılmıştır: Eylem-amaçlı grup, sonuç-amaçlı grup ve tüm-verimli grup. Bu çalışmanın bulgularının bir firmanın TPM uygulamasını daha verimli biçimde yönetmesi için fayda sağlayacağı söylenmiştir.

Bingöl (2012)'ün tezinde örgüt kültürüne olan etkisi ele alınmak üzere TPM üzerine çalışılmış ve uygulaması yapılmıştır. Yapılan çalışmada örgüt kültürü hakkında bilgiler vermiş ve yönetim yaklaşımları irdelenmiştir. Araştırmada örgüt kültürü modeli

olarak Denison modeli kullanmıştır. Ardından TPM üzerine literatür taraması yapılmış ve kavramı-gelişimi-faaliyetleri şeklinde TPM incelenmiştir. Araştırma ile kazanılan veriler sunulmuş ve üzerine analiz yapılmıştır. Yapılan anket neticeleri paylaşılmış ve TPM'nin örgüt kültürü üzerine etkisi araştırılmıştır.

Eswaramurthi ve Mohanram'a (2013) göre günümüzde yüksek rekabetçi iş ortamında bulunan ve iyi konumda olan organizasyonlar, müşteriler için mükemmel değer oluşturmak adına maliyet verimliliği operasyonlarını geliştirerek yeterliliklerini sürekli olarak arttırmaya çabalamaktadırlar. Çalışmada TPM'nin verimliliğini ölçmek için kullanılan tüm ekipman verimliliği (OEE) yaklaşımının yerine ilave faktörlerle tüm kaynak verimliliği (ORE) geliştirilmiştir. Makalede bir üretim hattında ORE'nin değerlendirilmesi için vaka çalışması sunulmuştur. Önerdikleri ve şuanda kullanılan verim hesaplama metodundan farklı olan metot için yeni faktörler şu şekilde sıralanmıştır: Hazır olma, tesisin kullanılabilirliği, değişim verimliliği, malzeme kullanılabilirliği, insan kullanılabilirliği. Böylece kullanılan OEE modifiye edilerek ORE metoduna döndürülmüştür ki bu yeni metotta kaynaklar (insan, makina, malzeme, metot) ile ilgili kayıplar ayrı ayrı gösterilmiştir. Sonuç olarak ORE'nin performans ölçümünde kullanılması için sunulduğu ve dünya standartlarına ulaşılabilmesi için ORE'nin değişik düzeylerde bir kıyaslama olarak kullanılabileceği ifade edilmiştir.

Jain ve ark. (2014)'nin kaleme aldıkları çalışmada çeşitli firmalardaki TPM uygulama pratikleri üzerine bir literatür taraması yapılması ve bu sayede araştırmacıların ve uygulamacıların bakış açıları arasındaki boşluklar hakkında öneri sunulması amaçlanmıştır. Çalışmada TPM gelişimi hususunda bilgi verilmiş, TPM'in sekiz sütunundan bahsedilmiş ve TPM'i karakterize eden beş ana faktör açıklanmıştır. Ekipman verimliliği noktasında bilgiler paylaşılmış, TPM'in direkt ve endirekt faydaları sıralanmıştır. TPM ödülü kazanan ülkeler hakkında istatistiki bilgiler verilmiş, TPM ve uygulaması ile alakalı sistematik bir literatür taraması yürütülmüştür. Sonuç olarak 1988'den 2014 yılına kadar olan 148 adet makale sınıflandırılmış ve büyük-orta-küçük işletmeler için karşılaştırmalı bir rapor sunulmuştur.

Bekar ve ark. (2016) TPM performans ölçümü için Bulanık Copras yönetimini kullanmış ve karşılaştırmalı bir analiz yapmıştır. Yaptıkları literatür taramasından sonra OEE analizinin TPM uygulamasının ölçümü için yetersiz kaldığı ifade edilmiş ve bu nedenle bulanık ortamdaki TPM uygulama etkinliğinin ölçülmesine yönelik yeni performans ölçümleri geliştirmeyi ve değerlendirmeyi hedeflemişlerdir. Çalışmada ilk önce TPM ile alakalı literatür taranmış, TPM üzerine yapılan araştırmaların

sınıflandırılması çizelge halinde gösterilmiştir. Önerilen TPM verimlilik sistemi üç ana faza bölünmüş ve yeni performans ölçüm sistemi geliştirildikten sonra bu sistemin değerlendirilmesi için çok kriterli karar verme (multi criteria decision making – MCDM) problemlerinin kesin olmayan (belirsiz) bilgiler altında ele alınması amaçlanmıştır. Copras-G metodu tarif edilmiş ve TPM üzerinde etkisi olan performans ölçütleri tanımlanmıştır. Tanımlanan performans ölçütlerinin istatistiksel olarak anlamlı olup olmadığının belirlenmesi için deneysel tasarıma dayanan bir MCDM tekniği (conjoint analysis) kullanılmıştır. TPM performansının ölçütlerinin değerlendirilmesi için geliştirilen Copras-G metoduna ilişkin sekiz adım aktarılmış, sonuçlar paylaşılmış ve önerilen yöntemin TPM’de geliştirilen performans ölçütlerini değerlendirmek için sezgisel, karasız bulanık kümeler veya nötrosofik kümeler kullanılarak genişletilebileceği dile getirilmiştir.

Candra ve ark. (2017) Endonezya’da bir tabaka kesim hattında vaka analizi çalışması olarak TPM’in değerlendirmesini yapmaya çalışmıştır. Eserlerinde TPM, OEE, altı büyük kayıp, korelasyon ve regresyon hususlarında literatür taraması yapılmıştır. Ocak 2016 yılından Ekim 2016 yılına kadar çalışma için seçtikleri pilot hatta ilişkin OEE verileri toplanırken birincil ve ikincil olarak sınıflandırılma yapılmıştır. Araştırma, verilerin işlenmesi ve problemin çözülmesi adımlarıyla sonuca ulaştırılmıştır. Sonuçta pilot hat için 10 aylık üretim verileri paylaşılmış ve OEE skorları belirlenmiştir. Büyük kayıplara ilişkin veriler detaylandırılmış ve SPSS 20 kullanılarak bir korelasyon ve regresyon testleri yapılmıştır. Bu bağlamda OEE skorunun gelecekteki değişimini tahmin etmek için bir regresyon denklemi geliştirilmiştir.

Ersöz ve ark. (2018)’nın yaptığı çalışmada ele aldıkları demir çelik fabrikasında pilot hat olarak seçtikleri bir istasyonu TPM uygulaması ile daha etkin ve verimli hale getirmeyi hedeflemişlerdir. Çalışmada TPM uygulamaları üzerine literatür özeti yapılmış ve TPM’in genel, gözle görülen ve görülmeyen faydalarından bahsedilmiştir. Yaptıkları uygulamada OEE analizi kullanmış ve OEE değerlerini hesaplayan bir takip sistemi geliştirmişlerdir. Arıza sürelerinin azaltılması için iyileştirme çalışmaları yürütülmüş ve yapılan çalışmalar doğrultusunda belirledikleri zaman dilimlerinde elde edilen performans değerlerini göstermişlerdir.

3. YÖNTEM VE MATERYAL

3.1. Yöntem

3.1.1. Üretimde Önemli Bir Faktör - Bakım

Ekonomik değer ihtiva eden herhangi bir mamulün veya hizmetin üretilebilmesi için sermaye yatırımı gerekmektedir. Bu yatırımların üretkenlik becerileri, firmanın ulusal ve uluslararası alanda rekabet performansını etkileyen en önemli başlıklardandır. Günümüzün dinamik ortam koşullarında güvenilebilir bir üretim sistemi rekabetçilik için kritik bir faktör olarak görülmelidir (Brah ve Chong, 2004). Üretim güvenilirliğini sağlama adına bu dinamik iş ortamlarında bakım daha zor ve sınavcı bir hal almıştır (Lazim ve Ramayah, 2010). Bakım, operasyon yönetimindeki önemli kararlardan biri olarak algılanmaktadır (Krawjeski ve Ritzman, 2002; Heizer ve Render, 2009; Russell ve Taylor, 2009; Lazim ve Ramayah, 2010). Eti ve ark. (2004) tarafından bakım, fiziksel sistemlerin uygun çalışmalarının muhafaza edilmesi olarak kabul edilmiş ve bu yüzden bakımın firmada neyi yapmak için tasarlanmışsa onu yapmaya devam edeceği belirtilmiştir. Bakımın işlevi ve performansının sadece birim maliyet ve enerji kullanımındaki verimlilik çıktıları olarak göz önünde bulundurulmaması, ayrıca nihai ürün kalitesi, proses kontrolü, çalışan personelin ulaştığı konfor ve koruma düzeyi, çevre koruma yönetmeliklerine olan uyum, yapısal bütünlük ve hatta sistemin fiziksel görünümü gibi diğer faktörlerinde birer işlev ve performans göstergesi olarak algılanması gerekir (Eti ve ark., 2004). Bu sebeptendir ki bakım firmanın iş kalitesi ve iş karlılığına önemli ölçüde katkı sağlamaktadır. Bakım fonksiyonlarının yönetimindeki yetersizlik; çıktıların düşmesi, teslim sürelerine uyulamaması, stokun artması gibi bazı noktaların da bir nedeni olarak görülebilir. Stratejik karar olarak bakım algısı; tüm potansiyel ekipman yıpranmaları, hataları, bozulmaları ve duraksamaları ortadan kaldırılabilecek şekilde neticelenmektedir (Lazim ve Ramayah, 2010).

3.1.2. Maliyet Kalemi Olarak Bakım

Daha önce de vurgulandığı üzere mamul veya hizmet üretmek adına gerçekleştirilen sermaye yatırımlarının bakımı, muhtevasında çokça tekrar eden ve oldukça büyük ölçekteki giderlere neden olmaktadır. Örneğin 1991 yılında DuPont firmasının bütün tesislerinde yapmış olduğu bakımın maliyeti o seneki kârı ile hemen hemen eşit noktadır. Bakım maliyetleri esasen üretim şekli ve sektöre göre değişiklik göstermesine rağmen Mobley (1990) tarafından kaleme alınan bir çalışmada işletmelerdeki toplam üretim maliyetlerinin %15'den %60'a kadar olan kısmı fabrikadaki bakım aktiviteleri giderleri olarak tespit edilmiştir. Gıda üretimi ile alakalı firmalarda

ortalama bakım gideri üretilen ürünün %15'ine tekabül ederken, demir çelik ve diğer ağır metallere iştiğal eden firmalarda bu değeri %60'a kadar çıkmaktadır. Bu tespiti destekler nitelikte, firmaların her geçen yıl ve dönem bakım maliyetlerinin arttığını gösteren başka bir çalışma Wireman (1990) tarafından gerçekleştirilmiş ve belirli şartlara göre sınıflandırılan bir grup firmanın 1979'daki 200 milyar dolarlık bakım maliyetinin 1989'da 600 milyar dolara çıktığı ifade edilmiştir. Bu bağlamda bakım fonksiyonlarına ayrılan sermaye ve iş gücü payının büyümesi, firmaların entegre üretim sistemlerine olan ihtiyacını arttırmaktadır. Entegre üretim sistemlerine olan ihtiyacın sebepleri olarak; rekabetin katı biçimde maliyet kontrolünü talep ediyor olması, fiziksel açıdan otomasyonun yüksek kullanılabilirlik ve güvenilebilirlik gerektiriyor olması ve üretim anlayışı olarak proses odaklılığa olan ilginin büyümesi sıralanmaktadır (Park ve Han, 2001). Yine son on yılda bakım teknolojileri ile buluşmanın arkasında yatan tek sebep artış gösteren ve toplam üretim maliyetini etkileyen bakım maliyetlerini azaltma isteğidir (Park ve Han, 2001). Bu sebeple bakımın artık firmalar tarafından bir harcama olarak algılanmaması, üretim için bir yatırım olarak görülmesi gerekmektedir. Bakım için yapılan yatırım; bir firmanın maliyet düşürme, kalite düzeyini artırma, güvenilebilirliği yükseltme, esnek bir proses anlayışına sahip olma, teslim düzeyini ve zamanını iyileştirme, insan ve ekipman koordinasyonunu geliştirme adına yaptığı ana eylemlerden biridir. Bakım bütçeleri; fabrikanın kullanılabilirliği, ürün kalitesi, güvenlik gereksinimleri ve tesis maliyet-verimlilik derecesi konularındaki rolü sebebi ile firmalar tarafından belirlenen ve yönetilen maliyet bütçeleri içinde önemli bir kısım teşkil etmektedir (Chan ve ark., 2005).

3.1.3. Bakım Yönetimindeki Periyotlar ve Tanımları

Aşağıdaki alt başlıklarda bakım yönetimine ait geçmiş dönemlerden günümüze kadar gerçekleşen gelişim periyotları ve bu gelişmelere ait tanımlamalar izah edilmeye çalışılmıştır.

- Tepkisel Bakım TB (Reactive Maintenance – RM)

1950'li yıllardan önceki bakım faaliyetleridir. Faal hale getirme bakımı olarak karakterize olmuşlardır. Bu dönemde dayanıklılık gereksinimleri veya ekipman hatalarını engelleme hususlarına az da olsa ilgi gösterilmiştir. Genel olarak bu sistemde yapılan veya tamir edilen ekipmanların özellikleri, dayanıklılık veya bütün sisteme olan uygunluğu göz önünde bulundurulmadan her bir parçaya özel olarak belirlenmiş gereksinimleri içermektedir.

- Önleyici Bakım ÖB (Preventive Maintenance – PreM)

İkinci periyot, eldeki ekipmanların bozulmalarını engellemek ve tamir sürelerini düşürmek için en iyi metodun belirlenmesi adına yapılan analiz yöntemlerini içeren önleyici bakım periyodu olarak görülebilir. Bu yaklaşım 2. Dünya Savaşı sırasındaki askeri ekipman endüstrisindeki ihtiyaç neticesinde ortaya çıkmıştır. Ekipmanların yenisi ile değişimlerinin ve tamir edilmelerinin ekonomik verimlilikleri üzerine durulmuş ayrıca aksaklıklar arası ortalama zamanın azaltılması için ekipman dayanıklılıklarının geliştirilmesi hususu ele alınmıştır.

- Üretken Bakım ÜB (Productive Maintenance – ProM)

Üçüncü periyot üretken bakım olarak isimlendirilen, 1960'lı yıllarda dayanıklılık, bakım ve tesis dizaynının öneminin fark edilmesi ile ortaya çıkan bir yaklaşım olarak ayrılmıştır. General Electric Firması 1950'lerde üretken bakıma ön ayak olmasına rağmen bu yaklaşım 1960'lı yıllara kadar popülerite kazanmamıştır (Hartmann, 1992). Ayrıca üretken bakım konsepti 1950'li yıllarda Japonya'da da geliştirilmişti (McKone ve Weiss, 1998).

Üretken bakım 3 anahtar elemente sahip olup bunlar şu şekildedir:

- ❖ Bakım engelleme: Ekipmanın tasarımı ile
- ❖ Bakım iyileştirme: Ekipmanların bozulmalarını engellemek ve bakımını kolaylaştırmak adına modifiye edilmesi ile
- ❖ Önleyici bakım: Ekipmanların periyodik denetimi ve tamiri ile

- Toplam Üretken Bakım TÜB (Total Productive Maintenance – TPM)

Son dönemlerdeki periyot Toplam Üretken Bakım (TPM) olarak adlandırılmaktadır. TPM resmi olarak 1970'li yıllarda Japonya'da ortaya çıkmıştır. TPM'nin tarihi 1969 yılında Nippon Denso Firması'nın TPM uygulamasına önder olması ile başlamıştır (Nakajima, 1988; Lazim ve Ramayah, 2010). Seiichi Nakajima (Japon Tesis Mühendisleri Enstitüsü başkan yardımcısı – Japon Tesis Bakımı Enstitüsü - JTBE) Japonya'nın genelinde TPM'nin kullanılmasına, geliştirilmesine ve devamlılığının sağlanmasına katkıda bulunmuştur. Bu vesile ile kendisi TPM'nin babası olarak bilinir. 1971'de JIPE tarafından tanımlanan TPM amacı şöyledir:

TPM; ekipmanların tüm ömrü süresince, bunlarla ilgili alanları (planlama, kullanım, bakım, vs...) içine alacak şekilde kapsamlı bir üretim-bakım sistemi kurularak ekipman verimliliğini (tüm genel verimlilik) maksimize etmek

ve en üst yönetimden sahadaki işçiye kadar bütün çalışanların katılımı ile motivasyon yönetimi veya gönüllü gruplar üzerinden üretken bakımın geliştirilmesi için dizayn edilmiştir (Tsuchiya, 1992; McKone ve Weiss, 1998).

1980'li yıllarda Amerika Birleşik Devletleri'nde popüler olmaya başlayan TPM'nin kullanılmasındaki sebeplerinden biri olarak genellikle TPM'yi başarılı bir şekilde gerçekleştirmiş ve tesis verimliliğini arttırmış rakip firmalar kanalı ile gelen baskı ele alınabilir. Özellikle bu rakip gruplardan birisi olan Japonlar, başarılarında bakımın kritik bir rol oynadığını kanıtlamışlardır. Başarılı uygulamalar ile sektörde daha rekabetçi konuma gelen firmalar ister istemez sektördeki diğer firmaların da bu yöntemleri kullanması için baskı oluşturmuştur. Japonya'daki başarılı uygulamalar TPM'nin popüler olmaya başlamasındaki tek etken değildir. Değişen üretim sistemleri ve üretim yaklaşımlarının bakımın önemini her geçen gün arttırmasının yanında müşterilerin daha ucuza, daha kısa teslim zamanına ve daha kaliteli ürüne odaklanmaları sebebiyle firmaların Tam Zamanında Üretim, Toplam Kalite Yönetimi ve Çalışan Katılımı gibi programlara olan ilgisinin büyümesi önemli etkenler olarak sıralanabilir. Bahsedilen müşteri isteklerinin karşılanmasında üretim yaklaşımları olarak kullanılacak programlar, tesisin tümünü kapsayacak şekilde daha güvenilir ve istikrarlı ekipmanlara ihtiyaç duymaktadır. Müşterilerin istekleri ve proseslerin birbirleri ile olan alakası arttığı sürece verimli bakım stratejilerine olan ihtiyaç da artacaktır (McKone ve Weiss, 1998).

1971 yılında Seçkin Tesis Ödülü veya PM Ödülü'nü alan ilk firma Nippon Denso Firması'dır (Nakajima, 1988; Lazim ve Ramayah, 2010). 1971 ve 2000 yılları arasında (30 yıl) 1276 fabrika başarılı TPM gerçekleştirmeleri sebebi ile ödül almıştır (Ahuja ve Kumar, 2009). Jain ve ark. (2014) Hindistan Endüstri Konfederasyonu resmi sitesine dayandırarak 2005 yılından 2012 yılına kadar toplamda 1005 TPM ödülünün ülkelere göre dağılımını gösteren bir tablo paylaşmışlardır. Buna göre en fazla ödül alan ülkeler 279 ödül ile Japonya, 156 ödül ile Hindistan, 96 ödül ile Tayland, 50 ödül ile Tayvan ve 45 ödül ile Türkiye'dir. Sanayisi gelişmiş ülkelere bakıldığında ise Çin 41 ödül, Fransa 39 ödül ve Almanya 22 ödül, ABD 18 ödül, İtalya 14 ödül, İngiltere 7 ödül almıştır.

Rekabetçi olma vasfı, firmaların sağladıkları servisi devam ettirmeleri ve sektördeki yerlerini korumaları için günümüz piyasalarında oldukça önem kazanmıştır. Servis sağlanan pazar artık seçici hale gelmiş ve alışlagelmiş eski pazar anlayışı nüfuzunu kaybetmeye başlamıştır. Müşteriler ürünün kalitesi, teslim şekli ve zamanı, birim fiyatı gibi konulara daha fazla yoğunlaşmış ve satın alma alışkanlıklarını artık bu yönde geliştirmeye başlamışlardır. Böyle bir durumda firmaların piyasadaki rakipleri

arasından sıyrılabilmek için müşterilerin geliştirmiş olduğu yeni satın alma alışkanlıkları üzerine daha fazla çalışması ve ürünün nasıl üretildiği konusunu gündeme alması gerekmektedir.

3.1.4. Toplam Üretken Bakım (TPM) Hakkında

Modern üretim sistemleri, başarılı ve dünya klasmanında bir üretim anlayışına sahip olunabilmesi için üretken ve verimli bakımı zorunlu kılmıştır. Bakım verimliliğinin artırılması için kullanılan yollardan biri de TPM'dir. TPM bakım mühendisliğinin kalitesinin artırılması için teşebbüs edilen verimli bir stratejik iyileştirmedir (Ollila, 1999; Ahuja ve Kumar, 2009). TPM konseptleri fabrika ekipmanlarının genel verimliliğinin iyileştirilmesi ve sistem bakım aktivitelerinin tamamlanması için optimal bir grup organizasyon yaklaşımı fikirlerinden oluşmaktadır (Ahuja ve Kumar, 2009). TPM; ürün kalitesinin, operasyonel verimin, kapasiteye olan güveninin ve güvenliğin sürekli iyileştirilmesi için özellikle üretim ve bakım arasında olmak üzere bütün organizasyonel fonksiyonların arasındaki sinerjik ilişkiyi tarif etmektedir (Chan ve ark., 2005). TPM; planlama, üretim, bakım bölümleri ve personelden tepe yönetimine kadar bütün çalışanların katılımını sağlayan, her düzeydeki ekipmanın ömür sürelerini içine alan, en kapsamlı sistemler üzerinden ekipman bakımına hitap eden bir bakım sistemidir (Jeon ve ark., 2011). Toplam üretken bakım (TPM), bir organizasyon için gelişim ve iyileştirme adına potansiyel bir kaynağı ve toplam kalite yönetimi (TKY) konseptinin genişletilmiş faydaları için bir sonraki adımı ifade etmektedir (Brah ve Chong, 2004).

Eti ve ark. (2004)'na göre TPM'nin hizmet ettiği 3 gruptan ilki olan şirket sahipleri, genelde yaptıkları yatırımlar neticesinde yeterli ve sürekli bir finansal geri dönüş olduğu zaman tatmin olmaktadır. TPM'nin etki ettiği bir diğer grup olan işletmedeki ekipman ve sistem kullanıcılarının bir standart performans çerçevesinde her bir mülkün (makine-techizat) neyi yapmak için tasarlandıysa onu yapmaya devam etmesiyle tatmin olacağı belirtilmiştir. Son grup olan toplumun da yatırımı yapılmış olan mülkün, çevrenin sağlık ve güvenliği açısından başarısız olmamasını arzu edeceği söylenmiştir.

TPM, ekipman bozukluklarının engellenmesine devam edilirken, aynı zamanda ekipman performansının artırılması yollarını arayan, takım tabanlı önleyici ve üretken bakım yaklaşımıdır (Swanson, 2001; Sun ve ark., 2003; Jeon ve ark., 2011). Takım tabanlı aktivitelerin kullanılmasının sebebi güncel olan veya olabilecek herhangi bir hataya karşı mühendislerin teknik yeteneklerinin ve bakım işçilerinin tecrübelerinin daha

iyi iletişim sağlayacak bir platformda buluşturulması ile ekipman performansının artırılması olarak görülebilir.

Günümüzde beş önemli husus TPM'nin bir standardı olarak geliştirilmiştir (Thun, 2006). Bunlar 6 büyük kaybın elimine edilmesi, çizelgelenmiş bakım programı, otonom bakım programı, makine operatörlerinin eğitilmesi, bakım önlemedir.

Genel olarak TPM tanımı 3 ana kategoride sınıflandırılabilir:

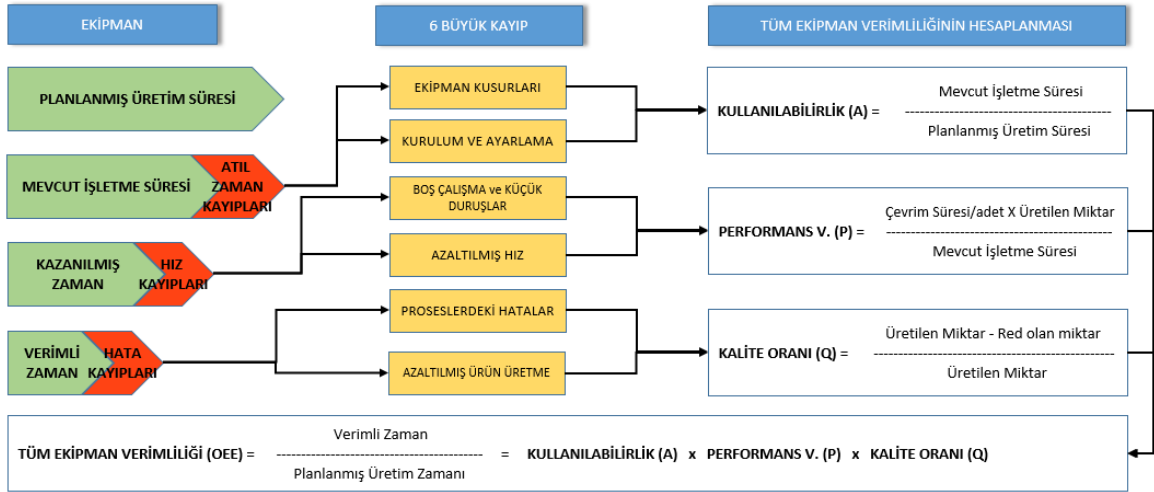
- Tüm Ekipman Verimliliği (Overall Equipment Effectiveness – OEE) maksimizasyonu (Nakajima, 1988; Chan ve ark., 2005; Wang, 2006; Ahuja ve Kumar, 2009; Lazim ve Ramayah, 2010; Jeon ve ark., 2011)
- Toplam bakım sistemi (Chan ve ark., 2005; Wang, 2006; Ahuja ve Kumar, 2009; Lazim ve Ramayah, 2010; Jeon ve ark., 2011)
- Toplam çalışan katılımı sistemi ve diğer faktörler (Chan ve ark., 2005; Wang, 2006; Ahuja ve Kumar, 2009; Lazim ve Ramayah, 2010; Jeon ve ark., 2011)

Diğer konular olan çeşitli departmanlardaki uygulamalar ve motivasyon yönetimi gibi hususlar bu ana 3 kategori içinde eritilebilir.

3.1.5. Tüm ekipman verimliliği (OEE)

Bakım mücadelesini daha iyi bir şekilde verebilmek için organizasyonların yapılandırılması alanında birçok başarılar elde edilmişken, TPM'nin verimlilik değerlendirilmesi ile alakalı olarak çok az bir gelişme kaydedilmiştir (Ahuja ve Kumar, 2009). Tüm ekipman verimliliği (OEE); üretkenliğin, maliyetlerin, teslim kalitesi ve şeklinin, güvenliğin, çevre ve sağlık konularının dâhil edildiği sayısal bir fonksiyonun ifadesidir. TPM bu değer maksimizasyonu amaç edinmiştir. Pratikte %85 OEE dünya klasmanı bir derece olduğu dile getirilmiş ve bu değer yakalanması birçok firmada bir amaç haline geldiği söylenmiştir. En açık ifadesi ile OEE; ekipman kullanılabilirliği, performans verimliliği ve kalitenin çarpım fonksiyonu olarak tanımlanabilir (Wang, 2006). OEE son zamanlarda bir makine veya entegre makine sistemleri için üretim operasyonlarının üretkenliğinin ölçülmesi adına gerekli olan niceliksel bir araç olarak ilan edilmiştir (Ahuja ve Kumar, 2009)

OEE'nin hesaplanmasında kullanılan kullanılabilirlik, performans oranı ve kalite oranı aslında ekipman kayıplarının ölçüleri olarak ifade edilmektedir (Nakajima, 1988; Chan ve ark., 2005). Bahsedilen 6 büyük kayıp ve OEE arasındaki fonksiyonel bağlantı aşağıdaki Şekil 3.1. ile özetlenebilir:

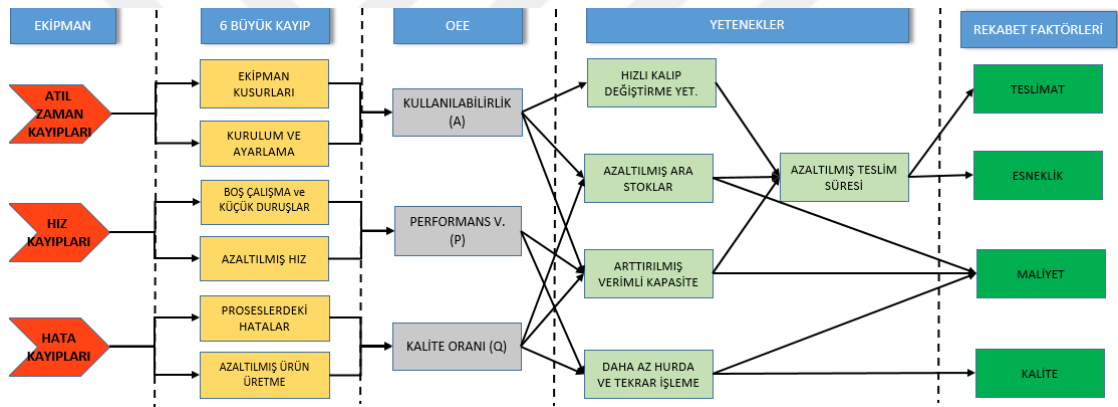


Şekil 3.1. 6 büyük kayıp ve OEE'nin hesaplanması (Eswaramurthi ve Mohanram, 2013)

- *Ekipman Kusurları:* Ekipman kusurları yüzünden yaşanan kayıpları ifade etmektedir. Bu tip kayıplar arası sıra yaşanan ekipmanın işlevini yerine getirememesi veya işlevini yerine getirme noktasında normal seviyesinden daha aşağı bir seviyede çalışmasıdır.
- *Kurulum ve Ayarlama:* Makinenin istenen şekilde ve randımanlı üretim yapabilmesi için, makine üzerinde yapılan kalıp değiştirme, ayarlama gibi üretimin doğru noktaya gelinebilmesi adına yapılan duruş veya verimsiz zaman kayıplarıdır.
- *Boş Çalışma ve Küçük Duruşlar:* Ekipman üzerinde bulunan sensörlerin bozukluklarından dolayı ekipmanların geçici duruşları veya boş çalışmalarını kapsayan kayıplardır. Bu gibi durumlarda basit aksiyonlar ile sorun giderilebilir ve tekrardan ekipman kontrol edilebilir hale getirilebilir. (işin taşınması, kaldırılması veya tekrar ayarlama gibi)
- *Azaltılmış Hız:* Ekipman için tasarlanan operasyon hızının altında bir hız ile yapılan üretim sebebi ile meydana gelen kayıplardır.
- *Proseslerdeki Hatalar ve Tekrar Çalışma:* Üretilen ürünlerdeki üretim hataları kaynaklı kusurların ve bunların tekrardan işlenmesi veya ayrılması ile meydana gelen kayıplardır.
- *Azaltılmış Ürün Üretme:* Girdi ve çıktılarının ağırlığındaki farklar neticesinde meydana gelen malzeme kayıplarıdır.

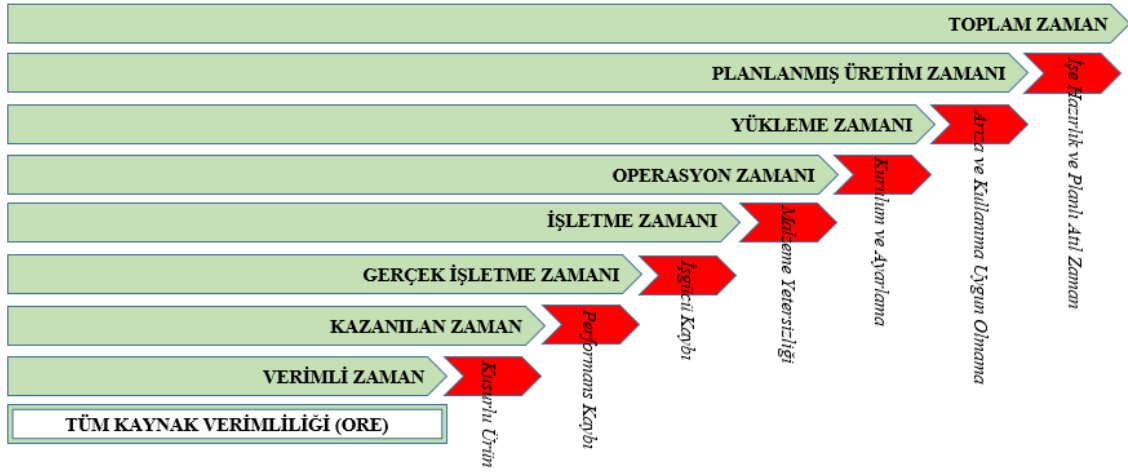
Ekipman verimliliğinin artması, akış tipi üretimlerde oluşabilecek arızalardan dolayı meydana gelen hat duraklamalarından korumak için gerekli olan ara stokların

azalmasına ve verimli kapasitenin artmasına öncülük edecektir. Hızlı ekipman, gereç ve kalıp değişiklikleri, arttırılmış kapasite ve azaltılmış ara stoklar sayesinde işlerin gereksiz beklemelelere maruz kalmaması sağlanmış olup müşterilerin son zamanlarda özellikle talep ettiği kısa temin süreleri hedeflerine de böylece yaklaşmış olunacaktır. Ara stokların azaltılması; stok maliyetlerinin düşürülmesi ve artan verimli kapasitenin daha fazla işlem hacmi ve daha düşük birim maliyeti getirmesi ile izah edilmiştir (Park ve Han, 2001). Ayrıca iyileştirilmiş bir performans verimi daha az hurda ve daha az tekrar işleme anlamına gelmektedir. Bu da sadece maliyetlerin düşmesi anlamına gelmemektedir. Aynı zamanda daha yüksek kalitede ürün demektir. Kısacası rekabetçi üretim ve pazarlama ortamında müşterilerin özellikle istemiş oldukları birim maliyeti düşük, zamanında ve iyi biçimde teslim edilen, kaliteli ürün odaklarının hepsi için iyileştirilme kaydedilmiş olmaktadır. Bu ilişki Şekil 3.2. ile en iyi biçimde yansıtılmıştır:



Şekil 3.2. TPM'nin rekabetçiliğe olan etkisi (Park ve Han, 2001)

Üretimdeki verimliliğin ve tesisin tüm üretkenliğinin arttırılması için sistemdeki değer akışı iyi analiz edilmeli ve üretimin her noktasındaki tanımlamalar iyi yapılmalı, üretim prosesindeki tüm girdiler (insan, makine, malzeme ve metotlar) tespit edilmeli ve kayıpların elimine edilmesi ile uygulamaya başlanması gerekmektedir. Eswaramurth ve Mohanram'a (2013) göre daha detaylı ve katmanlı bir sınıflandırılmanın yapılması, kaynak kayıplarının tespiti için önem arz etmektedir. Bu sebeple OEE için önerilen hesaplama metoduna birkaç tane daha faktör eklenerek her bir kaynağa (insan, makine, malzeme ve metotlar) ait olan kayıplar bu sayede ayrı ayrı gösterilmiş olunacaktır. OEE'ye eklenecek hazır olma, tesisin kullanılabilirliği, kalıp değişim verimi, malzemenin kullanılabilirliği, iş gücünün kullanılabilirliği faktörleri ile metot modifiye edilerek Tüm Kaynak Verimliliği (ORE) adımı almıştır.



Şekil 3.3. Tüm kaynak verimliliği (ORE) faktörleri (Eswaramurthi ve Mohanram, 2013)

Yukarıda verilen Şekil 3.3 ile ifade edilen kayıp faktörler için hesaplama formülleri aşağıdaki gibidir:

1. *Hazır olma - H (Readiness – R)*: Sistemin toplam zamanından çeşitli sebeplerden dolayı planlanmış duraksamalarının çıkarılması ile elde edilen zamana planlanmış toplam üretim zamanı denir. Bu hesaplanan zamanının toplam zamana oranı ise sistemin üretime hazır olma durumudur. Planlanmış atıl zaman ve iş hazırlıkları olarak temizlik, makine veya makine parçasının ayrı olarak muayenesi, yağlama, sıkılaştırma, bilgi toplama ve güncelleme, toplantı, denetim, operatör eğitimi, ARGE çalışmaları için prototip deneme üretimi, proses mühendislerinin çalışmaları için harcanan zamanlar olarak özetlenebilir.

Planlanmış Üretim Zamanı / Toplam Zaman

2. *Tesisin kullanılabilirliği – K_t (Availability of facility – A_f)*: Tesisteki atıl zamanlar sebebi ile kaybedilen zaman üzerinden tesisin kullanılabilirliğinin hesaplanmasıdır. Planlanmış zamandan tesisin atıl süresinin çıkarılması ile bulunan ve yükleme zamanı olarak adlandırılan zamanın planlanmış üretim zamanına olan oranıdır. Tesis atıl süreleri olarak; makine ve aksesuarına ait atıl süreleri, aletlerin, kalıpların, şablonların kullanıma uygun olmamasına ait süreler, ölçü ve test aletlerinin kullanıma uygun olmamasına ait süreler ele alınabilir.

Yükleme zamanı / Planlanmış Üretim Zamanı

3. *Kalıp değiştirme verimi – D (Changeover efficiency – C)*: Üretim için yapılacak kurulum ve ayarlamalar sebebi ile harcanan toplam zaman üzerinden kalıp değiştirme veriminin hesaplanmasıdır. Yükleme zamanından kurulum ve ayarlamalar sebebi ile geçen sürenin çıkartılması ile bulunan ve operasyon zamanı

olarak adlandırılan zamanın yükleme zamanına olan oranıdır. Kurulum ve ayarlama süreleri olarak; aletlerin, kalıpların, şablonların değiştirilmesine ait süreler, bu değişiklikler sonrasında yapılan ufak ayarlamalara ait süreler ele alınabilir.

Operasyon Zamanı / Yükleme Zamanı

4. *Malzeme kullanılabilirliği – K_m (Availability of material – A_m):* Üretime ait malzemeler ve birleşenler değişik sebeplerden dolayı eksik veya tükenmiş olma durumu ile karşı karşıya kalabilmektedir. Malzeme kullanılabilirliği, bu durum sebebi ile harcanan toplam zaman üzerinden yapılan hesaplamadır. Operasyon zamanından bu eksikler sebebi ile geçen sürenin çıkartılması ile elde edilen ve işletme zamanı olarak adlandırılan zamanın operasyon zamanına olan oranıdır.

İşletme Zamanı / Operasyon Zamanı

5. *İşgücü kullanılabilirliği – K_{ig} (Availability of manpower – A_{mp}):* Üretim sistemlerinde bazen izin, rapor veya tartışma gibi sebeplerden dolayı operatörler müsait olamamaktadır. İş gücü kaybı, müsait olamama sebepleri ile harcanan toplam zaman üzerinden işgücü kullanılabilirliğinin hesaplanmasıdır. İşletme zamanından işgücünün hazır olmama sebebi ile geçen sürenin çıkartılması ile elde edilen ve gerçek işletme zamanı olarak adlandırılan zamanın işletme zamanına olan oranıdır. İşgücü kaybı süreleri olarak; izin, ayrılma, işe gelmeme, takım lideri veya şef ile yapılan tartışma, sağlık konuları ile alakalı süreler ele alınabilir.

Gerçek İşletme Zamanı / İşletme Zamanı

6. *Performans verimliliği – P (Performance efficiency – P):* Operatörün verimli bir şekilde ne kadar yarar sağladığının hesaplanmasıdır. Gerçek işletme zamanına karşı olarak, ürünü üretirken kazanılan zamanı ifade etmektedir. Üretilen adet ile çevrim süresinin çarpımından elde edilen ve kazanılan zaman olarak adlandırılan zamanın gerçek işletme zamanına olan oranıdır.

Kazanılan Zaman / Gerçek İşletme Zamanı

7. *Kalite oranı – K (Quality rate – Q):* Kalite oranı, sistem tarafından üretilen kaliteli ve sağlam ürünlerin derecesidir. Kabul edilen parça sayısının üretilen parça sayısına olan oranıdır. Kabul edilen parça sayısına, üretilen parça sayısından reddedilen parça sayısının çıkarılması ile ulaşılabilir.

Kabul Edilen Parça Sayısı / Üretilen Parça Sayısı

Tüm Kaynak Verimliliği (ORE) hesabı yukarıda sayılan ve formülize edilen tüm faktörlerin çarpımı ile yapılmakta olup fonksiyon hali aşağıdaki 3.1. fonksiyonunda gösterilmiştir:

$$ORE = R \times A_f \times C \times A_m \times A_{mp} \times P \times Q \times 100 \quad (3.1)$$

Geliştirilen bu yaklaşım performans ölçümünde ve dünya standartlarına ulaşılabilmesi için değişik düzeylerde bir kıyaslama aracı olarak kullanılabilir (Eswaramurthi ve Mohanram, 2013).

3.1.6. Toplam bakım sistemi

Firmaların söz konusu olan verimlilik hedefini yakalayabilmesi için tesislerinde bir bakım konsepti oluşturması gerekmektedir. TPM, organizasyonel aktivitelerde bakım düşüncelerini tanıtmak için kanıtlanmış ve başarılı bir prosedürdür (Eti ve ark., 2004). TPM, bakım aksiyonlarını sistem için gerekli ve son derece önemli bir konu haline getirmiş ve bakım aktivitelerinin artık kâr sağlamayan aktivite olarak ele alınmamasını sağlamıştır (Eti ve ark., 2004). Bakım için gerekli olan atıl zamanlar, bakım aktivitelerinin yürütülebilmesi için üretimin normal seyrindeki vazgeçilmez bir aktivite olarak planlanır ve bu aktiviteler sadece üretim akışında bir hata olduğunda yapılmaz. Eti ve ark. (2004)'na göre TPM ile kurulacak bakım sisteminin amacı acil ihtiyaçların ve planlanmamış bakım duruşlarının sıklığını ve büyüklüğünü minimize etmektir. Bu sebeple yüksek kar amacı güden bakım yaklaşımlarında ekipmanlara ait hususlar çerçevesinde sık sık görülen bakım ve makine bozulmalarını önleme ölçüleri kurulmalı ve yeni alınan ekipmanlarda daha yüksek verimlilik aranmalıdır.

Sun ve ark. (2003)'na göre TPM, ürün kalitesinin sürekli iyileştirilmesi, operasyonel verimlilik, kapasite güvencesi ve güvenlik için organizasyonel bütün fonksiyonların arasında ancak bilhassa üretim ve bakım arasındaki sinerjik ilişkiyi tarif etmektedir. Üretimin öncelikli çıktısı üründür. İkincil çıktısı ise bakım için bir taleptir ki bu talep bakım faaliyetleri için bir girdiye dönüşmektedir. Bu bağlamda bakım, direkt etki ettiği faktörler olan üretim kapasitesi ve verimliliği çerçevesinde üretimin ikincil girdisi olarak da düşünülebilir. Üretim ürün üretirken, bakım da üretim için kapasite üretmektedir. Bu yüzden bakım, üretim kapasitenin artırılması ve çıktıların kalite ve adedinin kontrol edilmesi noktasında üretime etki etmektedir.

Chan ve ark. (2005) bakım teknikleri ve araçlarını şu 3 sınıf ile oluşturmuştur: Düzeltici bakım, çizelgelenmiş (periyodik) bakım, önleyici bakım (PM). Mobley (1990) tarafından yapılan detaylı araştırmalar sonucunda düzeltici bakımın (CM / RM) aynı operasyonlar için yapılan önleyici bakıma (PM) göre firmalara yaklaşık 3 kat kadar daha

maliyetli olduğu bulunmuştur. Toplam bakım sistemi ise bakım önleme (MP) ve bakım edilebilirliğinin iyileştirilmesi (MI) stratejilerini içerdiği gibi ayrıca önleyici bakımı (PM) da kapsamaktadır. Esasen bu kapsam, ekipman dizaynına parçaya duyulacak olan güvenin birleştirilmesi, bakım edilebilirlik ve destek sağlanabilirlik karakterlerinin üzerinden “bakıma ihtiyacı olmamak” yaklaşımını temsil etmektedir (Chan ve ark., 2005).

Thun (2006)’a göre çoğu firmadaki ana problem bakım yaklaşımıdır. Çünkü aynı itfaiyenin yangın çıktıktan sonra müdahale ettiği gibi bakım aksiyonları da ancak makine bozulduktan sonra yapılmaktadır. Ana problem, oluşacak arızaların bakımlarındaki işlemlerin ve bu yöndeki bir mantığın önleyici bakımın pozitif etkilerini azaltma durumunun olmasıdır. Makine arızalarını sahiplenilmesi, bakım departmanının neredeyse bütün zamanını makineleri tamir etmeye ayırmasına sebep olmaktadır. Ayrıca bu meşguliyet düzenli yapılan bakım görevlerine - faaliyetlerine ve bakım sistemini iyileştirmeye yeterli zaman bırakmamaktadır. Bu da önleyici bakımın aksatılmasına ve birçok makine de arıza meydana gelmesine sebep olmaktadır. Bu bağlamda önleyici bakım için üretimdeki bireylerin “ben kullanırım sen tamir et” mantığından uzaklaşması gerekmektedir.

TPM ve PM arasındaki farklar noktasında, TPM üretim verimliliği gelişiminin her noktasında çıkabildiği en yüksek noktaya taşımayı hedeflemektedir. Birçok üretim sistemini insan ve makine alt sistemleri oluşturmaktadır ve bu üretim sistemlerinin ekipmanlara olan bağlılığı otomasyon uygulamaları ile artırılabilir. Aynı şekilde üretimin verimliliği de, üretimde kullanılan metotlara, kullanım şekline ve ekipmanların bakım yeterliliği derecesi aracılığı ile büyütülebilir. TPM bahsedilmiş olan 6 büyük faktör neticesinde meydana gelen duruş kayıplarına üretim, kullanım ve bakım konuları hakkında metotlar geliştirerek engel olmaya çalışır. Bu bağlamda TPM’nin amacı üretim sisteminin verimliliğinin genel anlamda maksimize edilmesidir. Tam tersi olarak önleyici bakım (PM) ekipman uzmanlığını merkez edinmiştir. Buna göre, her ne kadar ekipmanlara ait üretim ve bakım için metotlar geliştirmek ekipman verimliliğini maksimize etmek için önemli bir yöntem olsa da, önleyici bakım sistemin genel verimi için emek sarf etmeye çağırılmamaktadır. Kısacası önleyici bakım (PM) sadece ekipmanlar üzerinde metotlar geliştirme ile sınırlıdır.

TPM aktiviteleri otonom bakımlar, eğitim/alıştırma, planlı bakım ve verimliliğin artırılması konularını içerir (Jeon ve ark., 2011). Üretim baskısı, önleyici bakım (PM) için makineye gerekli olan işlemlerin yapılmasına engel olabileceği gibi bu durum da

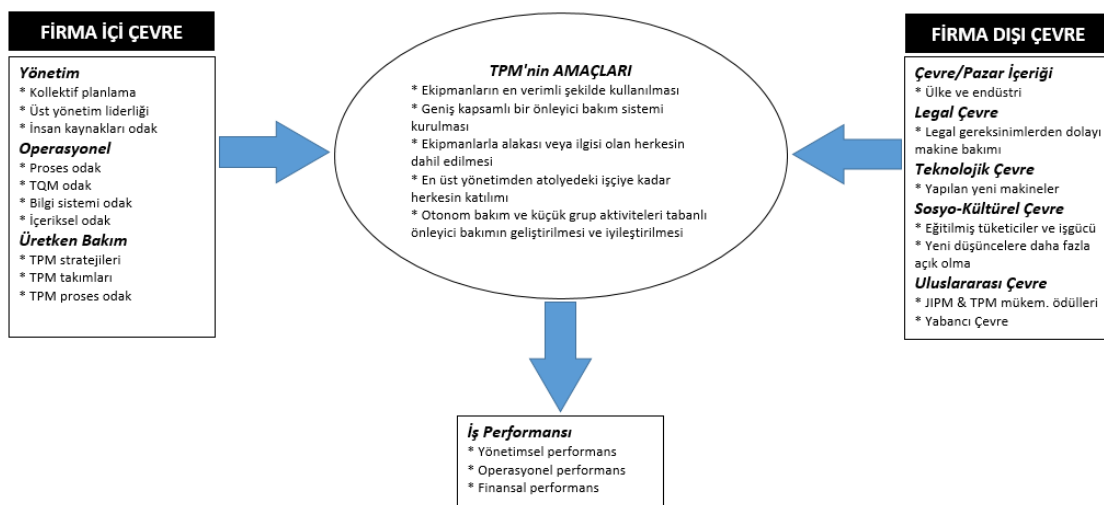
daha sonra önleyici bakım (PM) yapmak için zaman yok şeklinde bir döngüye sebep olabilmektedir. Bu konuda otonom bakımlara (AM) olan güven ve bu bakımlarla alakalı alıştırmalar arttıkça, TPM'in bakım yaklaşımına olan dirençler ve uygulamadaki aşırı zorlanmalar aşılmış olacaktır (Thun, 2006). Ancak operatörlerinin otonom bakıma (AM) müdahil oldukları andan itibaren bu yaklaşıma karşı dirençlerin artması söz konusu olabilir. Çünkü artık operatörlerin kendi ekipmanlarının sorumlulukları kendilerine verilmiş ve bu şekilde bakım ve üretim arasındaki geleneksel görev dağılımı değiştirilmiş olacaktır (Park ve Han, 2001).

McKone ve Weiss'e (1998) göre çoğu zaman bakım planlama ve gerçekleştirme üretim ve bakım personeli tarafından yapılmaktadır. Yapılan bu işler "otonom ve planlı bakım" olarak tanıtılmaktadır. Üretim ve bakım grupları, bakım programının verimliliğini arttırmak için birlerine yardım ederler. Operatörler eğitildikleri için, ekipmanları incelemeye, tamir etmeye ve temel bakım görevlerini yapmaya başlarlar. Bu gibi bakım görevlerinin üretim operatörlerine verilmesi ile bakım personeli uzun dönem iyileştirme çalışmalarına ve bakım müdahalelerinin planlanmasına daha fazla zaman ayırır duruma gelmektedir. Basit bir bakım görevinin makine operatörlerine atanmasıyla, bakım departmanı kendileri için önemli bir husus olan önleyici bakım (PM) planlamalarını ve uygulamalarını yerine getirmesi için yeterli zaman kazanılmış olmaktadır (Thun, 2006). TPM, bazı adımların atılması ve aksiyonların yerine getirilmesi ile bakım organizasyonuna katkıda bulunmaktadır. Her düzeyde katılımın sağlanmasının gerektiği TPM uygulamalarında bakım kısmındaki katılım, küçük grup aktiviteleri aracılığıyla operatörler tarafından yapılan otonom bakımı (AM) içermektedir (Chan ve ark., 2005). Bahsi geçen adım ve aksiyonlara örnek olarak sistem otonom bakım ile tanıştırlarak operatörlerin sahiplenme duygularının geliştirilmesi gerekmektedir. Bu sayede operatörlerin birinci önceliği tesise ait üzerindeki sorumluluk duygusu haline gelecektir. Genel olarak otonom bakım adı altında operatörlere yüklenecek görevler; temizlik, rutin denetimler ve kontroller, yağlama, ayarlamalar, küçük tamirlerdir. Bütün tesisin ömür döngüsünü göz önünde bulunduracak şekilde önleyici bakım ve makine kurtarma hususlar için optimal düzeyde bir çizelgeleme yapılması gerekmektedir. Operatörlerin, bakım personelinin, mühendislerin ve müdürlerin dahil olduğu çapraz-fonksiyonel takımlar kurulmalı ve kullanılmalıdır. Bu takımların genel amacı bireysel olarak çalışanların ve makine performanslarının artırılması olmalıdır (Eti ve ark., 2004). Bunun yanında diğer verimlilik artırıcı yaklaşımların (5S, TQM gibi) TPM'e paralel olarak kullanılması sistemin sürdürülebilirliği ve motivasyonu için önem arz etmektedir.

3.1.7. Çeşitli departman uygulamaları ve diğer stratejilerle ilişkisi

TPM, kusursuz planlama, organize etme, görüntüleme ve kontrol pratikleri için 8 maddelik metodoloji ile sistemi hazırlamaktadır (Ahuja ve Kumar, 2009). Bu konuların her biri departmanların katılımları ile gerçekleştirilebilmektedir: 1) Otonom bakım, 2) Odaklanmış iyileştirme, 3) Planlanmış bakım, 4) Kaliteli bakım, 5) Eğitim ve alıştırmaya, 6) Güvenlik, sağlık, çevre, 7) TPM ofisi, 8) Kalkınma yönetimi.

TPM; Kaizen, JIT, TQM, 5S gibi iş mükemmeliyetini arttıracak stratejiler ile bağlantılıdır. Örneğin iyileştirme anlamına gelen Kaizen'in, TPM'nin iyileştirme konusunda odaklandığı stratejiye direkt bir bağı vardır. Bu yüzden Kaizen ve TPM birbirlerini tamamlayıcı iki stratejidir. Aynı şekilde TPM, JIT için kaynak üretmektedir. Daha iyi bir bakım-onarım ve yüksek üretkenlik, parçaların kullanılabilirliğindeki güvence ile yüksek bir kalitedeki JIT üretimi için tamamlayıcı bir unsur teşkil etmektedir (Brah ve Chong, 2004). Örnek olarak JIT ve TQM kullanılması neticesinde doğan optimal önleyici bakımın gereksinimleri, TPM yaklaşımının meydana gelmesine sebep olmuştur (Eti ve ark., 2004). TPM uygulamalarına ait kritik başarı faktörlerinden her biri farklı farklı öneme sahip olmalarına rağmen, üst yönetimin desteği, TPM takımlarının derecesi, sürekli iyileştirme ve çalışanların eğitimi özellikle önem arz etmektedir. (Brah ve Chong, 2004). TPM'ye etki eden faktörler makro düzeyde Şekil 3.4.'te gösterilmiştir. Aşağıdaki şekilde TPM'in amaçlarının şekillenmesi için firma içi ve firma dışı çevre belirlenmiş ve iş ile alakalı performans başlıkları oluşturulmuştur. Genel çerçevede TPM'in izahatı için kullanılacak şekil, uygulamaların yapılması esnasında gereken analizleri ve odaklanması gereken mevzuları da açıklığa kavuşturmuştur.



Şekil 3.4. TPM'ye etki eden faktörlerin makro görünümü (Brah ve Chong, 2004)

3.1.8. TPM'nin Şirketlerde Uygulanması

TPM'nin uygulanması ile şirketlerin bütün alt yapısında değişimler meydana gelmektedir. Çünkü yönetim-işçi ilişkileri değiştirilmiş; işçilere daha geniş sınırları olan planlama görevleri ve daha fazla planlama sorumluluğu verilmiştir (Park ve Han, 2001). Herhangi bir makine operatörünün makinenin performansına dair üzerine almış olduğu görev, kendisinin bu makineyi sahiplenme ve sorumluluk anlayışındaki gelişmeyi tetiklemektedir. Ayrıca yine performansın artırılabilmesi için yüklenen sorumluluk, otonom bakım ve önleyici bakım faaliyetlerinde özverili ve aktif rol almasına teşvik etmektedir. Bunun yanında TPM, bakım personeline bakımı daha iyi yönetmek, bakım aktivitelerini daha detaylı planlamak, eğitim faaliyetlerini icra etmek ve ekipmanları tekrar dizayn etmek için daha fazla zaman kazandırmaktadır. Her iki birimin de hedefleri ortak olunca, birbirleri ile olan ilişki ve ortak çalışmanın boyutu da değişmektedir.

Bir firmada üst yönetim TPM kurulmasına karar verdiğinden, TPM uygulaması 4 fazda gerçekleşmektedir (Nakajima, 1988; Park ve Han, 2001). İlk faz hazırlık fazı olup, değişime karşı olası iç dirençlerin üstesinden gelinmesidir. İkinci faz başlangıç uygulaması olup, operatörlerin bakım aktivitelerine dâhil edilmesidir. Üçüncü faz TPM uygulaması olup, ekipman etkinliğinin artırılmasına odaklanılması ve TPM'e karşı oluşan tüm dirençlerin üstesinden gelinmesidir. Son faz olan dördüncü faz TPM stabilizasyonu olup, TPM'nin sürdürülmesidir (Nakajima, 1986; Park ve Han, 2001).

- **Aşama 1 - Hazırlık**

TPM'nin hazırlık aşamasında üst yönetimin, TPM'nin yerleştirilmesi için uygun ortamı sağlaması gerekmektedir. Bu TPM'in uygulamaya alınmasının ilanı ve şirket bünyesine TPM'nin tanıtılması için ilk eğitimlerin organize edilmesi ile olmaktadır. İlk eğitimler şirketin TPM ile alakalı birimlerinin müdürlerine verilmesi olarak ele alınabilir. TPM uygulaması yapılmış firmalara ziyaretler veya bunun gibi diğer aktivitelerin organizasyonu ile değişime olan ilk direncin üstesinden gelinmesi gerekmektedir. TPM uygulamalarının yapıldığı firmalarda genellikle yönetim, TPM'nin geliştirilmesi ve takibinin yapıp koordine edilmesi için kendilerine küçük bir icra merkezi olarak TPM komitesi kurmaktadır. Bu komite her bir düzeyde otonom grupların kurulmasını sağlamak ile görevlidirler. Ayrıca TPM komitesi ana TPM politikasını, daha makro düzeyde erişilebilir ve sayılabilir firma hedefleri olarak oluşturur. Bu hedefler şirket bünyesinde oluşturulacak her bir alt grup için istikrarlı hedefler olarak da detaylandırılabilir. Hedefleri belli her bir grubun tanımlaması yapıldıktan sonra TPM komitesi, üst yönetime ana planın oluşturulması için yardımcı olmaktadır. Bu ana plan 6

büyük kaybın verdiği zararın azaltılması, otonom bakım sisteminin kurulması, kalite kontrol planının hazırlanması, bakım departmanı aracılığı ile bir bakım planının oluşturulması, bakım yeteneklerinin artırılması için eğitim ve alıştırmaların organize edilmesi gibi konuları içermektedir (Park ve Han, 2001).

Chan ve ark. (2005) uygulamaya ön hazırlık aşaması olarak adlandırdığı ilk faz için 5 tane adım sıralamışlardır:

- ❖ *1. adım – Firmadaki en üst kişi tarafından TPM başlatılmasına dair kesin kararın verildiği deklarasyonu:* Bu deklarasyon firma içi bir toplantıda yapılmalı ve firma için ilan tablolarında çıktı olarak paylaşılmalıdır.
- ❖ *2. adım – TPM başlangıç eğitimleri ve alıştırmaları:* Aynı düzeydeki çalışan kadrosu beraber eğitim alacak şekilde organizasyon yapılmalıdır.
- ❖ *3. Adım – TPM geliştirme organizasyon formasyonu ve resmi organizasyonel model:* Komiteler, uzmanlaşmış alt komiteler, gelişim sekreterliği vs... Resmi organizasyonel modeller.
- ❖ *4. adım – TPM prensiplerinin ve hedeflerinin konulması:* Kıyaslamaların yapılması, hedeflerin belirlenmesi ve etkiler hakkındaki önceden yapılan tahminler.
- ❖ *5. Adım – TPM uygulaması için ana planın hazırlanması:* TPM aktivite prensiplerinin detayları ve her adımın tamamlanması için tahmini gerekli olan zamanın çizelgelenmesi

- **Aşama 2 – Başlangıç uygulaması**

Başlangıç uygulaması fazında TPM gerçek anlamda başlamaktadır. Bu fazda firma çalışanları TPM yaklaşımında öngörülen 6 büyük kaybın engellenmesini amaçlayan eğitimler aracılığı ile tecrübe kazanmaya başlamaktadırlar. Bunun yapılabilmesi için operatörlere başlangıçta atanan görevlerin tanımlaması ve dikkatlice detaylandırılmış prosedürlerin geliştirilmesi TPM komitesi tarafından yapılmaktadır. Gerçek anlamda prosedürlerin yazılması, yönetimin gözetiminde ve denetiminde bakım teknisyenleri tarafından da yapılabilir. Dikkatli bir biçimde görüntülenmesi ve takip edilmesi gereken bu faz, TPM uygulaması için önemli bir fazdır. Ayrıca yönetimin operatörlere verilen eğitim ve alıştırmalar ile yeteneklerini ilerlettiklerinden ve bakım teknisyenlerinin operatörler ile beraber çalışıp onları desteklediklerinden emin olunması gerekmektedir (Park ve Han, 2001).

Chan ve ark. (2005) uygulama aşaması olarak adlandırdığı ikinci faz için 1 tane adım sıralamışlardır:

❖ *6. adım – Başlangıç vuruşu:* TPM başlangıç vuruşunun amacı, çalışan memnuniyeti ve bağlılığı iyileştirilmiş bir atmosfer elde etmektedir. Bu aşama, hazırlık aşaması ile TPM'nin icra edilmesi aşaması arasında bir geçiş dönemidir. Bu geçiş döneminde yapılacaklardan biri olarak projedeki tüm bireylerin katılacağı bir toplantı düzenlemek ve TPM müdürünün hazırlık safhasında hangi planların geliştirildiği, hangi işlerin başarıldığı konuları üzerine rapor sunulması söylenebilir. Bu sayede TPM ile alakalı tüm takımların proje ile ilgili temel TPM politikası, hedefleri, TPM gelişiminin ana planı gibi konular hususunda bilgi edinmesi sağlanmış olmaktadır. Ardından işçileri temsilen bir temsilcinin bu hedeflere ulaşılması için ortak bağlılıklara sadık kalacağını onaylaması gerekmektedir. Bu şekilde yürütme ve uygulama noktasında şirket içi bir sinerji oluşturulacak ve firma içindeki tüm personelin hedeflere ulaşılması için gayretleri ve istekleri sağlanacaktır. Önceki başlıklarda da belirtildiği üzere genel katılımın önemli olduğu TPM yaklaşımı içinde genel anlamda bu adım, uygulama hakkında bilgilendirme ve firma genelinde herkesin katılım sağlayacağına dair taahhüt aşaması olarak nitelendirilebilir.

- **Aşama 3 – TPM uygulaması**

Bu faz TPM'nin tam anlamıyla kurulum fazıdır. Bu fazda kronik kayıpların çok olduğu ekipmanlar üzerine yoğunlaşmak için yaygın olarak bilinen değişik iyileştirme teknikleri kullanılarak, ekipmanların verimliliklerinin artırılması amaçlanmaktadır. Kronik kayıpların gözle görülür iyileştirmeleri, değişime olan direncin azalmasına sebep olmakta ve ileriki adımlar için bir itici güç haline gelmektedir. Otonom bakım noktasına gelene kadar firmaların bakım programlarına ve aktivitelerinde büyük çaplı bir değişiklik olmamaktadır. Makine operatörlerinin otonom bakım adı altında bakım aktivitelerine dahil olmaya başladıkları zaman, değişime karşı bir miktar direnç ile karşılaşılabilir. Çünkü operatörler makinelerinden sorumlu olmaya başladıkları andan itibaren geleneksel operatör ve bakımcı ayrımı azalmaya başlayacaktır. Açığa çıkan bu direncin kırılmasında aktif bir yönetim desteğine ihtiyaç duyulabilir. Bu desteğe ve sonrasında olası müdahaleye örnek verilecek olunursa, bakım departmanının operatör eğitimlerinden ve sertifikalandırılmalarından sorumlu olması şeklinde bir aksiyon alınabilir. Bu şekilde bakım departmanına iş aktarmadaki performansla ilgili iş sahiplenme duygusu ve motivasyonu verilebilir (Park ve Han, 2001). Uygun bir alıştırma ve eğitim ile bakım personelinin yaptığı bakım işlerinin %80'lik kısmı operatörlere devredilebilir (Maggard

ve Rhyne, 1992; Park ve Han, 2001). Buna rağmen otonom bakım operatörlerin sağlam bir biçimde yeteneklerini geliştirmelerini gerektirmektedir. Yönetim olarak gerekli olan yetenek ihtiyacı ve mevcut olan yetenek seviyesi göz önünde tutulmalıdır. Ayrıca vardiyalara ait operatörlerin boşa çabalamalarını önlemek adına verilen eğitimlerin düzenli ve yeterli olması gerekmektedir. Operatörlere için gerekli sertifikasyon programı veya ödül programı mutlaka yerine getirilmelidir. Bu iki sistem TPM'nin otonom bakım modülünün başarılı veya başarısız olmasına direkt etkilidir. Sertifikasyon programı, bir operatörün otonom bakımı yürütebilecek yeterli yeteneğe gerçekten sahip olduğunun göstergesi olması açısından gereklidir. Buna paralel olarak bakım departmanı tarafından denetlenecek yetenek yeterliliğinin yönetim tarafından da fark edilebilir olması gerekmektedir. Yetenek ve yeterlilik noktasında personellerin seçimi ve görevlendirilmesi için firmaların uyguladığı bazı metotlar mevcuttur. Bu görev yaklaşımının en önemli çıktıları, operatörlere makinenin sahibi gibi bir sorumluluk yüklemek ve makineye ait üretim ve gerekli otonom bakımın sürekliliğini sağlamaktır. Bu çıktıların kayıt altına alınması ve standartlaştırılması hususu dikkatle ele alınması gereken başka bir önemli noktadır.

Bu aksiyonların üretim içine dahil edilmesi ile birlikte operatörleri eğitiyor olması, standartları geliştiriyor olması ve alışlagelmiş görevlerini tamamlıyor olmasından dolayı bakım departmanının iş yükünde dalgalanmalar olabilir. Çalışan personelin tükenmişlik moduna girmelerini engellemek için TPM komitesinin bakım programının çizelgelenmesinde, otonom bakım sistemi için yapılacak eğitimlerin koordine edilmesinde ve kronik kayıpların teşhis edilmesinde bakım departmanına yardımcı olması gerekmektedir. Üst düzey ve orta düzey yöneticilerin, hangi tarz eğitimlerin verilmesi gerektiğinin tespit edilmesi ve yeteneklerin geliştirildiğinin teşhis edilmesi adına dikkatli biçimde tedbir alması gerekmektedir. Bu da yönetimin program çerçevesinde bakım prosesini devamlı olarak kontrol etmeye ve ihtiyaçlarını tespit etmeye sürüklemektedir (Park ve Han, 2001).

Chan ve ark. (2005) uygulamayı icra etme aşaması olarak adlandırdığı üçüncü faz için 5 tane adım sıralamışlardır:

- ❖ *7. adım – Üretim departmanının verimliliğini arttırmak için bir sistem kurulması:*
 - Odaklanmış sürekli iyileştirme: Proje bazlı takım aktiviteleri ve küçük grup aktiviteleri. Tespit edilen veya fark edilen israfların ortadan kaldırılması için iyileştirme çalışmaları.

- Otonom bakım: Adım metodu, teşhis ve uygunluk sertifikasyonu
- Planlı bakım: Düzeltici bakım, periyodik bakım, önleyici bakım
- Operasyon / bakım yeteneklerinin geliştirilmesi: Liderlerin kolektif eğitimi ve takım üyelerine eğitimin aktarılmasına önem veren yaklaşım
- ❖ 8. adım – *Yeni ürün ve yeni ekipman yönetim sistemi için başlangıç fazının kurulması*: Kolay üretim ve kolay kullanım ekipmanlarının geliştirilmesi
- ❖ 9. adım – *Kaliteli bakım sisteminin kurulması*: Arızaların meydana gelmediği bir ortam oluşturulması, bu durumun yönetilmesi ve sürdürülmesi
- ❖ 10. adım – *İdari ve endirekt departmanların verimliliğinin artırılması için sistem kurulması*: Üretim destek, ilgili kısımların verimlilik artışları, ekipman verimliliğinin geliştirilmesi
- ❖ 11. adım – *Güvenlik, sağlık ve çevrenin kontrol edildiği bir sistemin kurulması*: Sıfır kaza ve sıfır çevre kirliliği faktörlerini içeren bir sistemin kurulması
- **Aşama 4 – TPM stabilizasyonu**

Bu fazda TPM grupları, kendi TPM sonuçlarını sürekli geliştirmek için bir döngü içine girerler. İşletmenin çeşitli düzeyinde bulunan müdürler, standartlaşmış bakım programı yönetimi çerçevesinde her bir grubun performansını inceleyerek TPM yeteneklerinin gelişimine odaklanırlar. Bu fazda insan ve makine arasındaki etkileşimi değiştirmek için TPM faktörleri işletmenin her bir fonksiyonu ile birleştirilir. Firmadaki gerekli değişimlerin yapılmasına itici güç olması, ekipman verimliliğinin ve güvenilebilirliğinin artırılması için işletmenin iş stratejilerinde bazı bakım hedeflerinin de dahil edilmesini gerektirmektedir. Bu bakım hedefleri işletmeyi eski düşünce şekli olan bakım maliyetlerinin minimize edilmesi yaklaşımından, yeni düşünce şekli olan bakım yatırımlarından alınan verimin maksimize edilmesi yaklaşımına yönelmektedir (Park ve Han, 2001).

Chan ve ark. (2005) kuruluş aşaması olarak adlandırdığı dördüncü faz için 1 tane adım sıralamışlardır:

12. adım – TPM uygulamasının tamamlanması ve seviye geliştirilmesi: Daha yüksek hedefler için görüş kurulması

3.2. Materyal

Yapılan çalışmada metot olarak ele alınan TPM yaklaşımı ve analizleri, çeşitli bakış açıları ile bir firmada uygulanmıştır. Bu çerçevede sektörde belirli pazar payına sahip olan Konya orjinli bir firma bünyesinde pilot TPM modeli kurulmuştur. Bu modelin aracılığı ile TPM 3 yıl boyunca uygulanmaya çalışılmıştır. Firmada karşılaşılan israfların tespiti için toplam kaynak verimliliği yönetimi ile verimlilik analizi yapılmış ve yorumlanmıştır. Literatürde TPM modelinin firmalara olan uygulaması konulu çalışmaların sayıca ve çeşitçe fazla olmasından dolayı, TPM uygulama adımları çalışmamızda kısaca özetlenmiş ve çalışmanın asıl amacı olan tüm kaynak verimliliği (ORE) analizi üzerinde durulmuştur. Yapılan uygulamalarda birebir hayata geçirilen yöntemler ve bunlara ait oluşturulan araçlar ve tahmin edilen riskler paylaşılmıştır.

3.2.1. Firma Tanıtımı ve Firmanın Genel İmalat Süreçleri

Çalışmada verilerin toplandığı ve uygulamaların yapıldığı firma Konya’da yerleşik bir yay imalat firmasıdır. 1979 yılında faaliyetine başlayan firma 2010 yılından bu yana yeni bir anlayış ile müşterilerine hizmet vermeye devam etmektedir. 5 adet CNC, 1 adet yarı otomatik ve 2 adet manuel yay sarım makinesi, 4 adet gerilim giderme fırını, 3 adet otomatik yay taşlama makinesi, muhtelif hidrolik pres ve diğer ekipmanları ile müşterilerine basma, çekme, kurma yay ve tel form gibi ürünler için imalat ve servis sunmaktadır. Çalışan 25 personelin 8’i beyaz yakalı olup beyaz yakalılar içinde mühendis kadrosu 4’tür.

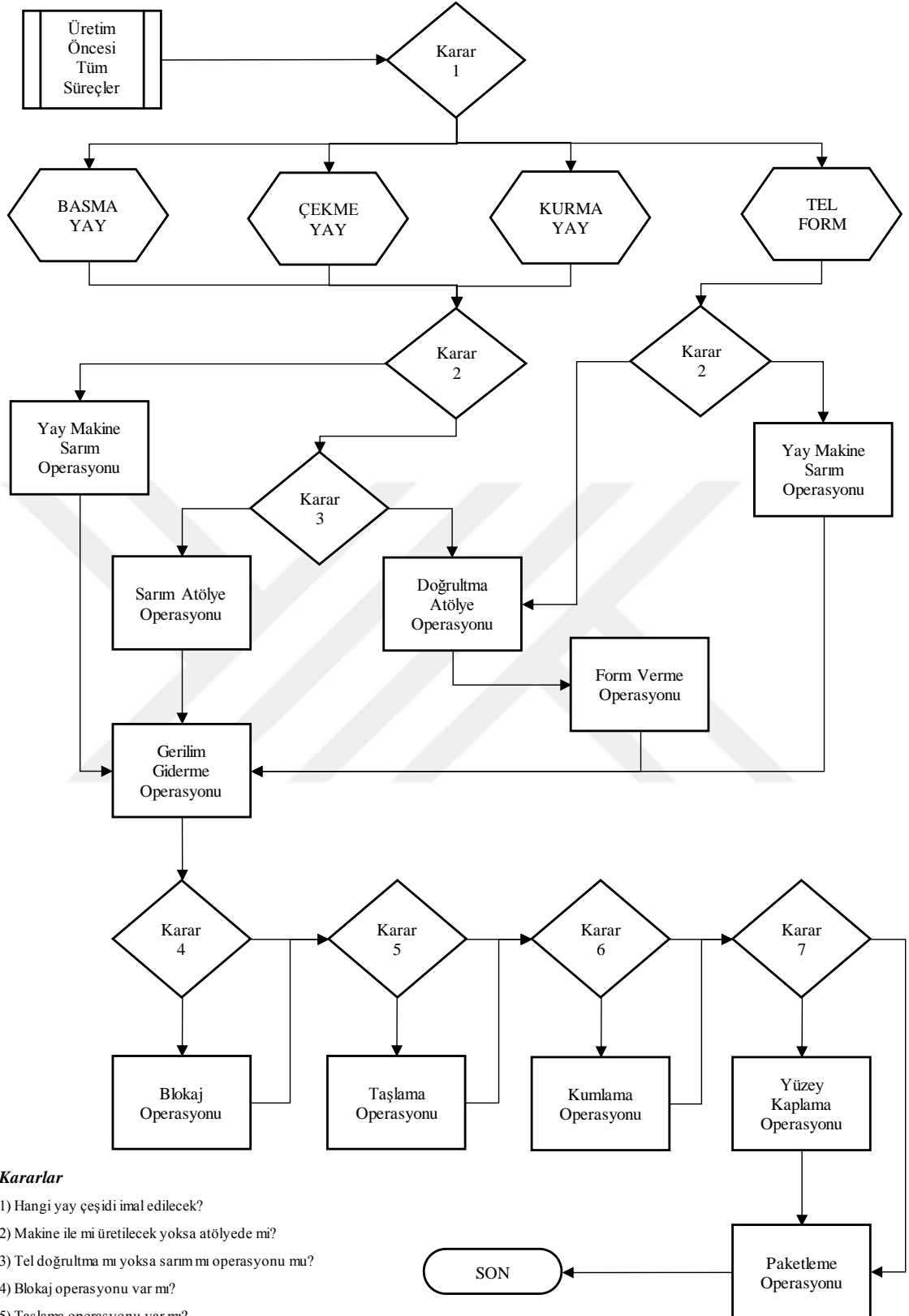
2016-2018 seneleri arasında yapılan pilot çalışmamıza konu olan firmaya ait genel imalat özellikleri, ilgili makineler, bu makinelere ait israf sürelerinin tanımları ve firmanın üretim kültürüne ait bazı terimler çalışmanın daha rahat anlaşılması için sunulmuştur:

3.2.2. Genel İmalat Özellikleri

Materyalin genel tanıtımında da belirtildiği üzere çalışmanın yapıldığı firma yay imalatı yapmaktadır. Yay, kendisine bir kuvvet etki ettiği zaman elastik şekil değiştirme özelliğine sahip genellikle yüksek karbonlu alaşımlı veya alaşımsız mühendislik malzemelerinden imal edilen, belirli bir elastikiyet alanında şekil değişikliğinden dolayı enerji depolayabilen ve kendisine uygulanan kuvvet ortadan kalktığında eski şeklini tamamen alabilen (iyi tasarlanmamış yaylarda kısmen alabilen) ve bu sırada depolanmış olan enerjinin bir kısmını geri veren önemli bir makine elemanıdır. ISO 26909:2009 Yay – Kullanılan Kelimeler uluslararası standardında makine elemanı olarak yay özetle, çalıştığında enerji depolamak ve serbest bırakıldığında ise eşdeğer miktar enerjini geri

vermek amacı ile tasarlanmış mekanik eleman olarak tarif edilmektedir. Firma kuvvetin uygulama şekline göre sınıflandırılan yaylar içinde basma, çekme, kurma yayları ve form telleri imal etmektedir. Basma yay aksenel olarak sıkıştırma kuvvetine direnç gösteren yaylar olarak tanımlanırken çekme yaylar ise ilk hali uzatılmış olan veya olmayan, uzunluğunu arttırmaya çalışan aksenel kuvvete karşı direnç gösteren yay olarak tarif edilmektedir. Kurma yaylar da boylamasına eksenini etrafındaki dönme momentine direnç gösteren yay olarak izah edilmektedir (ISO, 2009). Yay tanımından da anlaşılacağı üzere hammadde olarak yay imalatına uygun çelik teller kullanılmaktadır. Bu teller dairesel kesitli olabildiği gibi, dörtgen kesitli de olabilmektedir. Yapılacak yayın sınıfına ve kullanım alanına göre belirlenen hammadde de çeşitlilik göstermekte olup, nitelikli yayların için gerekli olan alaşımlı teller Türkiye’de üretilmemektedir. Firmanın üretim kabiliyeti dâhilinde olan tel çapları genellikle tel üreticilerinden kangal adı verilen bir paketleme şekli ile teslim edilmektedir. Bu minvalde kangal, belirli çaptaki telin tek parça halinde önceden belirlenmiş bir çapta dairesel biçimde sarılması ile elde edilen paketleme biçimidir.

Yay imalatı için gerekli olan prosesler de yayın cinsine ve sınıfına göre çeşitlilik göstermektedir. Teknolojinin sunduğu imkânların kısıtlı olduğu geçmiş yıllarda yaylar, manuel olarak düşük devirli tornadan bozma, torna benzeri tezgâhlar veya küçük manuel el matkapları ile imal edilmekteydi. Halen bazı yaylar için firma içi üretim olanaklarının el vermediği durumlarda bu yöntemlere başvurulmaktadır. Ancak bu yöntemlerin verimliliği, hızı ve ölçüdeki hassasiyeti günümüz teknolojilerine kıyasla çok düşük seviyelerdedir. Şekil 3.5.’te yay imalatında karşımıza çıkan operasyonlara ilişkin genel hatları ile akış ve bu operasyonların firma içi sistemsal tanımları gösterilmeye çalışılmıştır:



Şekil 3.5. Genel Anlamda Yay İmalatı Akış Diyagramı

- ❖ **Yay Makine Sarım Operasyonu:** Makinede imalatı planlanmış yayların ilk operasyonudur. Yay makine sarım operasyonunda kullanılacak makine, üretilecek yayın çapına göre değişkenlik gösterebilmektedir. Pilot uygulama yapılan firmada 0,20 mm ile 12,00 mm arası olan yaylar CNC veya otomatik makinelerde imal edilebilmektedir. Çalışmamızın asıl üzerinde durmuş olduğu tüm kaynak verimliliği uygulamaları da bu operasyon için yapılmıştır. Kısaca hammadde olarak kullanılan tellerin çapı ve üretilecek olan ürünün sınıfı göz önünde tutularak seçilen makinede ilk şekil değişikliğinin yani nihai ölçüye getirilmek üzere kaba imalatının yapıldığı operasyondur.
- ❖ **Sarım Atölye Operasyonu:** Yapılacak yayların makine parkuru kabiliyeti dışında olması durumunda daha önceden açıklandığı üzere tornadan bozma düşük devirli el ile sarım makinelerinde veya başka ekipmanlarda kaba ölçüye getirilme operasyonudur. Uygulamanın yapıldığı firmada operasyonun yapılabileceği en yüksek tel çapı 15,00 mm'dir. Bazı doğrultma operasyonlarından sonra da helezonik şekil vermek için bu operasyona başvurulmaktadır.
- ❖ **Doğrultma Atölye Operasyonu:** Yay haline getirilecek tellerin bazen kangal halindeyken şekil değişikliğinin yapılması mümkün olmamaktadır. Bunun için teller depolama şekli olan dairesel kangal hallerinden doğrusal şekle getirilip düzeltilmesi ve yaya göre belirlenmiş boyda kesilmesi gerekmektedir. Kısaca, tellerin kangalın şeklinden ve mühendislik özelliklerinden dolayı dairesel gergin biçiminden düz ve istenilen boya ebatlama operasyonu olarak tanımlanabilir.
- ❖ **Form Verme Operasyonu:** Bu operasyona üretim süreçleri içerisinde çeşitli noktalarda ihtiyaç duyulmaktadır. Yay makinede imal edilecek olsa bile ürüne istenen şekillerin verilmesi bazen makinelerde mümkün olmamaktadır ya da makinenin bu formu verebilmesi için gerekli olan ayar süresi imalat için mantıklı değildir. Bir başka iş sıralaması olarak doğrultma operasyonundan çıkan tellerin istenilen şekle gelebilmesi için atölyede çeşitli aparatlarla ve makinelerle form verilmesi gerekmektedir. Bu gibi durumlarda istenilen şekillerin verilebilmesi için atölye işleri olarak da nitelendirebileceğimiz form verme operasyonu çeşitli makine ve aparatlar kullanılarak yapılmaktadır.

- ❖ **Gerilim Giderme Operasyonu:** Yay imalat teknikleri ve kullanılan malzemenin karakteristik özellikleri sebebi ile makine çıkış veya tele şekil verilen operasyonlar sonrasında ürün üzerinde artık ve istenmeyen gerilimler oluşmaktadır. Söz konusu gerilimler yay ömür ve kalitesini etkilemektedir. Bu sebeple yay üzerindeki istenmeyen gerilimlerin alınması için üretilen yaylar belli bir sıcaklıkta ve sürede gerilim giderme operasyonuna tabi tutulmaktadır. Gerilim giderme operasyonu sonucunda yay istenilen ölçülerine, esnekliğine ve ömrüne sahip olmaktadır.
- ❖ **Taşlama Operasyonu:** Genellikle basma yayların kullanıldıkları yerlerde düz bir şekilde durması istenir ve bu şekilde montaj edilir. Taşlama operasyonu üretilen basma yayların alt ve üst yüzeylerinin düzleştirilmesi olarak tanımlanabilir. Kullanılan makineler yay ebatlarına göre değişkenlik gösterebildiği gibi genellikle yatay taşlama makineleri dönen iki taş arasından ters yönde bir kalıpla döndürülen yayların geçirilmesi mantığına dayanmaktadır.
- ❖ **Blokaj Operasyonu:** Basma yaylarda, bir makine elemanı olarak tasarlanacak yayın elastikiyet alanı bazen yay imalatından önce yapılan tasarımın sınırlarını zorlamaktadır. Belirli boyda istenen kuvvetin elde edilmesi sağlanmaya çalışırken yayın gerilimleri de kontrol edilerek kullanım esnasında kuvvet kaybının olup olmayacağı tespit edilir. İlk etapta zor şartlar altında çalışacak yaylar için kullanılan hammadde çeşidi göz önünde tutulur. Başka bir yöntem olarak soğuk veya sıcak biçimde yaylara öncü gerilim verilir. Daha açık tarifi ile yay önceden mühendislik hesapları ile hesaplanmış boya, tasarım ve geliştirme bölümünün tespit ettiği şekil ve miktar ile basılır. Bu şekilde yay kullanılacağı yere gitmeden önce taşıyabileceği tüm gerilimi daha imalat esnasında alır ve üzerindeki kuvvet kaybına neden olacak istenmeyen gerilimi atmış ve boyunda kaybedeceği ölçü payını sağlıklı ve kontrollü biçimde vermiş olur. Yayın çalışacağı yere, yay tasarımına ve kullanılan malzemeye göre bu operasyonda değişik yöntemler mevcuttur.
- ❖ **Kumlama Operasyonu:** Genel bir imalat operasyonu olan kumlama yayın çalışma ömrünü arttırmak için yapılan önemli bir operasyondur. Yayıcılık sektörü için bu amaca özel üretilmiş, bilinen kumlama makinelerinden farklı makineler mevcuttur. Genellikle uzun ömürlü

yaylara (çevrim sayısı $\geq 1.000.000$ çevrim) yapılan bu operasyon, imalat ve hammadde kaynaklı kılcal çatlakların yok edilmesine, imalat yöntemleri gereğince yay üzerinde biriken artık gerilimin giderilmesine ve soğuk dövmeye benzer biçimde malzemenin kabuk bölgesinin sertleştirilmesine olanak sağlamaktadır. Kullanılacak hammadde cinsi, tel çapı, yay cinsi ve kullanım alanına göre bu operasyonda kumlama şiddeti, bilye büyüklüğü ve çapı, süresi gibi noktalar değişkenlik göstermektedir.

- ❖ **Yüzey Kaplama Operasyonu:** Müşteri taleplerine göre yay üzerine galvaniz, statik boya, kataforez boya, pasivasyon gibi kaplamaların yapıldığı operasyondur. Bu tarz hizmetler çalışmanın yapıldığı şirkette dışarıdan hizmet olarak tedarik edilmektedir. Kaplama operasyonu genellikle yayın çalıştığı bölgede korozyon etkilerini geciktirmek veya engellemek için yapılabildiği gibi ayrıca estetik ve görsel kaygı sebebi ile de yapılabilmektedir.

Tüm bu sayılan ve yay üretimi için genel çerçeve oluşturan operasyonlar içinde pilot operasyon olarak yay makine sarım operasyonu ele alınmıştır. TPM'in firmanın tamamında uygulanabilmesi ve işletme bünyesine kalıcı bir şekilde yerleştirilebilmesi için pilot uygulamalar kolay geçiş sağlamaktadır. Bu sayede yönetici kadrodan alt kadroya kadar TPM disiplinin hayata geçirilmesi, işletme dinamiklerini bir anda değiştirmeye zorlamadan mümkün olmaktadır.

3.2.3. Makineler

Bu bölümde bir önceki başlıkta belirtilen pilot çalışmanın yapıldığı operasyona ait makineler izah edilmeye çalışılacaktır. Makineler çalışmayı inceleyenler tarafından daha kolay anlaşılır ve akılda kalır biçimde olması için firma tarafından verilen tanımlamaların aksine, numerik sıra ile adlandırılmıştır. Çizelge 3.1.'de üretim kabiliyeti, model ve menşei gibi bilgiler makinelere verilen isimler ile paylaşılmıştır.

Çizelge 3.1. Makine Özellikleri

	M1	M2	M3	M4	M5	M6
Tel Çapı Aralığı	0,10 - 1,00 mm	0,20 - 1,70 mm	0,70 - 3,00 mm	2,50 - 5,50 mm	4,00 - 12,00 mm	0,50 - 2,70 mm
Makine Çeşidi	Baskı Makinesi	Baskı Makinesi	Baskı Makinesi	Baskı Makinesi	Baskı Makinesi	Form Makinesi
Kontrol Çeşidi	CNC	CNC	CNC	CNC	Yarı Otomatik	CNC
Model Yılı	2014	2014	2015	2010	1950	2013
Menşei	Tayvan	Tayvan	Tayvan	Tayvan	Almanya	Tayvan

Makine üretim kabiliyeti olarak firma, Çizelge 3.1.'de görüldüğü üzere basma ve çekme yayları 0,10 mm tel çapından 12,00 mm tel çapına kadar üretebilirken, form yayları 0,50 mm'den 2,70 mm'ye kadar üretebilmektedir. Çizelgede belirtilen baskı makinesi çeşidi özellikle basma ve çekme yaylarının imal edildiği birkaç eksenli makineleri ifade ederken, form makinesi olarak adlandırılan makine çeşidi ise form yayların yapıldığı çok eksenli karmaşık makineleri temsil etmektedir. Form makinelerinin baskı makinelerine kıyasla üretim hızları düşük ve ayar süreleri oldukça yüksektir. Kontrol çeşidinin makine özellikleri olarak belirtilmesinin sebebi ise makinelerden birinin CNC olmamasından kaynaklanmaktadır. Yarı otomatik makinelerde herhangi bir program ile makine kontrol edilememektedir. Tamamen motorize ve mekanik kamlarla ayarlanan yarı otomatik makineler, hızlı ayar yapılabilmesi için daha önceden yapılan işlere ait bir rehbera yahut tecrübeli operatöre ihtiyaç duymaktadır. CNC makinelere göre üretim hızı ve hassasiyeti düşüktür.

Firmanın önceki senelerden edindiği ancak kayıt altına alınmamış tecrübelerinden istifade ederek, her bir makinenin üretim ve verimlilik çerçevesinde mevsimsel değişkenlikler gösterdiği söylenebilir. Ancak bu bilginin bir karara, bir stratejiye veya bir iyileştirmeye konu olabilmesi için sayısal veriler ile desteklenmesi ve kayıt altına alınması gerekmektedir. Çalışmanın ilerleyen bölümlerinde bu mevsimsel hareketler gözlemlenebilecek ve yorumlanmaya açık hale getirilecektir.

3.2.4. Personel

Önceki başlıklarda açıklanan operasyonların gerçekleştirilebilmesi için belirlenen noktalarda çalıştırılmak üzere insan kaynağı ihtiyacı karşımıza çıkmaktadır. Bununla beraber yay makine sarım operasyonu için istihdam edilen personelin tecrübe sahibi olması ayar sürelerinde meydana gelecek israfların azaltılması noktasında önem arz etmektedir. Pilot çalışmamızın yapıldığı operasyonda kullanılan makineler için istihdam edilen personele firma içinde operatör adı verilmektedir. Çalışma kapsamında üzerinde durulan tüm kaynak verimliliği analizinde operatör performans kayıpları, operatör yokluğu veya yetersizliği kaynaklı olabildiği gibi operatörün istenilen düzeyde çalışmaması kaynaklı da gerçekleşebilmektedir. Bu açıklamanın bu noktada yapılması, iyileştirme konularının izahatında bu çalışmadan faydalananlar için kolaylık sağlayacaktır.

3.3. TPM Uygulaması

TPM yaklaşımını bünyesine almayı ve uygulamayı isteyen bir firma, çoğu görev ve alışkanlıklarında köklü değişikliklere gitmek zorundadır. Bunun yanında tüm

çalışanların yetki ve sorumluluklarına ait geleneksel kalıpların terkedilmesi ve üstesinden gelmesi gereken ek sorumluluklara ve görevlere alışılması gerekmektedir. Bu sebeple organizasyonun en alt seviyesinden en üst seviyesine kadar tüm düzeylerin katılımını sağlayacak bir anlayış ve disiplinin ortaya konulması; bu yapının da devamlılığının sağlanması istenmektedir. Buna bağlı olarak TPM komiteleri geçiş, kuruluş ve sürdürülebilirlik için yapılacak çalışmalarda çoğunlukla organizasyonun bir kısmında veya tümünde değişime karşı meydana gelen dirençle baş etmek zorunda kalmaktadır. Bilinen bu gerçek doğrultusunda çalışmada, iyi bir sistemin kurulabilmesi ve bu gibi dirençlerin en düşük seviyeye çekilebilmesi için birinci aşama olan hazırlık adımı en iyi şekilde gerçekleştirilmiştir. Ardından yürürlüğe sokulan başlangıç uygulaması aşaması, organizasyon bünyesinde TPM yaklaşımının reel anlamda başladığı aşamadır. Bu aşama çerçevesinde firma bünyesinde ön hazırlık çalışmaları yapılmış ve yeniden yapılanma adı altında eğitimler verilmiştir. Üçüncü aşama olan TPM uygulaması aşamasında, tespit edilen verimsiz faaliyetler ve israf başlıkları detaylandırılmış, bunların iyileştirilmesi için birimler arası ortak çalışmalar yapılmış, bunun yanında kaliteli bir bakım sistemi için gerekli prosedür ve talimatlar güncellenmiştir. Üretim ve planlama noktasında bilgilerin sağlıklı biçimde akışını ve kayıt altına alınmasını sağlayacak sistemler devreye alınmıştır. Son aşama olan TPM stabilizasyonu aşamasında sürekli iyileştirme gruplarının kurulmuş ve çeşitli zaman periyotları içinde alınan veriler neticesinde daha yüksek hedefler için hedef planları oluşturulmuştur. Devamlılığının sağlanması ve geçmiş dönemlere kıyasla gelecek dönem seviyelerinin yükseltilmesi için çeşitli analizler ve uygulamalar ile uygun işletme koşulları geliştirilmiştir. Sonuçlar ayrıca maliyetleri ve tasarrufları bakımından incelenmeye çalışılmış bu sayede firmaya olan katkıları somut biçimde ele alınmıştır.

3.3.1. Aşama 1: Hazırlık

1. Adım: TPM yaklaşımının firmaya olan uygulamasına başlanılmadan önce şirket sahiplerine TPM hususunda bilgilendirme yapılmış ve bunun firmaya sağlayacağı katkılar izah edilmiştir. Bu uygulama neticesinde firmadaki imalat süreçlerinde meydana gelen israfların neler ve ne kadar paya sahip olduğunun tespit edilmesinin firma gelişiminde isabetli noktasal odaklanmalara ve iyileştirmelere ortam hazırlayacağı anlatılmıştır. Yönetim ile gerçekleştirilen fikir birliğinin firmanın tamamına bir değişim iradesi olarak yansıtılması için 2015 yılı üçüncü çeyrek sonu yönetim gözden geçirme toplantısında söz konusu uygulama hususunda tüm birimlere değişim kararı deklere edilmiştir. Yılsonu yapılacak olan 2016 yılı bütçe toplantısında görüşülmek üzere bütçe tahminleri istenmiştir.

2. Adım: Pilot bölge olarak seçilen makine parkurlarında istihdam edilen operatörlere ve yönetici kadrosunda projeye dâhil olacak personellere tevdi edilecek görevlere göre ayrı düzeylerde eğitim planları hazırlanmıştır. İlk aşama eğitimi olarak yönetici kadrosuna TPM'in ne olduğunu ve önemini anlatan eğitimler organize edilmiştir. Operatör ve diğer ilgili personellere de işletme israflarından bahsedilmiştir. Bunun yanında TPM'in işletilmesi esnasında karşılarına çıkacak kayıt sistemlerine ve yeni görevlerine adaptasyon için eğitimler verilmiştir. Katılımı sağlamak adına da kendilerinden istenilecek kayıtların hangi noktalarda kullanılacağı izah edilmiştir. TPM'in verimlilik ölçme analiz yöntemi olan tüm kaynak verimliliği (ORE) yöntemi, tespit edilen israfların kaynaklarını belirlediği ve sürekli iyileştirilmesine olanak sağladığı için diğer gerekli olan eğitim programları bu yöntemle katkı sağlayacak şekilde organize edilmiştir. TPM'in hazırlık safhasında 2015 yılı sonu itibari ile ön görülen eğitimler ve bunlara ilişkin bütçe aşağıdaki Çizelge 3.2'de sunulmuştur:

Çizelge 3.2. Eğitim Konuları ve Bütçesi

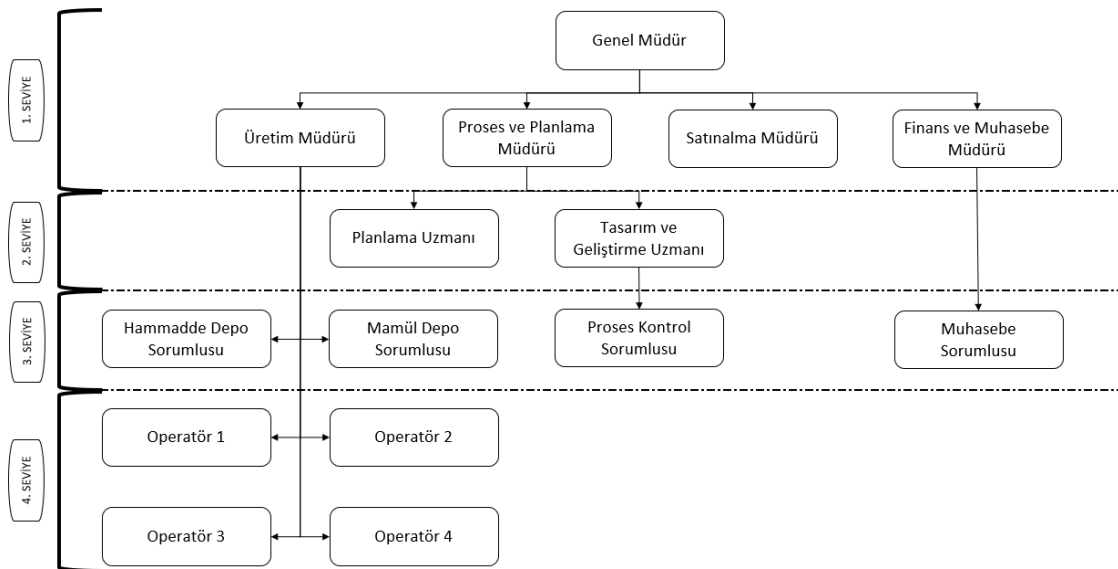
Eğitim Konusu	Planlanan Saat	Bütçe	2016				2017				2018						
			1.	2.	3.	4.	1.	2.	3.	4.	1.	2.	3.	4.			
Hedeflerle Yönetim	4 saat	\$400,00	X														
Yalın Liderlik	2 saat	\$200,00	X														
Sürekli İyileştirme	8 saat	\$700,00		X													
Odaklanmış İyileştirme	2 saat	\$200,00		X													
Öncesi-Sonrası	2 saat	\$200,00		X													
5S - Görsel İşletme	4 saat	\$350,00			X												
Problem Çözme Teknikleri	4 saat	\$550,00			X												
Hata Türleri ve Etkileri	8 saat	\$700,00			X												
Kalite Maliyetleri	4 saat	\$350,00				X											
İstatistikî Proses Kontrol	8 saat	\$900,00					X										
Girdi Kalite Kontrol	4 saat	\$350,00						X									
Son Kalite Kontrol	4 saat	\$350,00						X									
Proses Kontrol	4 saat	\$400,00							X								
Planlı - Periyodik Bakım	4 saat	\$550,00											X				
Planlı - Uyarıcı Bakım	4 saat	\$550,00											X				
Planlı - Önleyici Bakım	4 saat	\$550,00											X				
SMED	4 saat	\$700,00												X			
Yönetim Bilişimi	7 saat	\$1.200,00	X				X						X				
Firma İçi	24 saat	\$1.200,00	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X
TOPLAM	105 saat	\$10.400,00					46 saat			28 saat				24 saat			

Eğitim konuları belirlenirken TPM yaklaşımının uygulaması esnasında olası karşılaşılabilecek problemler ve kullanılması ön görülen yöntemler tahmin edilmeye çalışılmıştır. Profesyonel destek alacak firmaların eğitimlerin belirlenmesi noktasında

hızlı yol alacakları aşikârdır. Çünkü insan temelli bu tip yaklaşımlarda önceki tecrübeler oldukça değerlidir. Bunun yanında personellerin iş geliştirme konularında firmaya ve kendilerine katkı sağlayacağını düşündükleri eğitim konuları ayrıca birim sorumluları ile ele alması gerekmektedir. Bu şekilde hem firmanın birimlerine ait eksiklerin ortaya çıkması kolaylaşacak hem de personel yönlendirmeleri birim sorumluları ile daha etkin biçimde yapılacaktır.

2016, 2017 ve 2018 yıllarına ait üçer aylık periyotlar şeklinde hazırlanan eğitim planı için kesin eğitim takvimleri çalışmanın başında ilgili komiteye devredilmiş olup üç yıllık tahmini bütçenin 10.400 USD olması planlanmıştır. 2016 senesi için 46 saatlik, 2017 senesi için 28 saatlik ve son yıl olan 2018 senesi için de 24 saatlik bir eğitim süresi düşünülmüştür. Söz konusu eğitimler TPM ekibi içindeki personel seviyelerine uygun ve yeni verilecek görevlerine paralellik arz edecek şekilde organize edilmiştir. TPM uygulamasının yapılması için firma dışı paydaşlarla olan etkileşim bu adımda ortaya çıkmakta ve firma yönetiminin bu etkileşimleri en iyi biçimde yönlendirmesi gerekmektedir.

3. Adım: Bu adım TPM organizasyonunun kurulduğu, başka bir deyişle görev tanımlarının oluşturulduğu ve sorumlulukların belirlendiği kısımdır. Çalışmanın çerçevesi ve işletmenin potansiyeli göz önünde bulundurularak pilot bölgeyi ilgilendiren pozisyonlar için asgari düzeyde bir organizasyon şeması Şekil 3.6.'da sunulmuştur. Şemadaki seviyeler eğitim ve idari konularında referans olarak kullanılmıştır.



Şekil 3.6. Pilot TPM uygulamasında görev alacak personele ait organizasyon şeması

Yapısal çerçevesi çizilmiş olan organizasyon şemasına ait firma içi görevler bu çalışmanın direkt konusu olmadığı için detaylandırılmamıştır. Ancak TPM pilot uygulama çalışmamız ile oluşturulacak yürütme gruplarına atanan personel, bunlara ait görev tanımları ve sorumluluklar tespit edilmiş, detaylandırılmıştır. Bu şekilde personelin uygulamaya ait efor payı çıkarılmış ve pilot uygulama için personel bütçesi tahmin edilmiştir.

Ülkemizde TPM sistemini belgelendirmek için JIPM ile çalışan ve ödül kazanan firmaların uygulama çalışmalarına göz gezdirildiğinde genel çerçevede TPM yürütme komiteleri olarak belirlenen komite sayısı dokuz olup aşağıdaki şekilde sıralanmıştır:

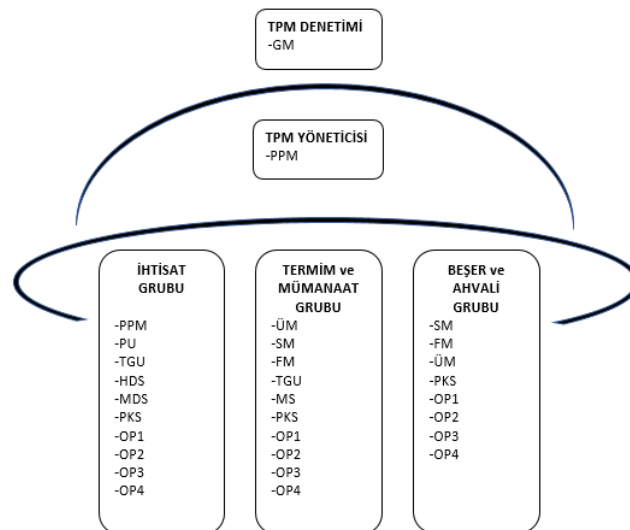
- Yalın Üretim Komitesi
- Odaklanmış İyileştirme Komitesi
- Otonom Bakım Komitesi
- Planlı Bakım Komitesi
- Eğitim Komitesi
- Ürün ve Ekipman Komitesi
- Kalite Bakım Komitesi
- Ofis TPM Komitesi
- İş Güvenlik, Sağlık ve Çevre Komitesi

TPM üzerine çalışma yapacak olanlar firmalarda uygulama yapacak ekipler ve bunların bağlandığı komitelerin sayıca fazla olması, yetersiz kaynağa sahip olanlar için idare ve kontrol noktalarında zafiyetler meydana getirebilir. Hatta komitelerin alt komitelere dallandırıldığı durumlarda, firma içinde karar vericilere yapılacak raporlamalar daha karmaşık ve toplantılar daha verimsiz geçebilmektedir. Komiteleri icra kuruluna rapor verecek bir üst seviyeye bağlamak ya da icra kurulunu oluşturan üyeleri belli komitelere direkt olarak dahil etmek bilgi ve idare silsilesini daha kolay kılabilir. Çalışmamız işletmenin tamamını kapsayan bir çalışma olmadığı, belirli bir bölgedeki makine parkuru ve süreçleri ele alan pilot uygulama olması sebebi ile firma kaynakları da göz önünde tutularak TPM'in yürütülmesi, raporlanması ve kontrolünün kolay ve hızlı ifa edilmesi amacı doğrultusunda TPM organizasyonu öz ve kapsayıcı bir biçimde şekillendirilmiştir. Genel çerçevede standart kabul edilen komiteler, TPM uygulanmak ve yürütmek adına bu çalışmada daha kapsamlı grup adı verilen üst yapılar altında toplanmıştır. Çizelge 3.4.'te detaylandırılan yapı ile firma içinde uygulamaların ve yönetim için alınacak kararların daha hızlı ve esnek bir yapıya sokulması amaçlanmıştır.

Çizelge 3.4. Belirlenen Gruplar ve Görevleri

Grup Açıklaması	Bağlanan Komite Açıklaması	Görevler
İhtisar Grubu	Yalın Üretim Komitesi	Teslim sürelerinin düşürülmesi
		Katma değer sağlamayan işlerin yok edilmesi
	Odaklanmış İyileştirme Komitesi	İsrafların tespit ve elimine edilmesi
		Toplam Kaynak Verimliliğinin artırılması
	Ofis TPM Komitesi	Bağlı süreçlerin geliştirilmesi
		Veri işleme ve iletme sisteminin geliştirilmesi
Termim ve Mümanaat Grubu	Kalite Bakım Komitesi	Hatalı üretim ve hurdanın engellenmesi
		Kabul-Proses-Son Kontrol sisteminin geliştirilmesi
	Otonom Bakım Komitesi	Operatörlerin makine aidiyet duygusunu geliştirmek
		Genel temizlik ve kontrol işlerinin yapılmasını sağlamak
	Planlı Bakım Komitesi	Planlı, uyarıcı ve önleyici bakım sistemini geliştirmek
		Arıza kaynaklarının yok edilmesini sağlamak
	Ürün ve Ekipman Komitesi	Üretimi kolay ürün ve üretimi kolaylaştıracak aparat tasarımı
		Arıza yapmayacak ve kullanışlı ekipman temini
Beşer ve Ahvali Grubu	Eğitim Komitesi	Mevcut insan kaynağının bilgi ve becerisini arttırmak
		İhtiyaç duyulan seviyedeki insan kaynağını temin etmek
	İş Güvenlik, Sağlık ve Çevre Komitesi	Sağlıklı ve sıfır kaza için sistemlerin kurulması
		Çevreye duyarlı ve kirlenmeyen sistemlerin kurulması

Yukarıda gruplara firma organizasyon şemasında yer alan personelin ataması aşağıdaki Şekil 3.7.'de gösterilmiştir. Atamalar ilgili grupların görevleri göz önünde bulundurularak, personelin pozisyonu itibari ile elinde bulundurduğu yetkilere ve personelin tecrübelerine dayandırılmıştır. Ayrıca TPM uygulaması esnasında ortaya çıkacak iş yükü de göz önünde tutularak gruplara eşit iş yükü dağıtılmaya çalışılmıştır.



Şekil 3.7. TPM Organizasyon Şeması

TPM alışlagelmiş sistemlerde olduğu gibi temelde tek adam yönetimine ve emir komuta sistemine dayanmaktadır. Bu şekli ile kısa dönemde yüksek üretkenlik elde edilebilmesine rağmen devamlılık uzun periyotlarda riskli ve zor olmaktadır. Bu durum güvenilirliği azaltmakta ve uzun süreli üretimde üretkenlikte düşüş meydana getirmektedir. Bunun önüne geçebilmek için tüm çalışanların katılımının sağlandığı bir yönetim tarzı benimsenmeli gruplar kendi kendine karar verip kontrol edebilen bir mekanizma temeline oturtulmalıdır. Bu şekilde üretkenlikte devamlı gelişme elde edilmiş olunacak ve güvenilirlik de buna paralel olarak artacaktır (Ersöz ve ark., 2018).

Şekil 3.7.'de fark edileceği üzere Genel Müdür pozisyonu TPM organizasyonun denetimine, Proses ve Planlama Müdürü de TPM yönetimine atanmıştır. TPM yöneticisinin gruplar ile ayrı ayrı gözden geçirme toplantıları yapıp özet rapor halinde Genel Müdür'ün kontrolüne sunması şeklinde bir silsile tasarlanmıştır. Pilot bölgede görev alacak tüm operatörler, belirlenen üç gruba da dahil edilmiş ve bu şekilde tüm operatörlerin gelişime olan katkıları ve tavsiyeleri en üst düzeye taşınması hedeflenmiştir. Görevleri belirlenen personellerin TPM uygulama süreci içerisinde alacağı eğitimlerin de planlanması gerekmektedir. 2. adımda alınması planlanan eğitimler ve tahmini bütçeler arz edilmişti. Ancak daha önce de belirtildiği üzere tahmini personel bütçesini çıkarabilmek ve verilecek eğitimlerin daha programlı ve verimli olmasını sağlamak açısından, eğitim konuları ve eğitimi alacak personelin de eşleştirilmesi gerekmektedir. Aşağıdaki Çizelge 3.5'te bu husus ele alınmıştır:

Çizelge 3.5. Eğitim Planı

Organizasyon Seviyesi =>		1					2		3				4				
Pozisyon Açıklaması =>		GM	SM	FM	GPM	ÜM	PU	TGU	MS	HDS	MDS	PKS	OP1	OP2	OP3	OP4	
Toplam Eğitim Saati =>		Σ	9	13	17	55	55	45	45	11	33	33	34	33	33	26	
Yıl	Eğitim Konusu	Σ	s	s	s	s	s	s	s	s	s	s	s	s	s	s	
2016	Hedeflerle Yönetim	4	4														
	Yalın Liderlik	2	2														
	Sürekli İyileştirme	8				6			1			1					
	Odaklanmış İyileştirme	2				1				1							
	Öncesi-Sonrası İyileştirme	2				1				1							
	5S - Görsel İşletme	4					2						2				
	Problem Çözme Teknikleri	4	4														
	Hata Türleri ve Etkileri	8				4				2			2				
	Kalite Maliyetleri	4			4												
	Yönetim Bilişimi	2	1								1						
Firma İçi	6									6							
2017	İstatistikî Proses Kontrol	8				6				1			1				
	Girdi Kalite Kontrol	4				3			1								
	Son Kalite Kontrol	4				3				1							
	Proses Kontrol	4				3					1						
	Yönetim Bilişimi	3	1								1						+1
	Firma İçi	12									6						+6
2018	Planlı - Periyodik Bakım	4				2				1			1				
	Planlı - Uyarıcı Bakım	4				2				1			1				
	Planlı - Önleyici Bakım	4				2				1			1				
	SMED	4				3						1					
	Yönetim Bilişimi	2	1								1						
	Firma İçi	6									6						

OP4 kısaltmalı operatör 2017 yılında istihdam edilecek olması sebebi ile 2016 yılında alınması planlanan TPM'in uygulanması için kullanılacak bilgilerin aktarıldığı eğitimlere katılamayacaktır. Telifisi için 2017 yılında yönetim bilişimi ve firma için eğitim başlıkları altında ilave 1 ve 6 saatlik eğitimler ön görülmüştür.

Eğitim saatleri belli olan personelin TPM uygulaması ve yürütmesi için toplam çalışma zamanının içinde ne kadar bir efor payı ayırması gerekeceği tahmini olarak çıkartılmıştır. Bu tahminde ön görülmüş planlı toplantılar, grupların sorumlulukları çerçevesinde yapılması gereken faaliyetler ve hazırlanması gereken dokümanlar, alınacak eğitimler ve diğer hususlar dikkate alınmıştır. Yönetim toplantıları noktasında yapılması planlanan toplantıları özetletmek gerekirse; organizasyon şemasında birinci ve ikinci seviye personellerin (genel müdür hariç) haftalık grup toplantıları düşünülmüş ve üçer aylık dönemlerde de genel durum değerlendirme ve GM'ye mevcut durumun arzı için

toplantılar planlanmıştır. Personel toplantıları organizasyon şemasında ikinci seviye ve altında bulunan tüm personelin aylık birer saat olmak üzere ilgili ayı gözden geçirme toplantısı olarak planlanmıştır. Çizelge 3.6.'da personele ait tahmin edilen efor çizelgesi paylaşılmıştır. Maliyet hesaplanması için çalışmada görev alacak olan personelin organizasyon seviyeleri göz önünde bulundurularak tespit edilen ortalama saatlik ücretleri, tahmin edilen bu personel efor saati ile çarpılmıştır. Sonuçlar yıllık olarak toplanmış ve yıllık bedeller elde edilmeye çalışılmıştır. Bu şekilde ilgili her pozisyon için personel bütçesi çıkarılmış, TPM pilot uygulamasının personel ve eğitim konularındaki toplam bütçesi tahmin edilmeye çalışılmıştır:

Çizelge 3.6. Personel Efor Çizelgesi

Pozisyon Açıklaması =>		GM	SM	FM	GPM	ÜM	PU	TGU	MS	HDS	MDS	PKS	OP1	OP2	OP3	OP4
Efor Tanımı	Periyot	s	s	s	s	s	s	s	s	s	s	s	s	s	s	s
Yönetim Toplantıları	s/Hafta		0,5	0,5	0,5	0,5	0,5	0,5								
	s/3 Ay	2	1,5	1,5	2	1,5										
Personel Toplantıları	s/Ay						0,5	0,5	0,5	0,5	0,5	0,5	0,5	0,5	0,5	0,5
Faaliyetler	s/Gün		0,25	0,25	0,5	0,5	1	1	0,25	0,25	0,25	1	0,25	0,25	0,25	0,25
Dokümantasyon	s/Gün						1	1	0,25	0,25	0,25	1	0,25	0,25	0,25	0,25
Diğer	s/Hafta		0,5	0,5	0,5	0,5	0,5	0,5	0,5	0,5	0,5	0,5	0,5	0,5	0,5	0,5
2016 Efor Saat/Yıl =>		8	114	114	176	174	534	401	113	113	150	383	150	150	150	0
2017 Efor Saat/Yıl =>		8	114	114	176	174	534	534	150	150	150	510	150	150	150	150
2018 Efor Saat/Yıl =>		8	114	114	176	174	534	534	150	150	150	510	150	150	150	150

Yukarıdaki verilen Çizelge 3.6.'da resmi çalışma günleri ve hesap kolaylığı göz önüne alınarak yıl 12 ay, 48 hafta ve 240 iş günü olarak kabul edilmiştir. Pozisyon kısaltması TGU, MS, HDS ve PKS olan personellerin 2016 yılı ikinci çeyrekte itibaren istihdam edileceği düşünülerek, 2016 yılındaki eforları bu çerçevede hesaplanmıştır. Yine pozisyon kısaltması OP4 olan personelin 2017 yılı itibari ile istihdam edileceği düşünüldüğünde 2016 yılı eforu 0 (sıfır) saat olarak kayıt edilmiştir. Eğitim ve efor zamanları çıkarılan personelin yıllara ait özet toplam tablosu Çizelge 3.7.'de verilmiştir:

Çizelge 3.7. Personel Toplam Zaman

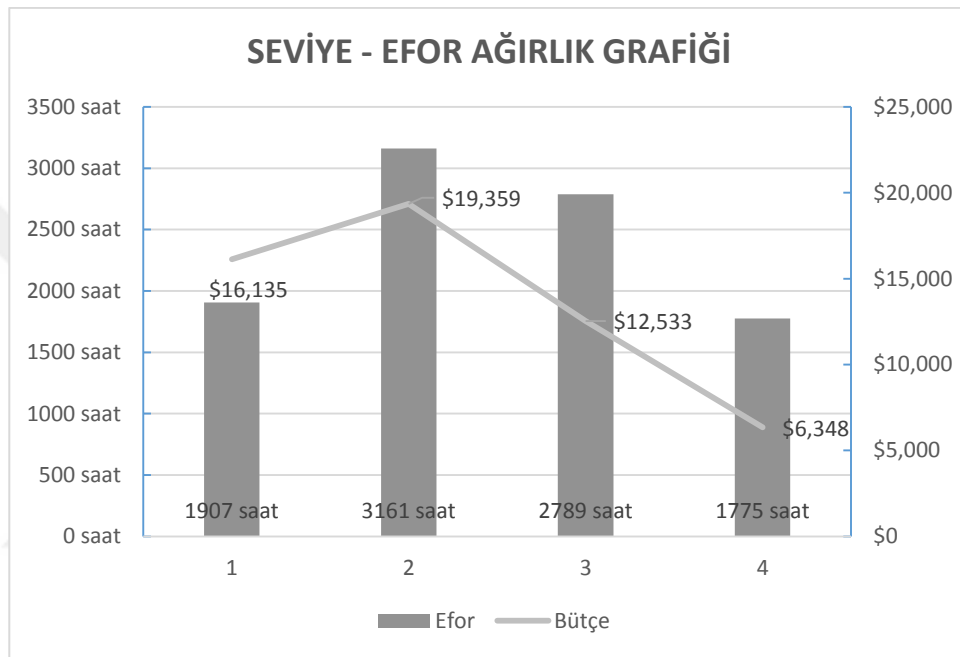
Yıl =>		2016			2017			2018		
Seviye	Pozisyon	Eğitim	Efor	Toplam	Eğitim	Efor	Toplam	Eğitim	Efor	Toplam
1	GM	7	8	677	1	8	621	1	8	609
	SM	11	114		1	114		1	114	
	FM	15	114		1	114		1	114	
	GPM	29	176		16	176		10	176	
	ÜM	29	174		16	174		10	174	
2	PU	19	534	972,5	16	534	1100	10	534	1088
	TGU	19	400,5		16	534		10	534	
3	MS	8	112,5	807,5	2	150	989	1	150	992
	HDS	14	112,5		9	150		10	150	
	MDS	14	150		9	150		10	150	
	PKS	14	382,5		9	510		11	510	
4	OP1	14	150	492	8	150	639	11	150	644
	OP2	14	150		8	150		11	150	
	OP3	14	150		8	150		11	150	
	OP4	0	0		15	150		11	150	

Personel bütçesini oluşturulurken organizasyon seviyeleri baz alınmış ve her seviye için ortalama 2016 yılı saatlik USD bazında maliyetler belirlenmiştir. Bu ortalama maliyetler sigorta, servis, yemek gibi diğer giderler de ilave edilerek hesaplanmıştır. Yıllık çalışma saati 2160 saat/yıl olarak alınmış ve personel maliyetlerinde her sene %2'lik bir artış ön görülmüştür. Bu çerçevede TPM sisteminin firma bünyesine alınması, müşteri istekleri ve talepleri doğrultusunda firmanın şekillendirilmesi, üretim-planlama-kalite-bakım sistemlerinin kurulması adına personele ait maliyet bütçesi, çalışmanın yapıldığı periyot aralığı için Çizelge 3.8.'deki gibi ön görülmüştür. Efora ilişkin gerçekleşen değerlerin takibi oldukça zor olmasından dolayı, personellerin tamamının planlanan efor çizelgesine uyduğu ve bu şekilde katkı sağladığı kabul edilecektir. İstenirse bu takibi sağlayacak sistem firmalar tarafından kurulabilir.

Çizelge 3.8. Personel Bütçesi

Seviye	2016 Ücret USD/s	TOPLAM		2016		2017		2018	
		Saat	USD	Saat	USD	Saat	USD	Saat	USD
1	\$8,30	1907,0	\$16.135	677	\$5.619	621	\$5.257	609	\$5.259
2	\$6,00	3160,5	\$19.359	972,5	\$5.835	1100	\$6.732	1088	\$6.792
3	\$4,40	2788,5	\$12.533	807,5	\$3.553	989	\$4.439	992	\$4.541
4	\$3,50	1775,0	\$6.348	492	\$1.722	639	\$2.281	644	\$2.345
Personel Bütçesi		\$54.375		\$16.729		\$18.709		\$18.937	
Eğitim Bütçesi		\$10.400		\$4.450		\$2.800		\$3.150	
Toplam Bütçe		\$64.775		\$21.179		\$21.509		\$22.087	

Çizelge 3.8. incelendiği zaman, üç dönem için eğitim ve personel maliyetleri toplamının dengeli biçimde dağıldığı görülmektedir. Bu şekli ile firmanın çalışmanın yapılabilmesi için planlanan kaynak toplamı 75.054 USD'dir. Maliyet içerisinde bulunan personel bütçesi ile alakalı olarak ayırması gereken kaynak 64.654 USD ve eğitim bütçesi ile alakalı olarak sağlaması gereken kaynak da 10.400 USD'dir. Bu çizelge aracılığı ile seviyeler arası proje efor ve maliyetler ağırlıkları ele alındığında aşağıda gösterilen Şekil 3.8. karşımıza çıkmaktadır:



Şekil 3.8. Seviye – Efor Ağırlık Grafiği

Şekil 3.8.'de gösterilen grafiğe göre planlanan eforlar haricinde olası karşımıza çıkabilecek işleri mümkünse 4. seviye personel üzerinde toplamak asgari düzey ek maliyetle dengeli bir efor dağılımı için ideal seçim ve yönlendirme olacaktır.

4. adım: Organizasyon şeması çıkarılan TPM'in prensiplerinin belirlendiği ve hedeflerinin konulduğu aşama olan bu adımda, TPM'den önce tespit edilen ve üzerinde durulması gereken zorluklar, ulaşılmak istenen durum ve diğer firmaların durumları üzerine bir kıyaslama yapılmıştır. Ardından hedefler belirlenmiş ve yapılacak faaliyetlerin etkileri tahmine edilmeye çalışılmıştır.

TPM uygulamalarına başlamadan önce pilot bölgede yapılan gözlemler ve birim sorumluları ile yapılan mülakatlar neticesinde aşağıdaki problemler tartışılmış ve firmayı TPM uygulamalarına götüren genel çerçevedeki sebepler olarak kaydedilmiştir:

- Üretim süreçlerinde istenilenden daha düşük tahmin edilen ORE seviyesi
- Firma vizyonu ve piyasa şartları paralelinde değişen müşteri portföyünün artan kalite beklentisini karşılayamayan kalite seviyesi
- Yetersiz bakım&onarım prosedürü
- Birimler arası yetersiz koordinasyon ve etkileşim
- Planlama ve kalite için kullanılan güncel veri yönetim sisteminin büyüyen firma şartlarına göre hantal ve karmaşık bir yapıda kalması
- Güvenilir olmayan, düzensiz hammadde stok yapısı ve yetersiz malzeme ihtiyaç planlaması
- Kişisel ve sezgisel kararlara bağlı plansız satınalma faaliyetleri
- Personelin firma gelişimine katkı sağlayacağı bir sisteme olan gereksinim

Yukarıda sayılan ve genel hatları çizilen mevcut durum, aşağıdaki amaçlar çerçevesinde iyileştirilerek ulaşılmak istenen durum ortaya konulmuştur:

- Tüm kaynakların en etkili biçimde kullanılmasını sağlamak
- İsrarlar sebebi ile kullanılmayan üretim potansiyellerini keşfetmek ve bu yolla en az yatırım maliyeti ile kapasite ve verimi arttırmak
- Önüne geçilen israrlar ile artan ihtiyaçların karşılanabilmesini sağlamak
- Üretim maliyetlerini düşürmek
- Geçmiş dönemlere ait verilerin muhafaza edilmesini ve ileriye dönük kararlar alınırken anlamlandırılıp kullanılmasını sağlamak
- İzlenebilirliği sağlanmış sağlam ve güvenilir bir kalite sistemi kurmak
- Çalışanların iştirakini sağlayacak bir sistem kurmak

İstenen duruma ulaşmak noktasında firma içinde TPM uygulamaları için belirlenen prensipler ise şu şekildedir:

- Değişime karşı sabırlı, kararlı ve yapıcı olmak
- Hedeflere kitlenmek ve sorun odaklı değil çözüm odaklı çalışmak
- Karşılaşılabilecek dirençleri eğitim ve diyalog ile çözüme kavuşturmak
- İnsan kaynağını uygulamalarda ve iyileştirmelerde ön plana koymak
- Çalışanların morallerini yüksek tutmak
- Tüm konular hakkında istişare yapmak ve karar vericilerin istişarelerden sonra verdiği karar saygı duymak ve destek olmak
- Departmanlar veya çalışanlar arası çıkabilecek problemleri çözüme kavuşturmak adına iyi niyeti ve güveni temel almak

Ülkemizde çalışmanın yapıldığı firmanın bulunduğu sektörde faaliyet gösterip, TPM çalışması yaptığını ilan etmiş ve sonuçlarını paylaşmış bir firma tespit edilememiştir. Ancak Türkiye üretim sektörlerinin geneline bakıldığında titiz ve azimli bir şekilde TPM çalışmaları yapan ve JIMP tarafından ödüllendirilen firmalar olduğu görülmektedir. Bunlar arasında Mercedes Benz Türk, Arçelik, Vestel, Eczacıbaşı ve Eti gibi çok büyük grup ve şirketler uzun yıllar bu uygulamadan daha iyi sonuç elde edebilmek için çalışmaktadır. Uluslararası bazda inceleme yapıldığında ise özellikle otomotiv sektöründen Toyota ve yan sanayi şirketlerinin tamamı, Nissan, Honda gibi Japon firmalarında yaygın olarak görülmektedir. Otomotiv sektörünün dışında Toshiba, Tetrapak, Unilever gibi firmalar da TPM uygulamaları ile başarıları kazanmışlardır. Yayımlanmış sektörüne uluslararası ölçekte bakıldığında İran'da yerleşik Khavar Spring Manufacturing (KSM) karşımıza çıkmaktadır ve firma 2003 yılında TPM uygulamalarına başlamıştır (Enaghani ve ark., 2009). Bu vesile ile karşılaştırma yapılacak firmalar özellikle uygulamanın yapıldığı firma ile benzer sektörlerde faaliyet gösteren firmalar arasından seçilmiş ve çalışmaları aşağıdaki şekli ile özetlenmiştir:

DEMİSAŞ, 2010 yılında TPM çalışmalarına başlamıştır. Metal Dünyası Dergisi'nin DEMİSAŞ Genel Müdürü ile yaptığı röportajda firma çalışanların %95'inin katılımın sağlandığı bir sistem kurulmuş ve çalışanlardan gelen önerilerin %60'ı iyileştirme projesine dönüştürüldüğü belirtilmiştir. 2014 yılında 7. Uluslararası Ankiros Döküm Kongresinde söz alan DEMİSAŞ firmasının Genel Müdürü'nün (Yaşar, 2014) yapmış olduğu sunuma göre üretkenlikte %31 gibi bir artış sağlanmıştır. Bunun yanında ergonomik olarak çalışma koşulları da iyileştirilmiş ve ortamdaki ses düzeyi 98 dB'den 68 dB'ye düşürülmüştür. 2014 yılı itibari ile geline nokta OEE %56'dan %81'e yükseltilmiş, müşteri şikayetleri %30 oranında azaltılmış, arıza duruşları %80 oranında yok edilmiş, ara stoklar %37 oranında azaltılmış, teslim süreleri %70 oranında iyileştirilmiştir.

ARÇELİK, 2001 yılında TPM çalışmalarına başlamıştır. Firmanın temel amacını "verimsizliklerin arkasında saklanmış gizli fabrikayı ortaya çıkararak en az yatırımla kapasiteyi yaklaşık %50 arttırmak ve dünyanın en verimli buzdolabı işletmesi olarak rekabette üstünlük sağlamak" olarak belirtilmiştir. Makine Mühendisleri Odası İzmir Şubesi çatısı altında faaliyetlerini sürdüren ve çeşitli kongre, kurultay ve konferanslar organize eden Endüstri İşletme Mühendisliği Meslek Dalı Komisyonu'na ait bir sitede paylaşılan 2008 tarihli bir sunumda (Sayer, 2008) ARÇELİK firmasının TPM hikâyesi paylaşılmıştır. Buna göre yapılan çalışmalar neticesinde dar boğaz olarak belirlenen

noktalarda kurulum ve ayarlama sürelerinde 4 kata varan iyileştirmeler elde edilmiştir. 2002 ile 2007 yılları arasında toplam 612 adet odaklanmış iyileştirme ve 2534 adet önceden iyileştirme yapılmış ve toplamda 10,8 milyon € iyileştirme geliri elde edilmiştir. Ara stok değeri de 3,2 milyon €'dan 1,7 milyon €'ya düşürülmüştür. Son olarak OEE analizi sonuçlarına göre montaj bandı çevrim süresinin 40 saniye olduğu 2001 yılında %55 olan OEE değeri, montaj bandı çevrim süresinin 27 saniyeye düşürüldüğü 2007 yılında %86 olarak hesaplanmıştır. Bu bağlamda imalat hızının artmış ve OEE değerinde 2001'e göre %56'lık bir iyileşme gözlemlenmiştir.

Enaghani ve ark. (2009)'nın yaptığı çalışmaya göre 1977 yılında İran'da kurulan Khavar Spring Manufacturing (KSM) isimli yay imalatı firması 2003 yılında TPM uygulamalarına başlamıştır. TPM uygulamalarına başlama sebebi olarak da aşağıdaki nedenler sıralanmıştır:

- Ön görülemeyen duruşların çok fazla sayıda olması (Tamirat)
- Ekipmanların uzun süreli duruş kayıpları
- Düşük ekipman verimliliği ve üretkenlik
- Düşük kalite sebebi ile meydana gelen yüksek miktardaki hurda, tekrar işlenecek malzeme ve ret ürünler
- Yüklenilen geniş ve kapsamlı genel giderler
- Kalite, miktar ve zaman açısından uygun olmayan satın alma faaliyetleri
- Depo, bakım ve satınalma departmanları arasında iletişim eksikliği
- Eğitilmemiş operatörler sebebiyle bakım personelinin birincil bakım aksiyonlarını gerçekleştirmeleri
- Birçok yeteneğe sahip ve esnek personel eksikliği
- Düşük miktarlarda üretilmiş değişik ürünler sebebiyle yaşanan problemler
- Müşteri ve paydaş isteklerinin dinlenmesindeki eksiklikler
- İş tatminindeki yetersizlik
- Operatörlerin ekipmanlara gösterdikleri uygunsuz bakım ve itina
- Önleyici bakım adına hiçbir şeyin tanımlı olmaması
- Ekipman kurulumları için yetersiz standartlar
- Ürün kalitesini direkt etkileyen kritik parçaların tanımlı olmaması
- Organizasyon içerisinde üretken bakıma ait genel kültürün eksikliği

Enaghani ve ark. (2009)'nın çalışmasında KSM firmasında TPM uygulamasına başlamak için sıralanan sebepler, çalışmanın yapıldığı firmanın TPM'e geçiş sebepleri ile

oldukça benzerlik göstermektedir. Çalışmamızda firma içi istişarelerle oluşturulan genel TPM uygulama sebeplerinin daha detaylı hali denilebilecek KSM firmasına ait bu sebepler, aynı sektörde faaliyet gösteren firmalar için daha da detaylandırılabilir ve çeşitlendirilebilir. Hazırlık, eğitim ve uygulama konu başlıkları ile TPM zaman çizelgesinin hazırlandığı KSM firmasında TPM'in tüm firma bünyesindeki alışkanlıkların ve anlayışların değiştirilmesi ile mükemmelliğe ulaşılması adına bazı prensipler belirlenmiştir. KSM firmasının Yalın Üretim ve TPM Uygulama Sonuçları Raporu'na göre bu prensipler şu şekilde sıralanmıştır: (Enaghani ve ark., 2009)

- İnsan kaynağı ve gelişimine önem vermek
- Saygı, inanç ve şeffaflık
- Sürekli iyileştirme
- İşletmenin tüm paydaşların memnuniyetlerine saygı göstermek
- İnovasyon ve yeni teknolojilerden faydalanmak
- Çalışanların katılım sağladığı bireysel ve genel öğrenim
- Analiz yapmak ve değişime açık olmak
- Kaynakların ve enerjinin en optimum şekilde kullanılmasına olan taahhüt

KSM firmasında yapılan çalışmalar ve kullanılan yalın üretim teknikleri neticesinde 2005 yılına kıyasla 2008 yılında kâr marjında %6 ve satışlarda %19'luk bir artış yakalanmıştır. Müşteri memnuniyeti %80'den %84'e, çalışan memnuniyeti de %74'ten %77'ye taşınmıştır. OEE değeri %68'den %75'e çekilerek yaklaşık %10'luk bir verimlilik artışı elde edilmiştir. İmalat aşamasındaki fire oranı %0,35'ten %0,04'e düşürülmüştür. Tedarikçilerin gelişimi %10'dan %30'a, kişi başına üretim 30 tondan 36 tona çıkarılmıştır. Envanter seviyesi %70 oranında azaltılmış, milyon başına hatalı parça sayısı (PPM) 7.943'ten 1.137'ye indirilmiştir. Zamanında teslim %75 seviyesinden %85'e ve üretim miktarı 8.365 tondan 11.200 tona çıkartılmıştır. Ara stok ve bununla bağlantılı giderlerde %20 gibi bir iyileşme elde edilmiştir. İş kazaları 70'ten 45'e düşürülmüş ve hammaddedeki hurda miktarı 300 tondan 200 tona indirilmiştir. Çevresel etkiler bağlamında 2005'e kıyasla 2008'de %20 ve tekrar yapma noktasında %4'ten %0,13'e düşüş sağlanmıştır.

Çalışmanın yapıldığı firmada tespit edilen eksiklikler, istenilen durum ve prensipler doğrultusunda firmanın 3 dönemlik hedef listesi Çizelge 3.9.'da verilmiştir. Hedeflerden bazıları makine bazlı, bazıları da firmanın genelini ilgilendirmektedir. Bu hedeflere ait kategorileri sıralamak gerekirse; üretim, maliyet, kalite ve güvenlidir.

Belirlenen hedeflerin yıllara ait değerleri pilot bölgedeki makineler için ayrı ayrı gösterileceği gibi çalışmanın sonunda pilot bölgeye ait tüm makinelerin ortalaması şeklinde de belirtilecektir. TPM uygulamasının başında Çizelge 3.9.'de tanımlanan başlıklara ait sayısal hedefler belirlemek, önceki dönemlerde anlamlandırılacak verileri olmayan firmalar için herhangi bir hesaplama tabanına dayanmayan tahminden öteye gidemeyecektir. Bu sebeple çalışmanın başında hedefler için sayısal değerler belirlenmemiştir. Çalışmanın yapıldığı firmada TPM uygulamasının ilk yılı mevcut durumun tespitini yapmak üzere veri toplamak için gerekli sistematik alt yapının oluşturulması ve verilerin kayıt altına alınması olarak planlanmıştır. Bu çerçevede verilerin analiz yapıldığı döneme göre bir önceki dönem üzerinden değişimleri yüzdesel olarak hedeflenebilir ve bir TPM yönetim taahhüdü olarak kayıt altına alınabilir.

Çalışmamızın üzerinde özellikle durduğu ORE analizi için yıllara ait değişim bir önceki döneme göre %10 iyileştirme olarak hedeflenmiştir. Hedef başlıkları altındaki hesaplamalardan kısaca bahsedilecek olunursa:

- ORE, çalışmanın konusu olan ve hesaplama şekli başında verildiği şekli ile
- Üretkenlik, makine üretim tonajının ve adedinin planlanmış üretim saatine oranı ile
- Stok, dönem içinde kullanılan toplam hammaddenin dönem ortalama stok seviyesine oranı ile
- Arıza, planlanmış üretim zamanı içinde arıza zamanının ağırlığı ile
- Kurulum ayar hammadde yükleme, çaptan çapa geçiş ve değişiklik sonrası ayar zamanlarının ortalamasının tespiti ile
- Ciro oranı ve kar oranı, bir önceki yıla göre artış oranı ile
- Hurda oranı, kullanılan hammadde ile üretilen ürünün tonaj farkının kullanılan hammadde tonajına oranı ile
- Hatalı ürün oranı, imalat esnasında ret edilen parçanın toplam üretilen parçaya olan oranı ile
- Kalite kontrol, hammadde için dönem içinde kontrol edilen parti adedinin satın alınan parti adedine oranı ile
- Proses kontrol için uygulanan kontrol sayısının planlanan kontrol sayısına oranı
- Son kontrol için uygun olmayan parti miktarının kontrol edilen teslimat öncesi parti miktarına oranı ile
- İş güvenliği yıllara ait toplam iş kazalarının sayısı ile hesaplanmış ve kıyaslanmıştır.

Çizelge 3.9. Hedeflerin Kontrol ve Kıyaslama Çizelgesi

Kategori	Hedef Başlığı	Açıklama	Birim	2016	2017	2018
Üretim	ORE	$R \times Af \times C \times Am \times Amp \times P \times Q \times 100$	%			
	Üretkenlik	Planlanmış her bir saat için üretim ağırlığı	kg/pl. saat			
		Planlanmış her bir saat için üretim adedi	adet/pl. Saat			
	Stok	Ort. birim fiyat bazlı 360 / Hammadde stok devir hızı	gün			
	Arıza	Planlı zaman içindeki arıza duruşları	%			
	Kurulum Ayar	Hammadde yükleme ortalama süresi	sn			
		Kalıp ayar ortalama süresi	sn			
Değişiklik sonrası ayar ortalama süresi		sn				
Maliyet (USD)	Ciro Oranı	Bir önceki döneme göre ciro artış oranı	%			
	Kar Oranı	Bir önceki döneme göre net kârlılık oranı artış	%			
Kalite	Hurda Oranı	İmalat hurdası	%			
	Hatalı Ürün Oranı	Hatalı üretim sonrası ret edilen parça oranı	%			
	Kalite Kontrol	Gelen hammaddenin kontrol oranı	%			
		Üretilen ürünün proses kontrol oranı	%			
Teslimat öncesi kontrollerdeki uygunsuzluk		%				
Güvenlik	İş Güvenliği	Yıllık toplam iş kazası	adet			

5. adım: TPM uygulaması için ana planın hazırlandığı bu adımda 2016-2018 yılları için bir yol haritası çıkarılmıştır. Buna göre 2016 yılı; mevcut duruma ait verilerin toplanması için bir sistemin oluşturulması, çalışan personelin eğitilmesi ve yeni sisteme adaptasyonu olarak planlanmıştır. 2017 yılı, belirlenen israflara odaklanmış iyileştirmelerin ve yatırımların yapıldığı dönem olarak ön görülmüştür. 2018 yılı da kalite, bakım ve yönetim sistemlerinin ele alındığı, revizyonların ve yeniden yapılandırmaların icra edildiği dönem olarak ele alınmıştır. Bu çerçevede genel kapsamı ile firmaya ait TPM ana planı aşağıdaki Çizelge 3.10., 3.11., 3.12.'de gösterilmeye çalışılmıştır. Planlama grup bazlı yapılabileceği gibi alınacak aksiyonlar için kronolojik sıralama hazırlanarak da oluşturulabilir. Bu çalışmada ana plan, her grubun kendi görevleri ve sorumlulukları dâhilinde olan genel kapsamlı hazırlanmış faaliyetler listesinin kronolojik sıralamasına göre üç aylık zaman dilimlerine bölünmüş şekliyle hazırlanmıştır. Lüzumlu olduğu düşünülen, ana planda detayları gösterilmeyen konu ve alt planlamalar çalışmanın ilgili başlıklarında ayrıca arz edilmiştir. Bu noktada gruplara ait ana planları arz etmeden önce belirtilmesi gereken noktaların belki de en önemlisi proje bazlı işlerde planlamanın ve plana sadık kalmanın önemidir. Başlamadan önce karşılaşılabilecek tüm alt süreç ve faaliyetleri tespit etmek, olası riskleri ve alınması gereken önlemleri belirlemek projenin tamamlanma zamanı ve maliyeti noktasında önem

teşkil etmektedir. Süreçleri iyi tasarlanmamış projeler hemen zaman tablosuna uymakta zorlanır hem de hesaplanmamış ek giderleri meydana getirir.

Çizelge 3.10. İhtisar Grubu Ana Plan

Grup	Faaliyet Açıklaması	2015		2016				2017				2018			
		3	4	1	2	3	4	1	2	3	4	1	2	3	4
İhtisar Grubu	TPM Uygulamasına Olan Talep	X													
	Mevcut Sistemin Gözden Geçirilmesi		X												
	TPM Uygulamasına Karar Verilmesi		X												
	TPM Ofisin Kurulması		X												
	Bütçenin Oluşturulması		X												
	Grupların belirlenmesi		X												
	Ana Planın Hazırlanması		X												
	Takip ve Kayıt Sisteminin Tasarımı		X	X											
	Stokların Kontrol Altına Alınması			X											
	Üretim Planlama Sisteminin Kurulması			X											
	Üretim Planlama Sistemine Geçiş			X	X										
	Üretim ve Verimlilik Takip Sistemine Geçiş			X	X										
	Malzeme İhtiyaç Planlamasının Geçiş				X										
	Kalite Etkileri Analizi					X									
	FMEA					X	X								
	Kalite Maliyetlerinin Analizi						X								
	ORE Tahmininin Yapılması							X							
	Majör Kayıpların Tanımlanması							X	X						
	Majör Kayıpların Finansal Analizi								X	X					
	Finans ERP Sistemine Geçiş								X	X	X				
	Barkotlu Stok Sisteminin Oluşturulması										X				
	Barkotlu Stok Sistemine Geçiş											X			
	İyileştirme Sistemine Geçiş										X	X	X	X	X
	İyileştirme Sisteminin Yaygınlaştırılması												X	X	
	Üretim ERP Sistemine Geçiş											X	X	X	
	SMED												X	X	X
İyileştirme Gelirleri														X	

Çizelge 3.10'da İhtisar Grubu Ana Planı faaliyet açıklamalarından görülebileceği üzere firmanın istenilen duruma gelebilmesi için bazı alt projeler gündeme alınmıştır. Odaklanmış iyileştirme ve israfların azaltılması konularına bağlı ancak farklı başlıklar olarak firma bünyesinde yeni sistemler kurulması ve böylece yapısal değişiklikler yapılması planlanmıştır. Önemli yapısal değişiklikleri özetlemek gerekirse, ileri düzey anlık stok kontrol sistemi, sipariş ve iş emri bağlantılı üretim planlama sistemi, malzeme ve kapasite ihtiyaç planlama sistemi ve ERP sistemi olarak sayabiliriz. Bu başlıkların hepsi ayrı bir çalışma konusu olacak kadar önemli ve derin olmasına rağmen, pilot TPM uygulama vesilesi ile çalışmanın yapıldığı firma bu yapısal değişiklikleri de gündemine alma ve sınıf atlama iradesini ortaya koymuştur. Bu sistemlerin kurulması ile ileriye dönük sistemsel iyileştirme ve geliştirme faaliyetlerinde ihtiyaç duyulacak verilerin toplanması da sağlanmış olacaktır. Plana ait başlıklar derinlemesine izah edilmemiş, çalışmanın konusu olan verimlilik analizi ve hedeflerin geçmiş dönemlere ile kıyaslaması

Çizelge 3.12.'de verilen Beşer ve Ahvali Grubu Ana Planı kapsamını genel itibari ile eğitimler, toplantıların organizasyonunu ve personelin katılımını sağlamak için çeşitli çalışmalar olarak özetlenebilir. Çalışmanın yapıldığı firma ayrıca eğitimler ve sistemsiz kılavuzluk için profesyonel bir firmadan danışmanlık almayı planlamıştır. İş güvenliği, sağlık ve çevre uygulamaları firmanın anlaşmalı olduğu iş güvenliği ve sağlık hizmetleri firması ile koordineli olarak yönetilmesi düşünülmüştür.

3.3.2. Aşama 2: Başlangıç Uygulaması

Pilot TPM çalışmamızın gerçek anlamda başladığı aşama olan ikinci aşama, tespit edilen altı büyük kaybın engellenmesi için verilen eğitimlerle tecrübe kazanımı ve operatörlerin yeni atanan görevlere adaptasyon süreci olarak gerçekleştirilmiştir. Bu aşamada hazırlanması hedeflenen prosedür ve talimatların genel çerçeveleri çizilmiş, çalışmaları başlatılmıştır.

6. adım: Başlangıç vuruşu olarak adlandırılan bu adımda TPM uygulamalarına geçiş için yapılan tüm plan ve alt yapı bir toplantı ile üst yönetime arz edilmiştir. Bu toplantı ile TPM yöneticisi hazırlık safhasında hangi planların gerçekleştirildiğini ve hangi işlerin başarıldığını bildirmiştir. Bunun yanında TPM gruplarındaki diğer personellerin de katılım sağladığı bir toplantı ile hedefler ve planlar tekrar gözden geçirilmiş, operatör seviyesinde bir direnç ile karşılaşılması için seviyeler arası iş birliği arttırılmıştır.

3.3.3. Aşama 3: TPM Uygulaması

7. adım: Üretim departmanının verimliliğinin arttırılması için yeni sistemlerin kurulduğu bu adım uygulamanın en kritik adımıdır. Bu adımda 2016 yılı için mevcut durumun tespiti yapılmış, 2017 yılında israflar tanımlanmış ve önemli departmanlarda yeniden yapılandırılmaya gidilmiş, 2018 yılında da iyileştirme çalışmalarına başlanmış ve otonom, planlı bakım sistemine geçişin adımları atılmıştır. Bu şekli ile uygulamaya çalışılan TPM için 2016 yılında ORE tahmini ve veri analizi için kurulan veri toplama sistemi, 2017 yılında yeniden yapılanma, 2018 yılında da odaklanmış iyileştirme ve geliştirilen bakım sistemi için ele alınan yöntemler aşağıda sıralanmıştır:

Literatürde bulunan 6 büyük israfa yönelik kayıp faktörleri, firmada pilot çalışma yaptığımız makineler için uyarlanmış ve veri toplama sistemi kapsamında toplanan veriler ORE analizi için kullanılabilir hale getirilmiştir. Operatörlerin doldurması için pilot bölgeye günlük olarak verilen üretim raporlarında aşağıda sıralanan duruşlar sınıflandırılmış, operatörlerin bu raporları doldurmaları istenmiş ve günlük olarak takibine başlanmıştır. Bu veriler Planlama Uzmanı uhdesinde kaydedilmiştir. Elde edilen

veriler aracılığı ile makinelere ilişkin genel fikir oluşturulmaya ve israfların özellikle hangi sınıf duruşlardan meydana geldiği tespit edilmeye çalışılmıştır.

- Planlanmış Duraksamalar (a)
 - Planlı Atıl Zaman (a_1)
 - Temizlik ve Bakım (a_2)
 - Toplantı (a_3)
 - Denetim (a_4)
 - Eğitim (a_5)
 - AR-GE Çalışması (a_6)
 - Deneme Üretimi (a_7)
 - Proses Deneme (a_8)
- Arıza Kayıpları (b)
 - Mekanik Arıza (b_1)
 - Elektrik Arızası (b_2)
 - Aksesuar Arızası (b_3)
 - Kalıp Problemi (b_4)
 - Ekipman Problemi (b_5)
- Kurulum ve Ayar Kayıpları (c)
 - Tel Değişimi (c_1)
 - Ekipman Değişimi (c_2)
 - Değişiklik Sonrası Ayar (c_3)
- Hammadde Kayıpları (d)
 - Elektrik Kesintisi (d_1)
 - Hava Kesintisi (d_2)
 - Hammadde Yokluğu (d_3)
- İş Gücü Kayıpları (e)
 - İzin Sebebi ile Duruş (e_1)
 - Rapor Sebebi ile Duruş (e_2)
 - İş Kazası Sebebi ile Duruş (e_3)
 - Mazeretsiz Gelmeme Sebebi ile Duruş (e_4)
 - İşten Ayrılma Sebebi ile Duruş (e_5)
 - Tartışma Sebebi ile Duruş (e_6)

Pilot çalışmanın yapıldığı işletmede her bir müşteriye özel üretim yapıldığından dolayı ürün çeşitliliği oldukça fazladır. Buna bağlı olarak standart üretim sürelerini kayıt altına almak ve bir sonraki aynı ürün siparişinde bu süreleri referans olarak kullanmak uzun zamana gerektiren bir yöntemdir. Çalışmada bu yöntemin kullanılması durumunda veri eksikliği ile karşılaşılacağı ve uygulamayı sağlıklı kılacağı ön görülmüştür. Bu sebeple standart bu yöntem yerine farklı bir yaklaşım uygulanmasına karar verilmiştir. Yayın fiziksel yapısına veya imal edildiği makineye göre değişkenlik arz eden standart imalat süreleri bu çalışmada iş emrine ait özgün imalat süresi yaklaşımı ile kayıt altına alınmış ve ORE analizi için kullanılmıştır. Bu yaklaşım izah edilecek olunursa; belirli bir iş emrine ait üretim esnasında makinedeki üretim hızı makine ekranında adet/dakika cinsinden izlenebilmektedir. Adet/dakika oranı makine cinsi ve yayın fiziksel özellikleri değişmediği taktirde çoğunlukla aynı yay için farklılık göstermemektedir. Bu sebeple performans kayıpları için gerekli olan ve önceden tespit edilip kayıt altına alınması gereken standart üretim süreleri baz alınarak performans yüzdesi hesaplamak yerine, üretim yapılan makinenin bildirdiği üretim hızı referans alınarak makinenin aktif olarak çalıştığı saat kazanılan zaman olarak hesaplanmıştır. Yukarıda sınıflandırılan diğer beş kayıp süreleri toplam çalışma zamanından çıktıktan sonra kalan süre olan gerçek işletme zamanı ile oranlanmıştır. Böylece performans verimliliği hesaplanmıştır. Bir başka değişle makinenin o andaki adet/dakika oranı standart üretim süresi olarak kabul edilmiş ve bu çerçevede hesaplanan kazanılan zaman gerçek işletme zamanına oranlanması ile performans verimliliği hesaplanmıştır.

CNC yay makinesi üretilecek yay için ayarlandığı zaman herhangi bir operatör müdahalesine ihtiyaç duymadan üretimine devam edebilmektedir. Müdahale sadece proses kontrollerinde tolerans dışı ürün elde edilirse olmaktadır. Kontrol makine imalata devam ederken yapıldığı için herhangi bir duruşa sebebiyet vermemektedir. Eğer tolerans dışı bir ölçüm yapıldıysa veya daha başka bir sebepten dolayı makineye müdahale uzun sürmüştü operatör ayar süresi veya ilgili sebep olarak forma bu süreyi işlemektedir. Süreler operatörün göz ardı ettiği bir seviyedeysen ve bunu forma işlemediyse, bu husus sonuç ORE değerini değiştirmeyecek, ancak duruş şekli ayar süresi veya ilgili sebep yerine operatör performans kaybı olarak kayıt altına alınmış olacaktır.

Çalışmanın yapıldığı işletmede aslında operatörün performansı tam anlamıyla hesaplanamamaktadır. Çünkü her bir makineye istihdam edilmiş yetişmiş bir operatör mevcut değildir. Makinenin üretim yapmadığı ve boş beklediği zamanların çoğunda, o makineye atanmış personel, sorumlu olduğu diğer makine veya görevle ilgilenmektedir.

Kazanılan zaman içinde üretim yapmadığı ve boş beklediği süre firmanın mevcut şartları dahilinde verimlilik değişimini gözlemlemek için planlı atıl zaman olarak da ele alınabileceği gibi direk operatör performans kaybı olarak da hesaba dahil edilebilir. Planlı atıl zaman olarak hesap edilebilir çünkü operatöre bu makinenin haricinde genel plan çerçevesinde başka makinede görev ataması yapılmıştır. Yani o makinenin duruşu genel planlama ve atölye içi operasyonel direktifler ile planlanmıştır. Bu yaklaşım mevcut durumun operatör eksikliğinden kaynaklanan düşük üretkenliğin üstünün kapatılarak gösterilmiş halidir. Bu durumda firma sadece önceki zaman dilimlerine ait veriler ile kendi kıyaslamasını yapabilir ve kendine özel verimlilik değişimini gözlemleyebilir. Bunun yerine operatör performans kaybı olarak hesaba dahil edilirse diğer firmaların ORE değerleri ile de bir kıyaslama yapılabilir. Bahsedilen durumla alakalı operatör sayısı aslında firmanın üretim şekli, anlayışı ve imkanları sebebi ile şekillenmektedir. Bir diğer işe geçme sebebi ile değişiklik sonrası ayarların az yapıldığı, başka bir deyişle bir iş emrine ait üretim adetlerinin fazla olduğu durumlarda yay makinede ayarlandıktan sonra o makineye atanan operatör uzun bir müddet boş beklemektedir. Bahsedilen operatörün proses kontrolleri dışındaki bekleme süreleri günler hatta haftalar bile sürebilmektedir. Bunun yanında iş emrine ait üretim adetleri az dolduğu yani sürekli değişiklik yapılması gereken sipariş şartları altında, operatör yoğunluğundan ve yokluğundan kaynaklanan duruşların yaşanmaması için her makineye ayrı ayrı operatör atanması gerekmektedir. Ezcümle bu çalışmada bahsedilen süreye ait yaklaşım olarak, tespit edilen ORE değerinin diğer firma değerleri ile de karşılaştırılabilmesi adına operatör performans kaybı süresine dahil edilmiş ve çalışmanın sonunda çıkan veriler ışığında operatör sayısının verimliliğe olan etkisi gözlemlenmiştir.

Hazır olma oranı için kullanılan planlı atıl zaman sınıfına herhangi üretilecek bir iş emri olmama durumu da dahil edilmiş, böylece makinenin sadece iş emri mevcut olduğu durumlar değil periyot içindeki bütün durumları analiz edilmeye çalışılmıştır. Bu şekilde periyotlardaki sipariş ve talep dalgalanmaları takip edilmiş; böylece kapasite fazlalığının, satış ekibinin düşük performansının ya da piyasalardaki durgunluğun verimlilik üzerindeki etkisi de gözlemlenmeye çalışılmıştır.

Kalite oranı olarak, literatürde de bahsedildiği gibi kabul edilen parça sayısının, toplam üretilen parça sayısına olan oranı ile hesaplaması yapılmış ve ORE analizine dahil edilmiştir.

Daha önceden de bahsedildiği üzere 2016 senesi mevcut durumun tespiti ve odaklanmış iyileştirmelerin nerelere yapılması gerektiğinin tespiti ile geçirilmiş, 2017

senesinde firma imkanları ve personel katılımları çerçevesinde bazı iyileştirmeler ve departmanlarda yapısal reformlar yapılmış, 2018 senesinde ise kalite-bakım-planlama konularında yeniden yapılandırılmaya gidilmiştir. Şimdiden belirtmek gerekirse firma çalışmanın yapıldığı bu üç senelik periyot içinde TPM mantığını kavramış, oluşturulması gereken alt yapıya sahip olmuş ve bundan sonraki dönemler için çeşitli analizlerde kullanılacak verileri muhafaza edebilen bir yapıya kavuşmuştur. Firma, pilot bölge dışındaki diğer operasyonları da kapsayacak şekilde bir sistem kurulması için tecrübe ve cesaret kazanmıştır.

Odaklanmış iyileştirme ve önceki-sonraki durum metotlarını kullanırken İhtisar Grubu'nun amacı, katma değeri olmayan faaliyetlerin tespit edilmesi ve yok edilmesi olarak belirtilebilir. Bu amaç çerçevesinde iş akışları mercek altına alınarak işletmede katma değeri olmayan ve sakınılabılır kayıplar, kurulan veri toplama sistemi ile belirlenerek yok edilmeye çalışılmıştır. Başlıca üzerinde durulan konular olarak sipariş geliş zamanından ilk makine operasyonu tamamlanana kadar geçen sürenin azaltılması, hammadde stoklarının işlenen malzemeye göre azaltılması, hammadde yükleme sürelerinin azaltılması, ayar sürelerinin azaltılması olarak söylenebilir. Çalışmanın yapıldığı ilk periyotlarda tespit edilen hammadde elleçleme ve yükleme duruşları, bu husus için yapılacak bir yatırımı mantıklı hale getirmiş ve gezer vinç yardımıyla dikey olarak elleçlenebilen bir stok düzeni oluşturulmuştur.

ORE değerinin artırılması bağlamında yapılan odaklanmış iyileştirme çalışmalarında, genel olarak TPM uygulayan firmalar tarafından kabul görmüş, aşağıda da ilerleme aşamalarını gösterilmiş algoritma uygun bulunmuştur:

1. Mevcut durum tespitinin yapılması, çalışmaya neden başlanılacağına açıkça belirtilmesi, iyileştirme konusunun ana hatları ile belirlenmesi
2. Tespit edilen mevcut durumdan farklı olacak ve iyileştirme neticesinde elde edilmesi ön görülen hedefler belirlenmesi
3. Odaklanmış iyileştirmeyi ifa edecek ekibin atanması
4. Mevcut durumun detaylarının çıkartılması, araştırılıp anlaşılması, sorgulanması ve ipuçlarının aranması
5. Yapılacak çalışma için aksiyon planının hazırlanması
6. Mevcut durumun irdelenmesi ve iyileştirme için yöntemler belirlenmesi
7. Analiz sonuçlarına karşılık ortaya konan önlemlerin uygulanması
8. Uygulama sonrası durumun başta konan hedefler ile kıyaslanması ve parasal kazancın hesaplanması

9. Yapılanların standartlaştırılması ve geriye gidişin önüne geçilmesi
10. Yapılan iyileştirmelerin çalışanlar arasında yaygınlaştırılması ve ilgili iyileştirmeye konu olan noktada saha sunumunun yapılması.

Algoritmanın genel başlıklarını detaylandırmak gerekirse; yapılan odaklanmış iyileştirmelere ait konu seçilirken problem detaylı biçimde izah edilmeye çalışılmıştır. Problem yerine gözlemlenmiş ve genelde ne, ne zaman, nerede, nasıl, ne kadar, kim sorularına cevaplar aranmıştır. El çizimi, fotoğraf ve bunun gibi araçlar kullanılarak problem görselleştirilmiştir.

Ön görülen hedeflerin belirlenmesi aşamasında; kayıt edilen hedeflerin belirli, ölçülebilir, başarılabilir, gerçekçi ve zaman tanımlı olması hususuna dikkat edilmiştir. Ayrıca “ne – ne kadar – ne zamana” sorularına cevap içermesine özen gösterilmiştir. Hedeflere ulaşmada herhangi bir riskin olup olmadığı analiz edilmiş ve hatanın yıllık maliyetinin yaklaşık hesabı yapılmaya çalışılmıştır.

Ekibin belirlenmesi adımında, ekip lideri belirlenmiş ve ekip üyesi olarak konu ile ilişkili ve ilgili kişilerin seçilmesine özen gösterilmiştir. Üyelerin belirlenmesi noktasında sağlıklı karar verilebilmesi için polivalans tablosu hazırlanmaya çalışılmış ve bu doğrultuda seçim yapılmıştır.

Mevcut durumun analizi aşamasında problemin bulunduğu süreç, süreç akışı şemaları ile açıklanmaya çalışılmış ve hatanın oluştuğu yer belirtilerek izahatlar yapılmıştır. Bu süreçte insan ve zaman kaynağını en doğru biçimde kullanabilmek için problemin oluştuğu noktaya odaklanmaya çalışılmıştır. Eğer konu dâhilinde ise ilgili sürece dair standartlar, planlar, talimatlar ve diğer dokümanlar gözden geçirilmiştir. Bu çerçevede sürecin standartlara uygun çalışıp çalışmadığı kontrol edilmiş ve sayısal veriler toparlanmıştır. Yerinde gözlem ve analiz yoluyla elde edilen bulgular doğrultusunda beyin fırtınası yapılmış ve olası kök nedenler tespit edilmeye çalışılmıştır. Genellikle bu kök nedenler balık kılıcı metodu ile görsellik kazandırılmıştır.

Proje planı adımında faaliyet planı tablosu oluşturulmuş ve Planla – Uygula - Kontrol Et - Önlem Al (PUKÖ) döngüsü ile yönetilmiştir. Takımdaki personellerin uyacakları kurallar ve prensipler belirlenmiş, her bir faaliyet için takvimlendirme yapılmış ve takım toplantıları planlanmıştır.

Analiz ve irdeleme aşamasında dördüncü adımda belirlenen olası kök nedenlerin her biri yerinde gözlemlenerek doğrulması yapılmıştır. Problemin kök nedeni olduğu belirlenen hususlar ayrıca belirtilmiş ve gerçek kök nedene ulaşabilmek için “5 NEDEN” yöntemi kullanılmıştır. Sorulan her “NEDEN” sorusu yerine gözlemlenmeye çalışılmış

ve verilerin muhafazası sağlanmıştır. Kök neden olmadığına kanaat getirilenler huşularında da neden kök neden olmadığı verilerle doğrulanmaya çalışılmıştır.

İyileştirme ve ortaya konan önlemlerin gerçekleştirilmesi noktasında gerçek kök nedenler için belirlenen çözümler uygulanmaya çalışılmış ve bu çözümler her problemin nedeni ile ilişkilendirilmeye başlanmıştır. Çözümler ve problemi önlemesi için başvuru prosedürler, planlar, talimatlar teknik uygulamalar gibi yeni dokümanlar aynı çerçevede incelenmeye çalışılmıştır. Eylem planları süreç esnasında gözden geçirilmiş ve herhangi bir eylemin geliştirilmeye ihtiyacı olup olmadığı tespit edilmiştir. Eylemler arasında önceliklendirme matrisi yapılarak öncelikli işler tespit edilmiş ve her faaliyet için belirlenen faaliyet sorumluları ile tespit edilmiş çözümlerin uygulamaları takip edilmiştir. Çözümlerin doğrulanması için kontrol noktaları belirlenmiş ve çözümlerin ilgili problemin kök nedenlerini ortadan kaldırıp kaldırmayacağı tespit edilmeye çalışılmıştır. Mümkün olduğu müddetçe yapılan uygulamaların maliyetleri hesaplanmış, gerekirse yıllık kazançları tespit edilmiştir.

Hedeflerin yakalanıp yakalanmadığının kontrolü ve kazançların belirlenmesi aşamasında önerilen çözümün sahadaki uygulaması kontrol edilmiş, uygulamadan önce ve sonra oluşan hata oranları kıyaslanmış, denemenin başarılı olup olmadığı tespit edilmeye çalışılmıştır. Çözümün problemi ortadan kaldırıp kaldırmadığı belirlenmiş ve problemin tüm uygulamalara rağmen yine de ortaya çıkıp çıkmadığı gözlemlemeye çalışılmıştır. Problem devam ediyorsa mevcut durum analizi tekrar yapılmış ve yeni kök nedenlerin tespiti için uğraşmıştır. Eğer uygulamalar başarı ile sonuçlanmış ise, tüm iyileştirme süreci boyunca yapılan çalışmaların gerçekleşen maliyeti hesaplanmış ve bunun karşılığında yıllık kazançlar belirlenmiştir.

Standartlaştırma ve yaygınlaştırma aşamasında değişim başlatılması için düzeltici faaliyetler olarak teknik modifikasyon gerektiğinde donanım değişiklikleri, yapılan teknik modifikasyonla birlikte ilgili noktanın dokümantasyon güncellemeleri, gerekli durumlarda eğitim planları, risk ve eylem planları revizyonları gerçekleştirilmiştir. Firma içinde yapılan çalışmaların yayılması ve başka noktalarda da çözüm olarak kullanılması amacı ile aynı problemde etkilenecek fabrikanın diğer kısımlarında uygulanmasının veya önerilmesinin yolları açılmıştır.

8.adım: Üretimin daha kolay yapılması ve kurulum ayar sürelerinin düşürülmesi amacı ile üretimde kullanılmak üzere yeni ekipmanların tasarlanması ve yeni yöntemlerin belirlenmesi olarak özetlenebilen bu adımda, pilot uygulamanın yapıldığı makine parkuru ve üretim metotları gözden geçirilmiştir. Bunun için makinelerin her daim üretime hazır

olma durumunu muhafaza etmesi, makineye olan güvenin ve tamir edilebilirlik olanaklarının geliştirilmesi sağlanmıştır. Yay imalatında kullanılan makine, aparat ve kalıplarının sıklıkla üretilen ürünlere özel ve kolay ayarlanabilir şekilde yeniden tasarımı yapılmıştır. CNC yay makinelerinde sık üretimi yapılan yaylar için, belirli bir müddet sonra aynı kalemde yeni sipariş alınması beklenen yaylar için ya da ayarı zor olan yaylar için yay üretim CNC kodları harici bir bellekte saklanır hale getirilmiştir. Bu şekilde ufak bir mekanik ayarlama ve CNC kodunda az bir güncelleme ile kurulum ve ayarlama tamamlanmış olmaktadır. Yine yarı otomatik yay imalat makinesi için ayar rehberi oluşturulmuştur. Bu sayede ayar sürelerinde fark edilebilir bir iyileşme sağlanmıştır.

9. adım: Kaliteli bakım sisteminin kurulması için Terim ve Mümanaat Grubu'nun uygulamaya geçirdiği otonom bakım ve planlı bakım yöntemleri, ilk etapta ekipman işleyişinin ve üretime ait parçaların öğrenilmesine olanak sağlamıştır. Ekipmanların ayrıntılı temizlenmesi, sıkma ve yağmala gibi temel bakım işlemleri kontrol altına alınmış ve standartlaştırılmıştır. Verilen eğitimler ve cesaretlendirmeler neticesinde kendi tezgâhında uzman ve bakıma yardımcı operatörler yetiştirilmeye çalışılmıştır. Temel hedef makinelerin ve ekipmanların ilk alındıkları seviyeye taşınması olarak belirlenmiştir. Bazı noktalarda 5S çalışması yapılmaya çalışılmış ve otonom bakıma geçiş için gerekli olan adımlar atılmıştır. Makine ve ekipmanların ön temizliklerinin kontrol altına alınması ile başlayan süreç sırasıyla şu şekilde planlanmış ve uygulanmaya çalışılmıştır:

- Temizliği zor bölgelerin kirlilik kaynaklarının belirlenmesi ve buna karşı tedbirlerin alınması
- Yağlama, sıkma gibi ufak bakım ve onarım işlemleri için geçici standartların oluşturulması
- Üretimde kullanılan ekipmanların detaylı bir şekilde gözden geçirilmesi, öğrenilmesi ve ekipmanlara ait genel kontrol perspektifinin oluşturulması
- Makine aidiyet duygusunun operatörlere yerleştirilmesi ve otonom kontrol talimatlarının oluşturulması
- Otonom bakım talimatlarının toplam kalite sistemi içindeki yerinin belirlenmesi ve geriye gidişin önüne geçilmesi adına tüm çalışmaların standartlaştırılması
- Otonom bakım yönetim sisteminin oluşturulması ve tam otonom bakım sistemine geçilmesi

10. adım: Gruplara ait ana planlardan takip edilebileceği üzere pilot çalışmanın yapıldığı firmada TPM uygulamaları ile beraber yapısal değişiklikler de gündeme alınmıştır. Detayları aşağıda verilecek olan bu yapısal değişiklikleri kısaca aktarmak gerekirse: Kontrol altına alınmış stok ve malzeme ihtiyaç planlama sisteminin kurulması; muhasebe, satış, planlama, üretim, kalite, satınalma gibi birimlerin aynı veri tabanından çalışmasına olanak verecek ERP yazılımına geçilmesi; hammadde, proses ve son kontrol talimatlarının oluşturulduğu ciddi ve takip edilebilir bir kalite kontrol sisteminin kurulması olarak sıralanabilir.

Stok kontrol ve malzeme ihtiyaç planlamasının yapılabilmesi için firma bünyesinde ilk önce mamül, yarı mamül ve hammadde şeklinde kırılımı olan bir kod sistemi inşa edilmiştir. Bu şekilde sistemde dolaşan ürünleri takip edilebilirliği sağlanmıştır. Kod sistemi oluşturulması planlama, üretim takip, ürün reçeteleri, protokol sistemi ve faturalandırma noktasında çok önemli kolaylık ve işlevsellik sağlamıştır. Satınalma talep zamanları ve miktarlarının belirlenmesi için yapılacak analiz ve hesaplamalarda ihtiyaç duyulacak olan envanter ve sarfiyat verileri bu sayede etkili biçimde sahadan toplanabilmekte ve muhafaza edilmektedir. Firma bünyesinde kurulan akıllı kod sistematığının izahı maksadıyla aşağıdaki Çizelge 3.13. paylaşılmıştır:

Çizelge 3.13. Akıllı Kod Sistematığı

Ürün Cinsi	Kod	Ürün Grubu	Ürün Cinsi	Tel Çapı	Müşteri Referansı	Ürün Referansı
Mamül	1103300045001	1	1	0330	0045	001
Yarı Mamül	3402000289003	3	4	0200	0289	003

Ürün Cinsi	Kod	Ürün Grubu	Kalite Referansı	Tel Çapı
Hammadde	21100020	2	110	0020

Mamül ve yarı mamül kodları genel bir ürün grubunu değil sadece bir tek ürünü temsil ettiğinden dolayı, kalite ve üretim bölümü arasında firma içi bir sözleşme mahiyetinde olan ürün protokolünde de aynı numara ile takip edilebilmektedir. Teklif aşamasından nihai aşama olan fatura aşamasına kadar tüm süreçlerde ve departmanlarda aynı kodlar kullanıldığı için veri transferinde hızlanma sağlanmış ve güvenilirlik artmıştır. Kodlama yapısının herhangi bir ERP yazılımına geçilmeden önce tesis edilmesi de ileriki zamanlarda ilgili yazılımın kurulum ve uyum süresini kısaltacaktır. Bu yapı ayrıca stok yönetimi noktasında veri kayıtlarının kolay muhafazasını temin etmekte ve barkotlu sistemlerin önünü açmaktadır. Firmadaki üretim şekli; operasyon ve kullanılan

hammadde açısından kolay bir imalat akışına sahip olduğu için, belirlenen kodlar yardımıyla ürün reçeteleri rahatlıkla oluşturulabilir hale gelmiştir. Ancak kod listesi ve ürün reçeteleri yeni müşteriler veya halihazırdaki müşterilerin yeni yayları için sürekli güncellenebilir ve esnek yapı olması gerektiği özellikle göz önünde bulundurulmuştur.

Firma içerisinde ilk etapta bir yazılım yatırımı yapmadan MS Excel üzerinden takip sağlanabilecek planlama sistemi kurulmuştur. Bunun için firmanın planlama yoğunluğunun fazla olduğu, üretimin yönlendirildiği ve bu çalışmada da pilot bölge olarak seçilen yay makine operasyonu kısmı üzerine odaklanılmış ve uygulama yapılmaya bu kısımdan başlanmıştır. En basit şekli ile Çizelge 3.14'te de gösterildiği üzere ürünler, kullanılan hammadde kalite ve çapı planlamacı tarafından açılır liste şekliyle seçilebilir hale getirilmiş ve her bir makineye ayrı ayrı çalışma sayfası açılarak sıralama yaptırılmaya başlanmıştır. Adet/dakika bilgileri önceden veri kaydı olmadığından dolayı, planlamacının deneyimine dayanan tahminler ile belirlenmiş ve böylece makinedeki iş yükü ve mevcut işlerin yaklaşık ne zaman tamamlanacağı bilgisi elde edilmeye çalışılmıştır. Bu sade ama sorun çözücü yöntem sayesinde makineler arası iş kaydırma ve dengeleme işlemleri daha rahat yapılır hale gelmiştir. Bununla beraber üretimi yapılacak olan iş emirleri listelenebildiği için aynı çap ve tel kalitesinde hammaddeye ihtiyaç duyulan üretimler peş peşe sıralanarak kalıp değiştirme sayılarında önemli düşüşler elde edilmiştir. Satış ve planlama bölümlerinin genellikle zorluk yaşamış oldukları müşteriye teslim tarihi bildirme mevzuu da; yapılan ve günlük takip edilen plan sayesinde çözüme kavuşturulmuştur. Başlangıç fazı olarak kullanılmaya başlanılan yöntemin eksik tarafı, planlama yapacak personelin söz konusu imalat zamanları hakkında bilgi ve tecrübesine duyulan ihtiyaçtır. Çünkü ürünün makine çıkış birim zamanları, ayar ve kalıp değiştirme zamanları tamamen el ile tahmini olarak Excele işlenmekte ve bu da yüksek yanılma paylarına neden olabilmektedir.

Çizelge 3.14'te gösterilen çizelgede her bir üretim satırı için gr/adet bilgisi işlenmiş, bu sayede üretimde hangi çap ve kalite telden ne kadar ihtiyaç duyulduğu da tespit edilmiştir. Ayrıca bu yapılan plan sayesinde operatör makine üretim yaparken bir sonraki iş için hammadde ya da kalıp hazırlığı yapabilmektedir.

MRP'ye geçişte güncel stok miktarlarının tespiti ve giriş çıkışların kontrol altına alınması oldukça önemlidir. Başlangıç fazı olarak bu basit sistemin uygulanabilmesi için bile güncel stok seviyeleri mutlaka gereklidir. Hammadde kontrolü iş emri daha verilmeden yapıldığı takdirde, hammadde yokluğu ve buna bağlı diğer duruşlar sebebiyle kaybedilecek zamanın önüne geçilmiş olunacaktır.

Çizelge 3.14. Bir Makine İçin Hazırlanan Planlama Başlangıç Çizelgesi

Satır No	Tarih / Bitiş	Gün	Sıra No	İş Emri No	gr/adet	Sipariş Tarihi	Teslim Tarihi
2	21/11/2016 08:00	Çarşamba	1	4280-1	3,96	14.07.2018	24.07.2018
3	21/11/2016 08:41	Çarşamba	2	4291-1	1,26	17.07.2018	20.07.2018
4	21/11/2016 11:11						

Satır No	Tel Çapı	Tel Kalitesi	Müşteri	Sipariş (adt)	adt/dak	Protokol No	Müşteri Ürün No
2	1,50	EN 10270-1 SM	XYZ OTO	100,0	10	1101500484001	
3	1,00	EN 10270-3 4310	ABC SAN	3.000,0	100	1101000638001	

Satır No	Kalan (adet)	Üretim (s)	Değş. / Ayar (s)	Tatil (s)	Satır H.M. (kg)	Top. Tel (kg)	Stok (kg)
2	105,0	0,2	0,5		0,4	0,4	180,6
3	3.020,0	0,5	2,0		3,8	3,8	150,4

Bilgisayar üzerinden planlama sisteminin takip edilebilmesi için aşağıda Çizelge 3.15.'te şablon olarak verilen günlük üretim raporları, operatörlere günlük olarak doldurtulmuş ve yapılan işler bir sonraki gün plandan düşülmüş ve güncel makine planları elde edilmiştir. Plandan düşülen satırlar ayrı bir Excel sayfasında sıralanmaya başlanmış ve böylece geçmiş dönemlere ait günlük kayıtlar muhafaza edilmiştir.

Kullanılan hammaddeler güncel stok seviyesinin tespiti için makine kırılımlı olarak kayıt altına alınmıştır. Bu şekilde üretimde kullanılan hammadde geçmiş verileri yardımı ile gelecek dönemlere ait stok seviyeleri ve ekonomik sipariş miktarları tahmin edilmeye çalışılmıştır. Firma içinde söz konusu bu yeniden yapılanmaya olan direnç kırıldıktan ve çalışan personelin sisteme adaptasyonundan sonra ERP sistemine geçiş başlatılmıştır. Her ürün için gerekli olan ürün reçeteleri operasyon seviyelerine göre hazırlanmış, kullanılan kod ve planlama sistemi ile ERP üzerinden üretim modülü çalıştırılmıştır.

Siparişler satış ekibi tarafından sisteme girildikten sonra sistem tetiklenmesi ve üretim ile alakalı tüm bilgi ve değerler program aracılığı ile planlamacının ekranına düşmesi sağlanmıştır. Planlamacı tarafından reçetede belirlenen makine seçenekleri arasından işi atayacağı makine seçimi, iş emri açma ve sırala işlemleri yapılmıştır. Buna paralel olarak kalite departmanı ile üretim arasında ürüne ait tolerans ve imalat bilgilerinin bulunduğu protokol, iş emri ile beraber üretime iletilmiştir. Sırası gelen iş operatör tarafından iş emri ve protokol kağıdı ile üretime alınmıştır. Bir örneği Çizelge 3.15'te verilen günlük raporlar ile pilot bölge dışındaki diğer operasyonlara sistemsel çerçevede geçiş sağlanmış ve üretim safhası ve bekleme süreleri gibi diğer bilgiler de kayıt altına alınmıştır.

Çizelge 3.15. Günlük Üretim Takip Raporu

HAMMADE BİLGİLERİ		SİPARİŞ BİLGİLERİ						
Sıra	Kangal No	İş Emri No	Protokol No	Çap	Gram/Adet	Müşteri İsmi		
MAKARA AYAR		MAKİNE AYAR		MİKTAR BİLGİLERİ (ADET)				
Başlama	Bitiş	Başlama	Bitiş	Adet/Dak	Sipariş	Günlük Üretilen	Toplam Üretilen	Ret

Bahsedilen ERP yazılımına geçiş için her bölüme ait görev, yetki ve sorumluluklar tekrar belirlenmiş, böylece bölümler arası sınırlar netleştirilmiştir. Bu doğrultuda personellerin görev tanımları revize edilerek sistemin yürütülmesi sağlanmıştır. Teklif aşamasından fatura aşamasına kadar tüm süreçler sistem üzerinden takip edilmeye başlanmış ve bilgi yönetiminde ilerleme kaydedilmiştir.

İleri düzey bir kalite sistemi için, firma içinde kalite kavramı tekrar tanımlanmış ve departmana ait hedefler oluşturulmuştur. Firmanın kalite kontrol prosedürü 3 alt başlıkta toplanmış ve bu çerçevede talimatları oluşturulmuştur. Bu alt başlıklar girdi kalite kontrol, proses kalite kontrol ve son kalite kontrol olarak belirlenmiştir. Girdi kalite kontrol talimatı özellikle hammadde üzerine detaylandırılmıştır. Diğer satınalma işlemi yapılan kalemlerin kontrolü, üretim ve satınalma departmanlarının siparişine özel belirlediği şartlara ve kontrol listelerine bağlanmıştır. Hammadde girdi kontrolleri için yapılacak deney, gözlem ve bunun gibi faaliyetlerin icrası için bir kalite kontrol planı hazırlanmıştır. Bu kontrol planında hangi kalitedeki hammaddelere ne türlü analiz ve deneylerin nasıl yapılacağına dair hususlar açıkça izah edilmiştir. Gelen hammaddelerin kabulü için yapılacak deneyler çap-parti bazlı ve hazırlanan numune alma talimatına bağlı olarak gerçekleştirilmiştir. Numune alma talimatı, gelen partiye yapılacak deneyler için alınacak numune miktarının ve deney adetlerinin izah edildiği bir talimattır. Yapılan deneylerin sonuçları kullanılarak partiye firma içinde belirlenen puantaj sistemine göre puanlandırma yapılmaktadır. Kısacası gelen hammadde partisi içinden numune alma talimatları kapsamında seçilen kangallara ait uygun ve uygunsuz değerlendirmesi, firma içi bir puantaj sistemi dahilinde belirlenmekte ve partinin ret veya kabulüne karar verilmektedir.

Proses kontrol talimatı hazırlanırken girdi kalite kontrol talimatında kullanılan numune alma talimatı, ölçüm yapılacak miktarın belirlenmesi için kullanılmıştır. Proses kontrol uygulaması seri başı onayı ile başlatılmış ve iş emrine ait seri üretime başlanmadan önce tüm proseslerden geçmiş üç ürün üzerinden kontrol sağlanmıştır. Üretim ancak seri başına onay alındıktan sonra başlatılmıştır.

Üretim başlatıldıktan sonra yapılan imalat esnasındaki kontroller proses kayıt formuna işletilmiş ve geriye dönük izlenebilirliği sağlamıştır. Üretimde karşılaşılabilen hataların türleri tespit edilmiş ve risk faktörleri belirlenmiştir. Bu risk faktörlerine konu olan durumlarda ilk parça yine protokole göre kontrol edilerek onay alınması ve seri üretime geçilmesi sağlanmıştır. Gerekli olan kontrol listesi ve proses kontrol planı hazırlanarak bu çerçevede uygulama yürütülmüştür. Belirlenen risk faktörlerini şu şekilde sıralayabiliriz:

1. İş emri değişiklikleri
2. Arıza dışı makine duruşları
3. Üretim için kullanılan kargal değişimi
4. Hammadde sıkışması
5. Üretimde kullanılan takımların kırılması
6. Ürün transfer sandığının değiştirilmesi

Girdi kalite kontrol sürecinde kabul edilen hammadde kullanılarak proses kontrol süreci ile kontrollü biçimde üretilen yaylar son istasyon olan paketleme operasyonuna gelmektedir. Bu noktada paketleme işlemi yapılmadan önce bazı müşteriler tarafından talep edilen ürünler için son kalite kontrol yapılması sağlanmıştır. Bu kontrol prosesinde yayların görsel yapısını, ölçü toleranslarına uygunluğunu, istenilen kuvveti veya torku sağladığını kontrol edecek bir yapı oluşturulmuştur. İş emri numarasına göre takip edilen bu son kontrol sürecine ait formda; ölçüm değerleri kısmında ürüne ait protokolde bulunan teknik resim ölçülerine göre mamül yay ölçülerinin karşılaştırılması, fiziksel özellikler kısmında yük testi sonuçları, görsel özellikler kısmında kumlama veya kaplama ile ilgili kontroller ve kimyasal özellikler kısmında ise o iş emrinde kullanılan hammaddenin kimyasal kompozisyonuna ait bilgiler not edilecek şekilde dizayn edilmiştir. Bitmiş ürünlere yapılacak olan son kontrol işlemi için parti içinden alınması gereken numune sayısı ve kabul kriterleri yine numune alma talimatına bağlanmıştır.

11. adım: İş güvenliği, sağlık ve çevrenin kontrol edildiği bir sistem kurulması amacı ile çalışmanın yapıldığı periyotlar içinde Ortak Sağlık ve Güvenliği Birimi yetki belgesine haiz iş sağlığı ve güvenliği hususunda danışman bir firma ile çalışılmıştır. Bu kapsamda firma da risk analizleri yapılmış, kullanım ve çalışma talimatları güncellenmiştir. Acil durum eylem planları oluşturulmuş ve personele eğitimler tertip edilmiştir. Yapılan risk analizlerinin hedefleri olarak aşağıdaki maddeler sıralanabilir:

1. İşletmenin yapmış olduğu faaliyetlerde personel, firma içi ve dışı noktalarında güvenlik ve çalışma şartlarının ne derece uygun olduğunun kanıtlanabilir biçimde belirlenmesi
2. Makine ve teçhizat gibi tüm üretime ait ekipmanların güvenlik gereksinimlerinin uygunluğunun doğrulanması ve teyit edilmesi
3. İşletmede olası bir kaza neticesinde bu durumun mal, can ve çevreye olan etkilerinin tespiti
4. İşletmede oluşabilecek olan kazaların nasıl kontrol altına alınabileceğinin tespiti

Klasik risk analizlerinden farklı olarak olasılık ve ağırlık faktörünün yanında saptanabilirlik çarpanının işlemlere dahil edilmesi önemli bir avantajdır. Riskleri tahmin ederek ilgili hatayı önlemeye yönelik güçlü bir analiz tekniği olan FMEA kullanılmıştır. Bu vesile ile, yüzlerce hata türünün tamamına iyileştirme yapılması yerine sistemin bütünü üzerinde en büyük katkıyı sağlayacak olan hata türleri öncelikli olarak ele alınmış ve çözümler üretilmiştir. FMEA yöntemi ile birlikte “Olursa Ne Olur?” yönteminden de yararlanılmış ve zararın boyutları hakkında bilgi elde edilerek risklerin önemine olan ilgi arttırılmaya çalışılmıştır. Tespit edilen ana tehlike kaynakları sebebiyle meydana gelebilecek durumlar gözlemlere ve incelemelere dayandırılarak tanımlanmıştır. Bu şekilde analizi yapılan tehlikeler değerlendirilerek tehlikelerin ortadan kaldırılması veya kontrol altına alınması için önlemler belirlenmiştir. Alınması gereken önlemler için mevzuat ve standartlardan yararlanılmış ve bu analizler talimatlar ile birleştirilmiştir.

3.3.4. Aşama 4: TPM Stabilizasyonu

12. adım: TPM uygulamalarının yapıldığı, ileriye dönük iyileştirmeler ve bunlara ait analizlerin ortaya konulduğu bir alt yapı; firmaların geleceğe ait planlarında önemli rol oynamaktadır. Bu aşamadan sonra TPM sonuçlarını sürekli geliştirme için bir döngüye girmiş ve pilot bölge dışındaki diğer noktalara da bu anlayışın yayılması için çaba sarf edilmeye başlanmıştır. TPM yeteneklerinin geliştirildiği bu adımda bakım maliyetleri azaltılmaya ve verimlilikler yükseltilmiştir çalışılmıştır. Kendini yenileyen ve iyileştirme faaliyetleri için kendini denetleyen şekle bürünmüştür. TPM sürekliliğinin sağlanması, yönetsel motivasyonun yüksek tutulması ve firma içi rehabetin önüne geçilmesi amaçları ile daha yüksek hedeflerin belirlenmesi için firma yetkili personeli arasında görüş alışverişini sağlayacak toplantılar tertip edilmiştir.

4. ARAŞTIRMA SONUÇLARI VE TARTIŞMA

Çalışmanın yapıldığı yıllara ait her bir makinenin verileri ayrı ayrı gösterilerek araştırma ve uygulama sonuçları bu bölümde paylaşılmıştır. ORE hesaplamasında her bir israf başlığı için hesaplanan ve kullanılan verim oranları aşağıdaki tablolarda ayrı ayrı gösterildiği gibi ayrıca israflara ait başlıkların toplam çalışma süreleri içindeki payları da gösterilerek öncelikli iyileştirmeler hakkında yorumlar yapılmıştır.

Her bir makineye ait verilerin paylaşıldığı alt başlıklarda yıllara ait veriler gösterilmiştir. Toplam zaman içindeki birim üretim süresinde malzeme ve adet olarak ne kadar üretim yapıldığı not edilmiştir. Tespit edilen kazanılan zaman ve israf zamanlarının toplam zaman içindeki payları tespit edilmiş ve grafikler ile görsellik kazandırılmıştır. Son olarak çalışmanın konusu olan ORE değeri ve bu değerın hesaplamasında kullanılan diğer verimlilik değerleri arz edilmiştir. Ayrıca makinelerdeki kurulum ve ayarlama zamanları kapsamında bulunan kangal değişim (hammadde yükleme), çap değişim (kalıp ayarlama) ve iş ayarlama (değişiklik sonrası ayar) süreleri ortalamaları paylaşılmıştır. Bu sayede makinelere ait yıllara göre kurulum ve ayar sürelerindeki değişiklikler gözlemlenmeye çalışılmıştır. Verilerin süreç içindeki aktiviteler ve diğer etkenlerle olan ilişkisi analiz edilmeye ve tutarlılığının ölçülmesine çalışılmıştır. Bu şekilde ileride gündeme gelecek bir değişimin nasıl bir etkiye sahip olabileceği yorumlanmıştır.

Veriler paylaşılmadan önce kısa bir özet yapmak gerekirse, genel olarak pilot bölgedeki yetersiz operatör sayısından kaynaklanan performans kaybı duruşları, yeni operatörlerin istihdamı ile oldukça azalmıştır. Ancak yeni operatörlerin kurulum ve makine ayarlama konusundaki tecrübesizlikleri sebebiyle kurulum ve ayar duruş süreleri uzamıştır. Azalan performans kaybına karşılık kurulum ve ayarlama kayıplarındaki fark edilebilir artış bu durumun ispatıdır. Firmanın çalışma yapılmadan önce yüksek olan performans kaybı değerlerindeki iyileştirme, artan kurulum ayar duruşlarına rağmen pilot bölgenin toplam ORE değerinde oldukça iyi bir iyileştirmeyi beraberinde getirmiştir. Son yılda yaşanan siyasi ve ekonomik olaylar son dönemdeki planlı duruşların artmasına sebebiyet vermiştir. Bu da yaşanan pazar daralması neticesinde etkilenen makinelerin grafiklerinde kendini göstermektedir.

4.1. M1 Makinesi Verileri

4.1.1. Toplanan İmalat Verileri

Çalışmanın yapıldığı periyotlarda toplanan veriler Çizelge 4.1.'de verilmiştir. Kayıp zamanların çeşitleri ve değerleri de aynı çizelgede detaylandırılmıştır. Çizelge 4.2.'de birim zamanda elde edilen üretim miktarları gösterilmiştir.

Çizelge 4.1. M1 Makinesi Yıllara Göre İmalat Verileri

M1 MAKİNE VERİLERİ	2016	2017	2018
Toplam Çalışma Zamanı	2.302,8 saat	2.604,6 saat	2.396,0 saat
Kazanılan Zaman	493,6 saat	792,7 saat	817,4 saat
Kayıp Zaman	1.809,2 saat	1.812,0 saat	1.578,6 saat
<i>Planlanmış Duraksamalar</i>	1.147,4 saat	989,7 saat	1.339,5 saat
<i>Arıza Kayıpları</i>	1,0 saat	19,5 saat	8,8 saat
<i>Kurulum ve Ayarlama Kayıpları</i>	42,9 saat	87,8 saat	43,6 saat
<i>Hammadde Kayıpları</i>	10,3 saat	33,8 saat	3,8 saat
<i>İş Gücü Kayıpları</i>	0,0 saat	0,0 saat	0,0 saat
<i>Operatör Performansı Kayıpları</i>	607,6 saat	681,1 saat	183,0 saat
<i>Üretilen Sağlam Parça Sayısı</i>	1.485.150 adt	2.075.961 adt	2.238.270 adt
<i>Üretilen Ret Parça Sayısı</i>	4.600 adt	445 adt	3.135 adt
Üretilen Ürün KG	4411,62 KG	6324,17 KG	7026,45 KG
Kullanılan Tel KG	4450,00 KG	6390,70 KG	7067,60 KG
Hurda Oranı	0,86%	1,04%	0,58%

Çizelge 4.2. M1 Makinesi Birim Toplam Zaman Üretim Miktarları

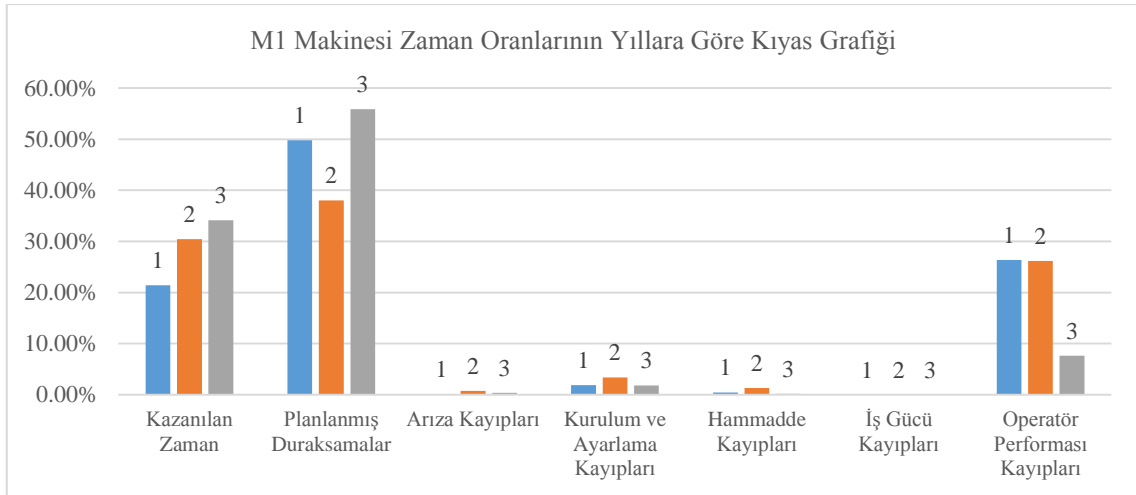
	2016	2017	2018
KG/Toplam Zaman	1,92 KG/saat	2,43 KG/saat	2,93 KG/saat
adt/Toplam Zaman	645 adt/saat	797 adt/saat	934 adt/saat

4.1.2. Kayıp Zamanların Dinamik Analizi

Çizelge 4.3.'te kayıp zamanların toplam zaman içindeki payları gösterilmiştir. Şekil 4.1.'de elde edilen zamanlara dair yıllık değişim grafiği paylaşılmıştır.

Çizelge 4.3. M1 Makinesi İsrar Sürelerinin Toplam Zaman İçindeki Payları

	2016 (1)	2017 (2)	2018 (3)
Kazanılan Zaman	21,43%	30,43%	34,11%
<i>Planlanmış Duraksamalar</i>	49,83%	38,00%	55,90%
<i>Arıza Kayıpları</i>	0,04%	0,75%	0,37%
<i>Kurulum ve Ayarlama Kayıpları</i>	1,86%	3,37%	1,82%
<i>Hammadde Kayıpları</i>	0,45%	1,30%	0,16%
<i>İş Gücü Kayıpları</i>	0,00%	0,00%	0,00%
<i>Operatör Performansı Kayıpları</i>	26,39%	26,15%	7,64%



Şekil 4.1. M1 Makinesi Zaman Oranlarının Yıllara Göre Kıyas Grafiği

4.1.3. Hesaplanan ORE Değeri ve İyileştirme Oranları

Çizelge 4.4.'te ORE hesabı detaylandırılmış, Çizelge 4.5'te ayar ve kurulum ait detay sürelerin değişimi paylaşılmıştır.

Çizelge 4.4. M1 Makinesi Toplam Kaynak Verimliliği Hesap Çizelgesi

KAYIP FAKTÖRLERİ - M1 MAKİNE	2016	2017	2018
Hazır olma - H (Readiness - R)	50,17%	62,00%	44,10%
Tesisin kullanılabilirliği - Kt (Availability of facility - Af)	99,91%	98,79%	99,17%
Kalıp değiştirme verimi - D (Changeover efficiency - C)	96,28%	94,49%	95,84%
Malzeme kullanılabilirliği - Km (Availability of material - Am)	99,08%	97,76%	99,62%
İşgücü kullanılabilirliği - Kig (Availability of manpower - Amp)	100,00%	100,00%	100,00%
Performans verimliliği - P (Performance efficiency - P)	44,82%	53,78%	81,71%
Kalite oranı - K (Quality rate - Q)	99,69%	99,98%	99,86%
ORE = $R \times Af \times C \times Am \times Amp \times P \times Q \times 100$	21,37%	30,43%	34,07%
İLK DÖNEME GÖRE İYİLEŞME ORANI	59,44%		

Çizelge 4.5. M1 Makinesi Ayar ve Kurulum Kayıpları Kırılım Ortalamaları

	2016	2017	2018
Ortalama Kargal Değişim Süresi	10,09 dak	6,44 dak	4,38 dak
Ortalama Çap Değişim Süresi	46,92 dak	38,50 dak	20,00 dak
Ortalama İş Ayarlama Süresi	17,40 dak	75,24 dak	34,88 dak

M1 makinesinde elde edilen 59,44%'lik ORE gelişmesi oldukça iyi bir değer olup iyileştirmeler özellikle operatör performans kayıpları sınıfında yapılmıştır. Üretim kabiliyeti doğrultusunda mevsimsellik arz eden sipariş yapısı sebebi ile makinenin planlı duraksamaları noktasında iyileştirme yapılamamıştır. Özellikle son sene için makinenin çalıştırılacağı sezonda meydana gelen siyasi ve ekonomik bazı mücbir sebepler bu duruşların payını arttırmıştır. Birim üretim miktarları arttırılmış, hurda oranı azaltılmıştır.

4.2. M2 Makinesi Verileri

4.2.1. Toplanan İmalat Verileri

Çalışmanın yapıldığı periyotlarda toplanan veriler Çizelge 4.6.'da verilmiştir. Kayıp zamanların çeşitleri ve değerleri de aynı çizelgede detaylandırılmıştır. Çizelge 4.7.'de birim zamanda elde edilen üretim miktarları gösterilmiştir.

Çizelge 4.6. M2 Makinesi Yıllara Göre İmalat Verileri

M2 MAKİNE VERİLERİ	2016	2017	2018
Toplam Çalışma Zamanı	2.261,2 saat	2.424,2 saat	2.420,7 saat
Kazanılan Zaman	750,8 saat	705,0 saat	785,4 saat
Kayıp Zaman	1.510,4 saat	1.719,2 saat	1.635,3 saat
<i>Planlanmış Duraksamalar</i>	127,8 saat	248,7 saat	349,7 saat
<i>Arıza Kayıpları</i>	3,8 saat	17,0 saat	5,8 saat
<i>Kurulum ve Ayarlama Kayıpları</i>	548,0 saat	569,6 saat	740,5 saat
<i>Hammadde Kayıpları</i>	4,1 saat	47,1 saat	39,1 saat
<i>İş Gücü Kayıpları</i>	0,0 saat	23,3 saat	17,5 saat
<i>Operatör Performansı Kayıpları</i>	826,7 saat	813,5 saat	482,8 saat
<i>Üretilen Sağlam Parça Sayısı</i>	4.845.355 adt	4.359.728 adt	5.731.583 adt
<i>Üretilen Ret Parça Sayısı</i>	16.974 adt	45.321 adt	30.532 adt
Üretilen Ürün KG	6808,39 KG	7711,00 KG	8257,98 KG
Kullanılan Tel KG	6959,01 KG	7922,47 KG	8386,26 KG
Hurda Oranı	2,16%	2,67%	1,53%

Çizelge 4.7. M2 Makinesi Birim Toplam Zaman Üretim Miktarları

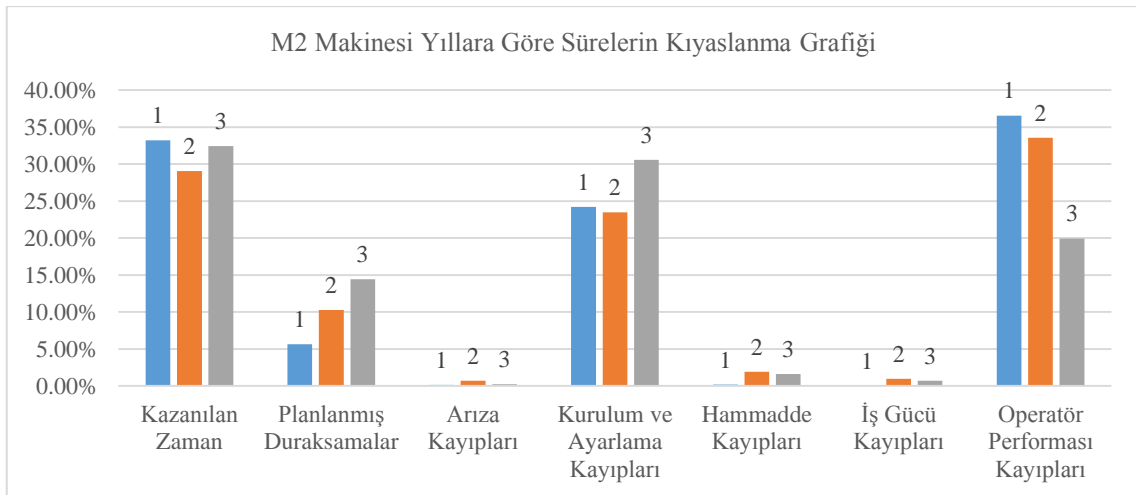
	2016	2017	2018
KG/Toplam Zaman	3,01 KG/saat	3,18 KG/saat	3,41 KG/saat
adt/Toplam Zaman	2.143 adt/saat	1.798 adt/saat	2.368 adt/saat

4.2.2. Kayıp Zamanların Dinamik Analizi

Çizelge 4.8.'de kayıp zamanların toplam zaman içindeki payları gösterilmiştir. Şekil 4.2.'de elde edilen zamanlara dair yıllık değişim grafiği paylaşılmıştır.

Çizelge 4.8. M2 Makinesi İsrar Sürelerinin Toplam Zaman İçindeki Payları

	2016	2017	2018
Kazanılan Zaman	33,20%	29,08%	32,45%
<i>Planlanmış Duraksamalar</i>	5,65%	10,26%	14,45%
<i>Arıza Kayıpları</i>	0,17%	0,70%	0,24%
<i>Kurulum ve Ayarlama Kayıpları</i>	24,23%	23,50%	30,59%
<i>Hammadde Kayıpları</i>	0,18%	1,94%	1,61%
<i>İş Gücü Kayıpları</i>	0,00%	0,96%	0,72%
<i>Operatör Performansı Kayıpları</i>	36,56%	33,56%	19,95%



Şekil 4.2. M2 Makinesi Zaman Oranlarının Yıllara Göre Kıyas Grafiği

4.2.3. Hesaplanan ORE Değeri ve İyileştirme Oranları

Çizelge 4.9.'da ORE hesabı detaylandırılmış, Çizelge 4.10'da ayar ve kurulum ait detay sürelerin değişimi paylaşılmıştır.

Çizelge 4.9. M2 Makinesi Toplam Kaynak Verimliliği Hesap Çizelgesi

KAYIP FAKTÖRLERİ – M2 MAKİNE	2016	2017	2018
Hazır olma - H (Readiness – R)	94,35%	89,74%	85,55%
Tesisin kullanılabilirliği – Kt (Availability of facility – Af)	99,82%	99,22%	99,72%
Kalıp değiştirme verimi – D (Changeover efficiency – C)	74,27%	73,61%	64,15%
Malzeme kullanılabilirliği – Km (Availability of material – Am)	99,74%	97,04%	97,05%
İşgücü kullanılabilirliği – Kig (Availability of manpower – Amp)	100,00%	98,49%	98,64%
Performans verimliliği – P (Performance efficiency – P)	47,59%	46,43%	61,93%
Kalite oranı – K (Quality rate – Q)	99,65%	98,97%	99,47%
ORE = R x Af x C x Am x Amp x P x Q x100	33,09%	28,78%	32,27%
TOPLAM İYİLEŞTİRME ORANI		-2,46%	

Çizelge 4.10. M2 Makinesi Ayar ve Kurulum Kayıpları Kırılım Ortalamaları

	2016	2017	2018
Ortalama Kangal Değişim Süresi	12,72 dak	8,53 dak	4,58 dak
Ortalama Çap Değişim Süresi	19,58 dak	18,88 dak	21,91 dak
Ortalama İş Ayarlama Süresi	43,92 dak	62,06 dak	56,61 dak

M2 makinesinde ortaya çıkan durum operatör performans kayıplarının azaltılması ancak buna rağmen kurulum ve ayar kayıplarının artması şeklinde gerçekleşmiştir. Bölümünün başında da açıklandığı üzere yeni operatörlerin tecrübe eksikliği bu kötüye gidişin ana sebebi olarak düşünülebilir. Tecrübe arttıkça ve başka iş etüdü çalışmaları yapıldıkça bu sürelerde azalma elde edilecektir. Bu bağlamda mevcut durum korumuş, birim üretim miktarları arttırılmış ve hurda oranı azaltılmıştır.

4.3. M3 Makinesi Verileri

4.3.1. Toplanan İmalat Verileri

Çalışmanın yapıldığı periyotlarda toplanan veriler Çizelge 4.11.'de verilmiştir. Kayıp zamanların çeşitleri ve değerleri de aynı çizelgede detaylandırılmıştır. Çizelge 4.12.'de birim zamanda elde edilen üretim miktarları gösterilmiştir.

Çizelge 4.11. M3 Makinesi Yıllara Göre İmalat Verileri

M3 MAKİNE VERİLERİ	2016	2017	2018
Toplam Çalışma Zamanı	2.259,4 saat	2.408,2 saat	2.332,1 saat
Kazanılan Zaman	496,6 saat	535,5 saat	513,7 saat
Kayıp Zaman	1.762,9 saat	1.872,7 saat	1.818,4 saat
<i>Planlanmış Duraksamalar</i>	115,0 saat	291,8 saat	388,3 saat
<i>Arıza Kayıpları</i>	5,8 saat	12,2 saat	22,8 saat
<i>Kurulum ve Ayarlama Kayıpları</i>	632,8 saat	614,8 saat	590,8 saat
<i>Hammadde Kayıpları</i>	15,3 saat	44,5 saat	7,2 saat
<i>İş Gücü Kayıpları</i>	0,0 saat	20,3 saat	22,0 saat
<i>Operatör Performansı Kayıpları</i>	993,9 saat	889,2 saat	787,3 saat
<i>Üretilen Sağlam Parça Sayısı</i>	3.128.484 adt	3.788.964 adt	3.189.209 adt
<i>Üretilen Ret Parça Sayısı</i>	1.620 adt	1.643 adt	21.001 adt
Üretilen Ürün KG	21520,86 KG	23472,81 KG	26108,29 KG
Kullanılan Tel KG	22039,70 KG	23908,10 KG	26551,40 KG
Hurda Oranı	2,35%	1,82%	1,67%

Çizelge 4.12. M3 Makinesi Birim Toplam Zaman Üretim Miktarları

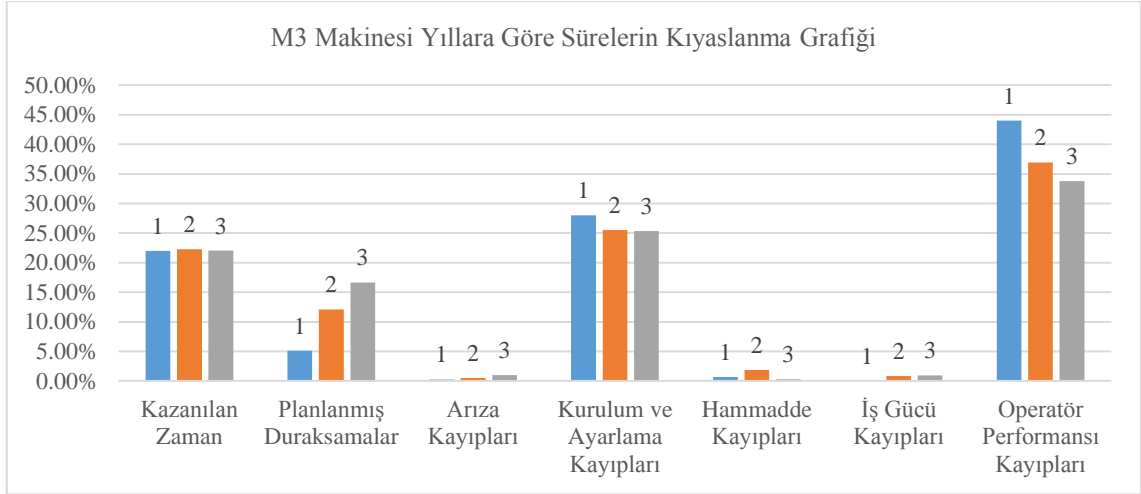
	2016	2017	2018
KG/Toplam Zaman	9,52 KG/saat	9,75 KG/saat	11,20 KG/saat
adt/Toplam Zaman	1.385 adt/saat	1.573 adt/saat	1.368 adt/saat

4.3.2. Kayıp Zamanların Dinamik Analizi

Çizelge 4.13.'de kayıp zamanların toplam zaman içindeki payları gösterilmiştir. Şekil 4.3.'de elde edilen zamanlara dair yıllık değişim grafiği paylaşılmıştır.

Çizelge 4.13. M3 Makinesi İsrar Sürelerinin Toplam Zaman İçindeki Payları

	2016 (1)	2017 (2)	2018 (3)
Kazanılan Zaman	21,98%	22,24%	22,03%
<i>Planlanmış Duraksamalar</i>	5,09%	12,11%	16,65%
<i>Arıza Kayıpları</i>	0,26%	0,51%	0,98%
<i>Kurulum ve Ayarlama Kayıpları</i>	28,01%	25,53%	25,33%
<i>Hammadde Kayıpları</i>	0,68%	1,85%	0,31%
<i>İş Gücü Kayıpları</i>	0,00%	0,84%	0,94%
<i>Operatör Performansı Kayıpları</i>	43,99%	36,92%	33,76%



Şekil 4.3. M3 Makinesi Zaman Oranlarının Yıllara Göre Kıyas Grafiği

4.3.3. Hesaplanan ORE Değeri ve İyileştirme Oranları

Çizelge 4.14.'de ORE hesabı detaylandırılmış, Çizelge 4.15.'te ayar ve kurulum ait detay sürelerin değişimi paylaşılmıştır.

Çizelge 4.14. M3 Makinesi Toplam Kaynak Verimliliği Hesap Çizelgesi

KAYIP FAKTÖRLERİ – M3 MAKİNE	2016	2017	2018
<i>Hazır olma - H (Readiness – R)</i>	94,91%	87,89%	83,35%
<i>Tesisin kullanılabilirliği – Kt (Availability of facility – Af)</i>	99,73%	99,42%	98,83%
<i>Kalıp değiştirme verimi – D (Changeover efficiency – C)</i>	70,41%	70,78%	69,25%
<i>Malzeme kullanılabilirliği – Km (Availability of material – Am)</i>	98,98%	97,01%	99,46%
<i>İşgücü kullanılabilirliği – Kig (Availability of manpower – Amp)</i>	100,00%	98,60%	98,34%
<i>Performans verimliliği – P (Performance efficiency – P)</i>	33,32%	37,59%	39,49%
<i>Kalite oranı – K (Quality rate – Q)</i>	99,95%	99,96%	99,35%
ORE = R x Af x C x Am x Amp x P x Q x100	21,97%	22,23%	21,88%
TOPLAM İYİLEŞTİRME ORANI	-0,37%		

Çizelge 4.15. M3 Makinesi Ayar ve Kurulum Kayıpları Kırılım Ortalamaları

	2016	2017	2018
Ortalama Kangal Değişim Süresi	13,33 dak	8,91 dak	4,33 dak
Ortalama Çap Değişim Süresi	14,39 dak	18,91 dak	30,71 dak
Ortalama İş Ayarlama Süresi	61,18 dak	57,83 dak	66,61 dak

M3 makinesi için dönem içinde en büyük kayıp olan performans kaybı üzerine çalışma yapılmış ve bu bağlamda oldukça iyi sonuçlar elde edilmiştir. Yeni operatörlerin etkisi bu makinede de kendini hissettirmiş ancak artan planlı duruşlar neticesinde ORE değerinde bir iyileştirme elde edilememiştir. Artan planlı duruşların ana sebebi olarak piyasalardaki tedirginlik neticesinde azalan sipariş miktarları öne sürülebilir. Buna rağmen mevcut durum korunmuş hurda miktarı düşürülmüş ve birim üretim artırılmıştır.

4.4. M4 Makinesi Verileri

4.4.1. Toplanan İmalat Verileri

Çalışmanın yapıldığı periyotlarda toplanan veriler Çizelge 4.16.'da verilmiştir. Kayıp zamanların çeşitleri ve değerleri de aynı çizelgede detaylandırılmıştır. Çizelge 4.17.'de birim zamanda elde edilen üretim miktarları gösterilmiştir.

Çizelge 4.16. M4 Makinesi Yıllara Göre İmalat Verileri

M4 MAKİNE VERİLERİ	2016	2017	2018
Toplam Çalışma Zamanı	2.264,3 saat	2.449,6 saat	2.348,2 saat
Kazanılan Zaman	565,4 saat	756,2 saat	613,8 saat
Kayıp Zaman	1.698,9 saat	1.693,4 saat	1.734,4 saat
<i>Planlanmış Duraksamalar</i>	61,6 saat	107,8 saat	224,0 saat
<i>Arıza Kayıpları</i>	15,3 saat	29,6 saat	26,9 saat
<i>Kurulum ve Ayarlama Kayıpları</i>	582,9 saat	831,0 saat	817,0 saat
<i>Hammadde Kayıpları</i>	5,3 saat	6,9 saat	3,8 saat
<i>İş Gücü Kayıpları</i>	0,0 saat	3,8 saat	17,0 saat
<i>Operatör Performansı Kayıpları</i>	1.033,8 saat	714,3 saat	645,7 saat
<i>Üretilen Sağlam Parça Sayısı</i>	1.534.241 adt	2.131.283 adt	1.833.319 adt
<i>Üretilen Ret Parça Sayısı</i>	1.559 adt	7.804 adt	2.468 adt
Üretilen Ürün KG	86755,07 KG	117764,68 KG	90329,30 KG
Kullanılan Tel KG	88568,70 KG	120599,40 KG	92088,50 KG
Hurda Oranı	2,05%	2,35%	1,91%

Çizelge 4.17. M4 Makinesi Birim Toplam Zaman Üretim Miktarları

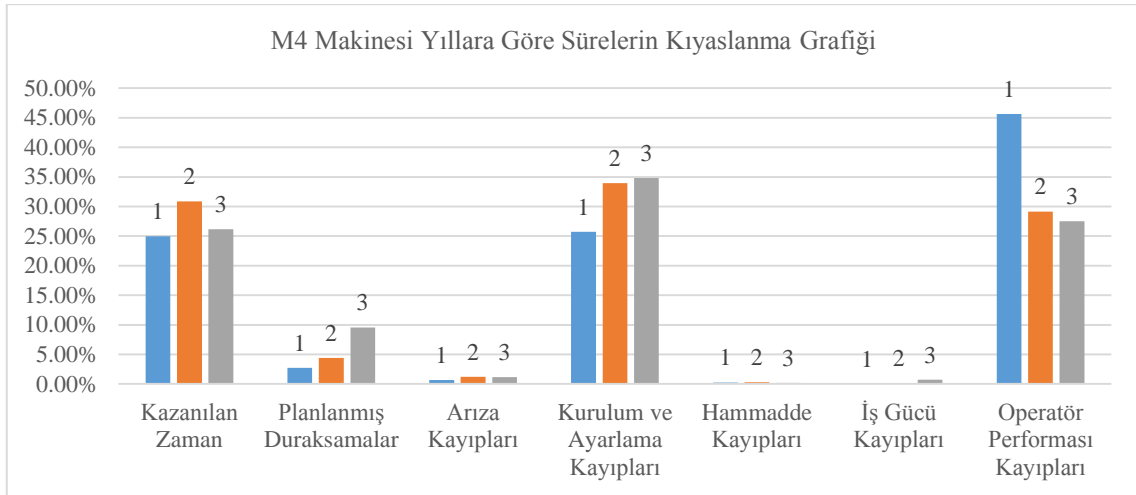
	2016	2017	2018
KG/Toplam Zaman	38,31 KG/saat	48,08 KG/saat	38,47 KG/saat
adt/Toplam Zaman	678 adt/saat	870 adt/saat	781 adt/saat

4.4.2. Kayıp Zamanların Dinamik Analizi

Çizelge 4.18.'de kayıp zamanların toplam zaman içindeki payları gösterilmiştir. Şekil 4.4.'de elde edilen zamanlara dair yıllık değişim grafiği paylaşılmıştır.

Çizelge 4.18. M4 Makinesi İsrar Sürelerinin Toplam Zaman İçindeki Payları

	2016 (1)	2017 (2)	2018 (3)
Kazanılan Zaman	24,97%	30,87%	26,14%
<i>Planlanmış Duraksamalar</i>	2,72%	4,40%	9,54%
<i>Arıza Kayıpları</i>	0,67%	1,21%	1,15%
<i>Kurulum ve Ayarlama Kayıpları</i>	25,74%	33,93%	34,79%
<i>Hammadde Kayıpları</i>	0,24%	0,28%	0,16%
<i>İş Gücü Kayıpları</i>	0,00%	0,15%	0,72%
<i>Operatör Performansı Kayıpları</i>	45,66%	29,16%	27,50%



Şekil 4.4. M4 Makinesi Zaman Oranlarının Yıllara Göre Kıyas Grafiği

4.4.3. Hesaplanan ORE Değeri ve İyileştirme Oranları

Çizelge 4.19.'da ORE hesabı detaylandırılmış, Çizelge 4.20.'de ayar ve kurulum ait detay sürelerin değişimi paylaşılmıştır.

Çizelge 4.19. M4 Makinesi Toplam Kaynak Verimliliği Hesap Çizelgesi

KAYIP FAKTÖRLERİ - M4 MAKİNE	2016	2017	2018
<i>Hazır olma - H (Readiness - R)</i>	97,28%	95,60%	90,46%
<i>Tesisin kullanılabilirliği - Kt (Availability of facility - Af)</i>	99,31%	98,74%	98,73%
<i>Kalıp değiştirme verimi - D (Changeover efficiency - C)</i>	73,35%	64,06%	61,05%
<i>Malzeme kullanılabilirliği - Km (Availability of material - Am)</i>	99,67%	99,53%	99,70%
<i>İşgücü kullanılabilirliği - Kig (Availability of manpower - Amp)</i>	100,00%	99,75%	98,67%
<i>Performans verimliliği - P (Performance efficiency - P)</i>	35,35%	51,42%	48,73%
<i>Kalite oranı - K (Quality rate - Q)</i>	99,90%	99,64%	99,87%
ORE = R x Af x C x Am x Amp x P x Q x100	24,94%	30,76%	26,10%
TOPLAM İYİLEŞTİRME ORANI	4,65%		

Çizelge 4.20. M4 Makinesi Ayar ve Kurulum Kayıpları Kırılım Ortalamaları

	2016	2017	2018
Ortalama Kangal Değişim Süresi	13,18 dak	9,97 dak	5,16 dak
Ortalama Çap Değişim Süresi	41,21 dak	47,69 dak	39,55 dak
Ortalama İş Ayarlama Süresi	42,07 dak	67,14 dak	67,97 dak

M4 makinesi değerlerine bakıldığı zaman, tespit döneminde toplam çalışma zamanı içindeki en büyük israfın operatör performans kayıpları olduğu tespit edilmiş ve bunun üzerine gidilmiştir. Hemen hemen yarı yarıya indirilen bu israfa karşılık kurulum ve ayar süreleri içerisinde özellikle iş ayarlama süreleri nispeten artmış ve ekonomik olaylar neticesinde planlanmış duraksamalara ait israflarında oranı artmıştır. Buna rağmen toplamda ORE değerinde 4,65%'lik bir iyileşme elde edilmiştir.

4.5. M5 Makinesi Verileri

4.5.1. Toplanan İmalat Verileri

Çalışmanın yapıldığı periyotlarda toplanan veriler Çizelge 4.21.'de verilmiştir. Kayıp zamanların çeşitleri ve değerleri de aynı çizelgede detaylandırılmıştır. Çizelge 4.22.'de birim zamanda elde edilen üretim miktarları gösterilmiştir.

Çizelge 4.21. M5 Makinesi Yıllara Göre İmalat Verileri

M5 MAKİNE VERİLERİ	2016	2017	2018
Toplam Çalışma Zamanı	2.278,9 saat	2.378,8 saat	2.281,4 saat
Kazanılan Zaman	298,1 saat	428,3 saat	415,8 saat
Kayıp Zaman	1.980,8 saat	1.950,4 saat	1.865,6 saat
<i>Planlanmış Duraksamalar</i>	270,3 saat	361,5 saat	493,0 saat
<i>Arıza Kayıpları</i>	45,5 saat	79,4 saat	49,0 saat
<i>Kurulum ve Ayarlama Kayıpları</i>	254,2 saat	395,0 saat	270,7 saat
<i>Hammadde Kayıpları</i>	4,5 saat	12,2 saat	5,3 saat
<i>İş Gücü Kayıpları</i>	2,8 saat	27,1 saat	0,0 saat
<i>Operatör Performansı Kayıpları</i>	1.403,6 saat	1.075,3 saat	1.047,5 saat
<i>Üretilen Sağlam Parça Sayısı</i>	174.635 adt	209.631 adt	255.059 adt
<i>Üretilen Ret Parça Sayısı</i>	116 adt	991 adt	853 adt
Üretilen Ürün KG	39883,18 KG	60096,54 KG	49904,66 KG
Kullanılan Tel KG	41506,70 KG	62323,30 KG	51711,20 KG
Hurda Oranı	3,91%	3,57%	3,49%

Çizelge 4.22. M5 Makinesi Birim Toplam Zaman Üretim Miktarları

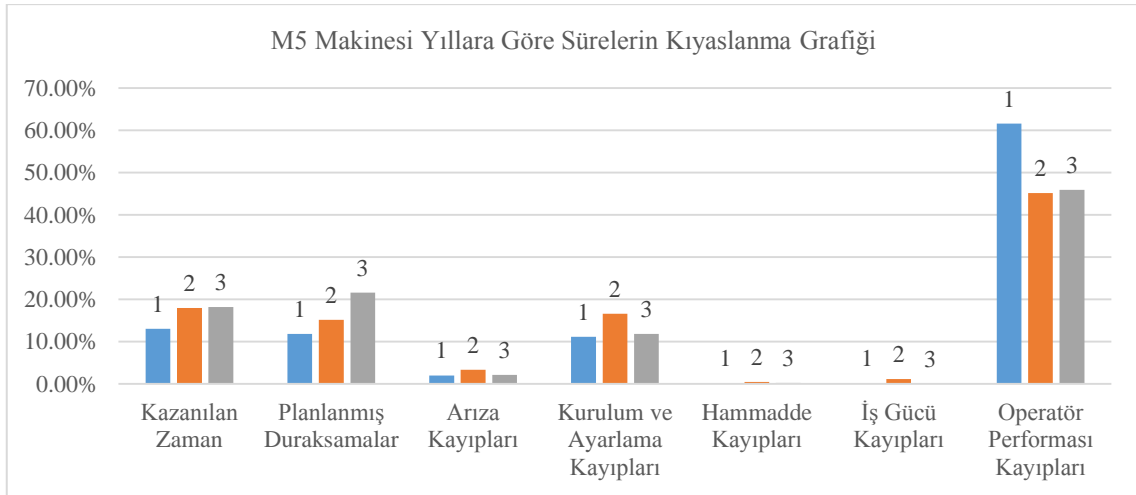
	2016	2017	2018
KG/Toplam Zaman	17,50 KG/saat	25,26 KG/saat	21,87 KG/saat
adt/Toplam Zaman	77 adt/saat	88 adt/saat	112 adt/saat

4.5.2. Kayıp Zamanların Dinamik Analizi

Çizelge 4.23.'te kayıp zamanların toplam zaman içindeki payları gösterilmiştir. Şekil 4.5.'te elde edilen zamanlara dair yıllık değişim grafiği paylaşılmıştır.

Çizelge 4.23. M5 Makinesi İsrar Sürelerinin Toplam Zaman İçindeki Payları

	2016 (1)	2017 (2)	2018 (3)
Kazanılan Zaman	13,08%	18,01%	18,23%
<i>Planlanmış Duraksamalar</i>	11,86%	15,20%	21,61%
<i>Arıza Kayıpları</i>	2,00%	3,34%	2,15%
<i>Kurulum ve Ayarlama Kayıpları</i>	11,15%	16,60%	11,87%
<i>Hammadde Kayıpları</i>	0,20%	0,51%	0,23%
<i>İş Gücü Kayıpları</i>	0,12%	1,14%	0,00%
<i>Operatör Performansı Kayıpları</i>	61,59%	45,20%	45,91%



Şekil 4.5. M5 Makinesi Zaman Oranlarının Yıllara Göre Kıyas Grafiği

4.5.3. Hesaplanan ORE Değeri ve İyileştirme Oranları

Çizelge 4.24.'te ORE hesabı detaylandırılmış, Çizelge 4.25.'te ayar ve kurulum ait detay sürelerin değişimi paylaşılmıştır.

Çizelge 4.24. M5 Makinesi Toplam Kaynak Verimliliği Hesap Çizelgesi

KAYIP FAKTÖRLERİ – M5 MAKİNE	2016	2017	2018
<i>Hazır olma - H (Readiness – R)</i>	88,14%	84,80%	78,39%
<i>Tesisin kullanılabilirliği – Kt (Availability of facility – Af)</i>	97,73%	96,06%	97,26%
<i>Kalıp değiştirme verimi – D (Changeover efficiency – C)</i>	87,05%	79,62%	84,44%
<i>Malzeme kullanılabilirliği – Km (Availability of material – Am)</i>	99,74%	99,21%	99,64%
<i>İşgücü kullanılabilirliği – Kig (Availability of manpower – Amp)</i>	99,84%	98,23%	100,00%
<i>Performans verimliliği – P (Performance efficiency – P)</i>	17,52%	28,49%	28,42%
<i>Kalite oranı – K (Quality rate – Q)</i>	99,93%	99,53%	99,67%
ORE = R x Af x C x Am x Amp x P x Q x100	13,07%	17,92%	18,17%
TOPLAM İYİLEŞTİRME ORANI	38,95%		

Çizelge 4.25. M5 Makinesi Ayar ve Kurulum Kayıpları Kırılım Ortalamaları

	2016	2017	2018
Ortalama Kargal Değişim Süresi	15,29 dak	13,93 dak	5,79 dak
Ortalama Çap Değişim Süresi	23,48 dak	16,29 dak	14,96 dak
Ortalama İş Ayarlama Süresi	44,55 dak	63,64 dak	46,96 dak

M5 makinesi 2016 senesi değerleri incelendiğinde en büyük israf zamanının operatör performans kayıplarından kaynaklandığı tespit edilmiş ve bu ölçüde iyileştirmeler yapılmaya çalışılmıştır. Metot ve uygulama noktasında yapılan iyileştirmeler ve yeni operatör istihdamının sağladığı olanaklar bu israf sınıfında oldukça iyi sonuçlar vermiş ve toplamda 38,95%'lik bir ORE iyileştirme oranı yakalanmıştır. Ayrıca kurulum ve ayar sürelerinde de gözle görülür iyileştirmeler elde edilmiştir.

4.6. M6 Makinesi Verileri

4.6.1. Toplanan İmalat Verileri

Çalışmanın yapıldığı periyotlarda toplanan veriler Çizelge 4.26.'de verilmiştir. Kayıp zamanların çeşitleri ve değerleri de aynı çizelgede detaylandırılmıştır. Çizelge 4.27.'de birim zamanda elde edilen üretim miktarları gösterilmiştir.

Çizelge 4.26. M6 Makinesi Yıllara Göre İmalat Verileri

M6 MAKİNE VERİLERİ	2016	2017	2018
Toplam Çalışma Zamanı	2.443,3 saat	3.021,2 saat	3.431,5 saat
Kazanılan Zaman	1.136,8 saat	1.867,3 saat	2.200,1 saat
Kayıp Zaman	1.306,5 saat	1.153,9 saat	1.231,4 saat
<i>Planlanmış Duraksamalar</i>	142,4 saat	123,8 saat	229,9 saat
<i>Arıza Kayıpları</i>	4,0 saat	19,0 saat	9,8 saat
<i>Kurulum ve Ayarlama Kayıpları</i>	403,8 saat	378,4 saat	782,6 saat
<i>Hammadde Kayıpları</i>	13,2 saat	7,0 saat	12,7 saat
<i>İş Gücü Kayıpları</i>	0,0 saat	47,8 saat	0,0 saat
<i>Operatör Performansı Kayıpları</i>	743,0 saat	577,9 saat	196,3 saat
<i>Üretilen Sağlam Parça Sayısı</i>	3.328.959 adt	5.619.785 adt	7.690.523 adt
<i>Üretilen Ret Parça Sayısı</i>	3.540 adt	10.016 adt	3.460 adt
Üretilen Ürün KG	10725,40 KG	19363,00 KG	19457,57 KG
Kullanılan Tel KG	10787,87 KG	19558,00 KG	19691,90 KG
Hurda Oranı	0,58%	1,00%	1,19%

Çizelge 4.27. M6 Makinesi Birim Toplam Zaman Üretim Miktarları

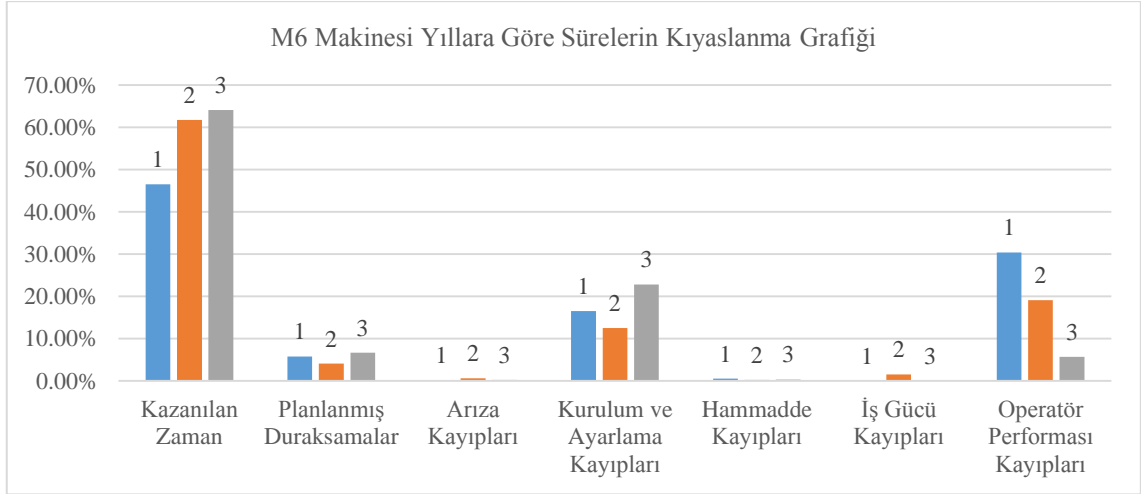
	2016	2017	2018
KG/Toplam Zaman	4,39 KG/saat	6,41 KG/saat	5,67 KG/saat
adt/Toplam Zaman	1.363 adt/saat	1.860 adt/saat	2.241 adt/saat

4.6.2. Kayıp Zamanların Dinamik Analizi

Çizelge 4.28.'te kayıp zamanların toplam zaman içindeki payları gösterilmiştir. Şekil 4.6.'te elde edilen zamanlara dair yıllık değişim grafiği paylaşılmıştır.

Çizelge 4.28. M6 Makinesi İsrar Sürelerinin Toplam Zaman İçindeki Payları

	2016 (1)	2017 (2)	2018 (3)
Kazanılan Zaman	46,53%	61,81%	64,11%
<i>Planlanmış Duraksamalar</i>	5,83%	4,10%	6,70%
<i>Arıza Kayıpları</i>	0,16%	0,63%	0,29%
<i>Kurulum ve Ayarlama Kayıpları</i>	16,53%	12,52%	22,81%
<i>Hammadde Kayıpları</i>	0,54%	0,23%	0,37%
<i>İş Gücü Kayıpları</i>	0,00%	1,58%	0,00%
<i>Operatör Performansı Kayıpları</i>	30,41%	19,13%	5,72%



Şekil 4.6. M6 Makinesi Zaman Oranlarının Yıllara Göre Kıyas Grafiği

4.6.3. Hesaplanan ORE Değeri ve İyileştirme Oranları

Çizelge 4.29.'te ORE hesabı detaylandırılmış, Çizelge 4.30.'te ayar ve kurulum ait detay sürelerin değişimi paylaşılmıştır.

Çizelge 4.29. M6 Makinesi Toplam Kaynak Verimliliği Hesap Çizelgesi

KAYIP FAKTÖRLERİ – M6 MAKİNE	2016	2017	2018
Hazır olma - <i>H</i> (Readiness - <i>R</i>)	94,17%	95,90%	93,30%
Tesisin kullanılabilirliği - <i>Kt</i> (Availability of facility - <i>Af</i>)	99,83%	99,34%	99,69%
Kalıp değiştirme verimi - <i>D</i> (Changeover efficiency - <i>C</i>)	82,42%	86,85%	75,48%
Malzeme kullanılabilirliği - <i>Km</i> (Availability of material - <i>Am</i>)	99,30%	99,72%	99,47%
İşgücü kullanılabilirliği - <i>Kig</i> (Availability of manpower - <i>Amp</i>)	100,00%	98,08%	100,00%
Performans verimliliği - <i>P</i> (Performance efficiency - <i>P</i>)	60,47%	76,37%	91,81%
Kalite oranı - <i>K</i> (Quality rate - <i>Q</i>)	99,89%	99,82%	99,96%
ORE = R x Af x C x Am x Amp x P x Q x100	46,48%	61,70%	64,09%
TOPLAM İYİLEŞTİRME ORANI	37,88%		

Çizelge 4.30. M6 Makinesi Ayar ve Kurulum Kayıpları Kırılım Ortalamaları

	2016	2017	2018
Ortalama Kanga Değişim Süresi	12,49 dak	7,45 dak	4,08 dak
Ortalama Çap Değişim Süresi	39,14 dak	48,07 dak	48,95 dak
Ortalama İş Ayarlama Süresi	72,22 dak	88,53 dak	163,56 dak

M6 makinesi oldukça karışık bir makine olmasına rağmen çalışma sonunda elde edilen başarılar cesaret vericidir. 37,88%'lik ORE iyileştirme oranı özellikle operatör performans kayıplarını azaltılması ile elde edilmiş ve bu sayede kazanılan zaman arttırılmıştır. Gelen siparişlere ait yayların şekilleri itibari ile karmaşıklığına göre değişen ayar ve kurulum kayıpları negatif yönde değişmesi, iyileştirme anlamında başka metotların kullanılması gerektiğinin göstergesi olabilir.

4.7. Tüm Makinelerin Toplam Verileri

4.7.1. Toplanan İmalat Verileri

Çalışmanın yapıldığı periyotlarda toplanan veriler Çizelge 4.31.'de verilmiştir. Kayıp zamanların çeşitleri ve değerleri de aynı çizelgede detaylandırılmıştır. Çizelge 4.32.'de birim zamanda elde edilen üretim miktarları gösterilmiştir.

Çizelge 4.31. Tüm Makinelerin Yıllara Göre Toplam İmalat Verileri

TÜM MAKİNE VERİLERİ	2016	2017	2018
Toplam Çalışma Zamanı	13.809,9 saat	15.286,6 saat	15.210,0 saat
Kazanılan Zaman	3.741,2 saat	5.085,0 saat	5.346,3 saat
Kayıp Zaman	10.068,6 saat	10.201,6 saat	9.863,8 saat
<i>Planlanmış Duraksamalar</i>	1.864,5 saat	2.123,3 saat	3.024,4 saat
<i>Arıza Kayıpları</i>	75,4 saat	176,7 saat	123,1 saat
<i>Kurulum ve Ayarlama Kayıpları</i>	2.464,6 saat	2.876,6 saat	3.245,2 saat
<i>Hammadde Kayıpları</i>	52,7 saat	151,5 saat	72,0 saat
<i>İş Gücü Kayıpları</i>	2,8 saat	122,2 saat	56,5 saat
<i>Operatör Performansı Kayıpları</i>	5.608,8 saat	4.751,3 saat	3.342,7 saat
<i>Üretilen Sağlam Parça Sayısı</i>	14.496.824 adt	18.185.352 adt	20.937.963 adt
<i>Üretilen Ret Parça Sayısı</i>	28.409 adt	66.220 adt	61.449 adt
Üretilen Ürün KG	170104,51 KG	234732,19 KG	201084,25 KG
Kullanılan Tel KG	174311,98 KG	240701,97 KG	205496,86 KG
Hurda Oranı	2,41%	2,48%	2,15%

Çizelge 4.32. Tüm Makinelerin Birim Toplam Zaman Ortalama Üretim Miktarları

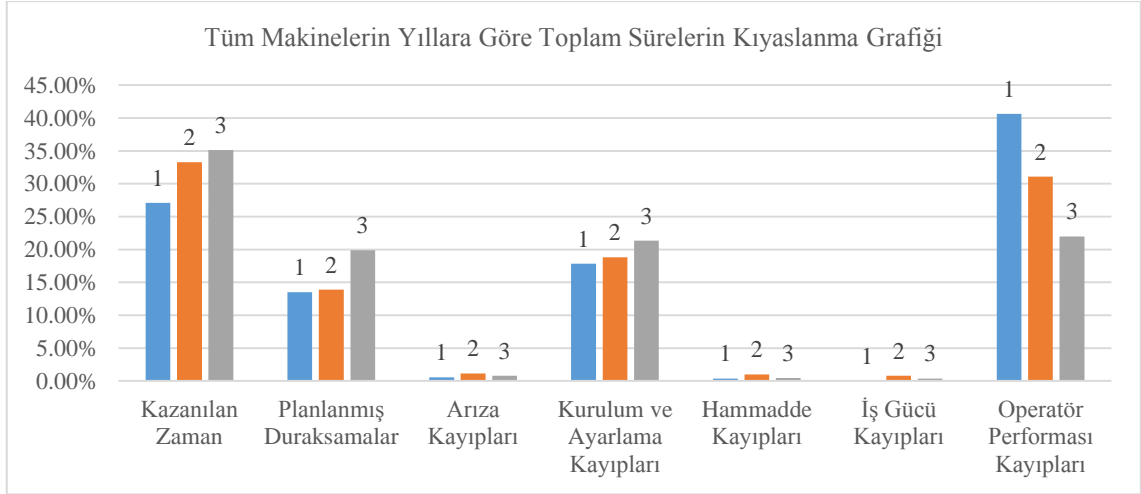
	2016	2017	2018
KG/Toplam Zaman	12,32 KG/saat	15,36 KG/saat	13,22 KG/saat
adt/Toplam Zaman	1.050 adt/saat	1.190 adt/saat	1.377 adt/saat

4.7.2. Kayıp Zamanların Dinamik Analizi

Çizelge 4.33.'te kayıp zamanların toplam zaman içindeki payları gösterilmiştir. Şekil 4.7.'de elde edilen zamanlara dair yıllık değişim grafiği paylaşılmıştır.

Çizelge 4.33. Tüm Makinelerin Toplam İsrat Sürelerinin Toplam Zaman İçindeki Payları

	2016	2017	2018
Kazanılan Zaman	27,09%	33,26%	35,15%
<i>Planlanmış Duraksamalar</i>	13,50%	13,89%	19,88%
<i>Arıza Kayıpları</i>	0,55%	1,16%	0,81%
<i>Kurulum ve Ayarlama Kayıpları</i>	17,85%	18,82%	21,34%
<i>Hammadde Kayıpları</i>	0,38%	0,99%	0,47%
<i>İş Gücü Kayıpları</i>	0,02%	0,80%	0,37%
<i>Operatör Performansı Kayıpları</i>	40,61%	31,08%	21,98%



Şekil 4.7. Tüm Makinelerin Toplam Zaman Oranlarının Yıllara Göre Kıyas Grafiği

4.7.3. Hesaplanan ORE Değeri ve İyileştirme Oranları

Çizelge 4.34.'te ORE hesabı detaylandırılmış, Çizelge 4.35.'te ayar ve kurulum ait detay sürelerin değişimi paylaşılmıştır.

Çizelge 4.34. Tüm Makineler İçin Toplam Kaynak Verimliliği Hesap Çizelgesi

KAYIP FAKTÖRLERİ - TÜM MAKİNE	2016	2017	2018
<i>Hazır olma - H (Readiness - R)</i>	86,50%	86,11%	80,12%
<i>Tesisin kullanılabilirliği - Kt (Availability of facility - Af)</i>	99,37%	98,66%	98,99%
<i>Kalıp değiştirme verimi - D (Changeover efficiency - C)</i>	79,24%	77,85%	73,10%
<i>Malzeme kullanılabilirliği - Km (Availability of material - Am)</i>	99,44%	98,50%	99,18%
<i>İşgücü kullanılabilirliği - Kig (Availability of manpower - Amp)</i>	99,97%	98,77%	99,35%
<i>Performans verimliliği - P (Performance efficiency - P)</i>	40,01%	51,70%	61,53%
<i>Kalite oranı - K (Quality rate - Q)</i>	99,80%	99,64%	99,71%
ORE = R x Af x C x Am x Amp x P x Q x100	27,04%	33,14%	35,05%
TOPLAM İYİLEŞTİRME ORANI	29,62%		

Çizelge 4.35. Tüm Makinelerin Ayar ve Kurulum Kayıpları Kırılım Ortalamaları

	2016	2017	2018
Ortalama Kangal Değişim Süresi	13,09 dak	9,43 dak	4,72 dak
Ortalama Çap Değişim Süresi	26,12 dak	28,10 dak	29,51 dak
Ortalama İş Ayarlama Süresi	50,59 dak	65,36 dak	72,29 dak

Tüm makine değerleri incelendiğinde, ORE değerinde 29,62%'lik bir iyileşme elde edilmiş, kangal değişim süreleri aşağıya çekilmiş, birim KG ve adet değerleri artırılmış ve firma içinde yapısal birçok değişiklikler ifa edilmiştir. Özellikle operatör performans kayıplarındaki düşüş ve çalışmanın yapıldığı dönem içerisinde ülkenin içinden geçtiği ekonomik anlamdaki sıkıntılı dönemin sebep olduğu planlı duraksamalardaki artış göze çarpmaktadır. Bu bağlamda TPM'in faydaları aşikârdır.

4.8 Hedeflere Ait Sonuçlar ve Diğer Karşılaştırmalar

Çalışmanın 4. adımında belirlenen hedef ve kontrol listesine ait çalışmanın sonuçları aşağıdaki Çizelge 4.36.'da verilmiştir.

Çizelge 4.36. Belirlenen Hedeflere Ait Çalışma Dönem Sonuçları

Kategori	Hedef Başlığı	Açıklama	Birim	2016	2017	2018
Üretim	ORE	$R \times Af \times C \times Am \times Amp \times P \times Q \times 100$	%	27,04%	33,14%	35,05%
	Üretkenlik	Planlanmış her bir saat için üretim ağırlığı	kg/pl. saat	12,32 KG/s	15,36 KG/s	13,22 KG/s
		Planlanmış her bir saat için üretim adedi	adet/pl. saat	1.050 adt/s	1.190 adt/s	1.377 adt/s
	Stok	Ort. birim fiyat bazlı 360 / Hammadde stok devir hızı	gün	150 gün	124 gün	122 gün
	Arıza	Planlı zaman içindeki arıza duruşları	%	0,55%	1,16%	0,81%
	Kurulum Ayar	Hammadde yükleme ortalama süresi	sn	13,09	9,43	4,72
		Kalıp ayar ortalama süresi	sn	26,12	28,10	29,51
Değişiklik sonrası ayar ortalama süresi		sn	50,59	65,36	72,29	
Maliyet (USD)	Ciro Oranı	Bir önceki döneme göre ciro artış oranı	%	3,94%	24,49%	10,88%
	Kar Oranı	Bir önceki döneme göre net kârlılık oranı artışı	%	8,59%	3,50%	-0,68%
Kalite	Hurda Oranı	İmalat hurdası	%	2,41%	2,48%	2,15%
	H.Ü. Oranı	Hatalı üretim sonrası ret oranı	%	0,20%	0,36%	0,29%
	Kalite Kontrol	Gelen hammaddenin kontrol oranı	%	M/D	M/D	53,45%
		Planlanan proses kontrol uygulama oranı	%	M/D	M/D	74,23%
		Talep edilen son kontrol rapor sayısı	adet	M/D	M/D	351
Güvenlik	İş Güvenliği	Yıllık toplam iş kazası	adet	2	2	0

Sonuçlara dair tasarruf veya kayıplar hesaplanırken göstergelerin bir önceki dönem oranı hesap yapılan döneme aktarılarak söz konusu dönemin temel verisi üzerinden değerlendirilmiştir ve reel gerçekleşen ile arasındaki farkı alınmıştır. Başka türlü izah etmek gerekirse kaleme ait ilgili dönem oranı ile bir önceki dönemin oranı arasındaki fark, döneme ait temel değer ile çarpılmış ve masraf veya tasarruflar hesaplanmıştır. Göstergelere ait tasarruf ve kayıpları detaylı göstermek gerekirse:

4.8.1. ORE Tasarrufları

Üretim kategorisinde hedef olarak belirlenen ORE değeri ilk sene 27,04% olarak tespit edilmiş ve yapılan çalışmalar sonucunda bu değer %35,05 değerine yükseltilmiştir. Uygulamanın 4. adımında çalışmalarına göz atılan firmalar ile karşılaştırma yapıldığında iyileştirilmiş ORE değerinin oldukça düşük olduğu görülmektedir. Firmanın üretim süreçleri halen geliştirilmeye muhtaçtır. Ancak çalışmanın yapıldığı dönem içerisindeki ekonomik daralma ve yeni personelin uyum ve tecrübe kazanma süreci sebebiyle

meydana gelen kayıp zamanlar, aslında yapılan çalışmalarla hesaplanan nihai dereceden daha yüksek neticelerin elde edilmesini engellemiştir. Tecrübe faktöründen ve ekonomik daralmadan kaynaklanan kayıpların, çalışmanın ilk yapıldığı dönem düzeyinde olduğu kabul edilirse ORE değeri 41,02% olarak hesaplanmaktadır. Bu da yaklaşık 52%'lik bir iyileştirme değerine tekabül etmektedir. Üç sene içinde bu değerlere ulaşmak aslında kullanılan yöntemin doğru ve planlı uygulandığında ne kadar başarılı sonuçlar verdiğini göstermektedir. Bunun yanında çalışma neticesinde kayıp zamanlar üzerinden elde edilen iyileştirmelerin firmaya olan katkısı için basit ama fikir verici bir yaklaşım uygulanmıştır. Buna göre 2016 yılı kayıp zamanların toplam oranı 2017 yılı üzerinden, 2017 yılı kayıp zamanları toplam oranı da 2018 yılı üzerinden saate dönüştürülmüş ve ilgili yıla ait gerçekleşen reel kayıp zamanların toplam saati ile farkına bakılmıştır. Elde edilen fark süreler makine saatlik kullanım maliyeti olan amortisman ve elektrik tüketim bedeli toplamı ile çarpılmıştır. Bu şekilde israf zaman içinde katlanılan kullanım maliyeti üzerinden iyileştirmeler ile elde edilmiş olan tasarruf miktarları hesaplanmıştır. 2017 ve 2018 yılına ait hesaplama tabloları Çizelge 4.37.'de verilmiştir.

Çizelge 4.37. Kayıp Zamanlarda Gerçekleşen İyileştirme Tasarrufları

Makine İsmi	2017 Yılı Top. Çalış. Zamanı	2016 Yılı Oranına Göre Kayıp Zaman	2017 Yılı Oranına Göre Kayıp Zaman	Fark	Makine Kul. Bedeli	Elde Edilen Tasarruf
M1	2.604,6 saat	2.046,4 saat	1.812,0 saat	234,4 saat	5,38 \$/s	\$1.261,59
M2	2.424,2 saat	1.619,3 saat	1.719,2 saat	-100,0 saat	6,73 \$/s	-\$673,11
M3	2.408,2 saat	1.879,0 saat	1.872,7 saat	6,3 saat	8,51 \$/s	\$53,28
M4	2.449,6 saat	1.837,9 saat	1.693,4 saat	144,6 saat	14,00 \$/s	\$2.023,09
M5	2.378,8 saat	2.067,6 saat	1.950,4 saat	117,2 saat	3,65 \$/s	\$427,75
M6	3.021,2 saat	1.615,5 saat	1.153,9 saat	461,6 saat	13,58 \$/s	\$6.266,93
Toplam	15.286,6 saat	11.065,6 saat	10.201,6 saat	864,0 saat		\$9.359,52

Makine İsmi	2018 Yılı Top. Çalış. Zamanı	2017 Yılı Oranına Göre Kayıp Zaman	2018 Yılı Oranına Göre Kayıp Zaman	Fark	Makine Kul. Bedeli	Elde Edilen Tasarruf
M1	2.396,0 saat	1.666,9 saat	1.578,6 saat	88,2 saat	5,38 \$/s	\$474,88
M2	2.420,7 saat	1.716,7 saat	1.635,3 saat	81,4 saat	6,73 \$/s	\$548,35
M3	2.332,1 saat	1.813,5 saat	1.818,4 saat	-4,9 saat	8,51 \$/s	-\$41,49
M4	2.348,2 saat	1.623,3 saat	1.734,4 saat	-111,1 saat	14,00 \$/s	-\$1.555,09
M5	2.281,4 saat	1.870,6 saat	1.865,6 saat	5,0 saat	3,65 \$/s	\$18,27
M6	3.431,5 saat	1.310,6 saat	1.231,4 saat	79,2 saat	13,58 \$/s	\$1.075,27
Toplam	15.210,0 saat	10.001,7 saat	9.863,8 saat	137,9 saat		\$520,18

Çizelge 4.37.'de gösterilen tablolardan tespit edileceği gibi 2018 yılı için makine kullanım maliyetinden elde edilen tasarruf \$520,18; 2017 yılı için ise \$9.359,52 olarak karşımıza çıkmaktadır. 2015 imalat verileri net tutulmadığı için 2016 yılı için elde edilen tasarruf miktarı yapılacak 2015 yılı tahminleri üzerinden hesaplanmıştır. Buna göre verileri kayıt altına alınan dönemlere ait kayıp zaman değerleri dikkate alınarak eğilim eğrisi hesaplanmış ve bu hesaplama ile 2015 senesine ait tahmini değer bulunmuştur. Böylece dönem ile kayıp sürelerin toplam oranı arasında matematiksel ilişki kurulmaya çalışılmıştır. Bu bağlamda tahmini değeri fonksiyona ait katsayılar ve hesaplamaları EK-1'de detaylandırılmıştır. EK-1'de elde edilen tüm değerler kullanılarak 2016 yılı tasarrufları aşağıdaki Çizelge 4.38.'deki gibi hesaplanmıştır:

Çizelge 4.38. 2015 Senesi Kayıp Zamanlarda Gerçekleşen Tahmini İyileştirme Tasarrufları

Makine İsmi	2016 Yılı Top. Çalış. Zamanı	2015 Yılı Oranına Göre Kayıp Zaman	2016 Yılı Oranına Göre Kayıp Zaman	Fark	Makine Kul. Bedeli	Elde Edilen Tasarruf
M1	2.302,8 saat	1.934,8 saat	1.809,2 saat	125,6 saat	5,38 \$/s	\$675,85
M2	2.261,2 saat	1.529,9 saat	1.510,4 saat	19,6 saat	6,73 \$/s	\$131,63
M3	2.259,4 saat	1.761,9 saat	1.762,9 saat	-1,0 saat	8,51 \$/s	-\$8,14
M4	2.264,3 saat	1.671,7 saat	1.698,9 saat	-27,2 saat	14,00 \$/s	-\$380,60
M5	2.278,9 saat	2.021,4 saat	1.980,8 saat	40,6 saat	3,65 \$/s	\$148,27
M6	2.443,3 saat	1.468,4 saat	1.306,5 saat	161,9 saat	13,58 \$/s	\$2.198,38
Toplam	13.809,9 saat	10.388,1 saat	10.068,6 saat	319,5 saat		\$2.765,40

Özet olarak kayıp zamanlarda yapılan iyileştirmeler neticesinde makine maliyetleri üzerinden elde edilen toplam tasarruf \$12.645,11 olarak tahmin edilmiştir.

4.8.2. Üretim Hızı Artışları ve Üretkenlik

Üretim kategorisinin bir başka hedef başlığı olan üretim hızı noktasında her bir planlanmış saat için üretilen yay adedi ve ağırlığı değerleri bu çalışmanın sonuç çıktısı olarak geliştirilmiştir. Ancak şunu belirtmek gerekir ki, adet ve ağırlık kıyaslamaları sezon içinde gelen siparişlerin karakteristik özelliklerine göre değişiklik gösterebilmektedir. Bu sebeple bu göstergeler üzerinden değerlendirme yapılırken diğer etkenleri de göz önünde tutmak ve buna göre yorum yapmak gerekebilir. Netice itibari ile elde edilen veriler ışığında genel anlamda üretkenliğin arttığı söylenebilir. Elde edilmiş olan bu verileri kullanarak biraz daha derin bir sonuca ulaşmak için Çizelge 4.39.'da görüleceği üzere işletmenin toplam satış hasılasını toplam işçilik maliyetine oranlayarak birim işçilik maliyetinin karşıladığı ciro büyüklüğü tespit edilebilir. Bu şekilde siparişlerin karakteristik özelliklerine bağlı olası dalgalanmalar bir nebze elenmiş

olacaktır. Çünkü kompleks parçaların kurulum ve ayar süreleri oldukça fazla olmasına paralel olarak daha pahalı fiyatlandırılmaktadır. Pahalı fiyat ciroyu olumlu olarak etkilemekte ve birim satış fiyatlarını da arttırmaktadır. Ancak bahsedildiği üzere üretim üzerinde yeterli iş etüdü ve yalın üretim çalışmaları yapılmadığı taktirde kompleks parçaların olumsuz etkileri mevcuttur. 2015 senesine ait toplam ciro içindeki işçilik maliyeti oranınının 25% olduğu yani hesap anlaşılabilirliği açısından her bir birim işçilik maliyetinin karşıladığı ciro büyüklüğü 4 kabul edilirse bahsedilen değerlere ait çizelge ve işçilik tasarruf miktarları Çizelge 4.39.'daki gibidir:

Çizelge 4.39. Birim İşçilik ile Elde Edilen Ciro Oranı ve İşçilik Tasarrufları

	2016	2017	2018
Ciro / İşçilik Maliyeti	4,04	4,79	4,78
Elde Edilen İşçilik Tasarrufu	\$1.858,61	\$34.010,20	-\$439,81

Çizelge 4.39.'a göre çalışmanın yapıldığı firmanın toplam net satışlarının tüm işçilik giderlerine bölünmesi ile birim işçilik için net satış miktarı oranı elde edilmiştir. Çalışma pilot bölge olarak CNC makine havuzunda yapıldığı için daha derin bir hesaplama da yapılabilirdi. Ancak toplam satışların direkt işçilik veya genel yönetim personel maliyeti ayırımı yapılmaksızın toplam personel maliyetine oranlanması ile hesaplanan işçilik tasarrufları; firma bünyesindeki hammadde kullanımının 85,00%'lik kısmını oluşturan ve kârlılık oranları diğer bölümlere (atölye) göre oldukça fazla olan makine parkurunun işçilik tasarrufları olarak kabul edilmiştir. Detaylar sonraki çalışmalar için tavsiyeler olarak çalışmanın öneriler kısmında ele alınmıştır. Şu aşamada TPM uygulaması ve ORE analizi üzerinde yoğunlaşan çalışma için bu tarz detaylı bir hesaba girmek sonucu değiştirmeyeceği halde hesap yükünü arttıracaktır ancak daha güvenilir ve yorumlanabilir verilere ulaşılmasını sağlayacaktır. Sonuç olarak üretkenlik artışı ile firma, çalışmanın yapıldığı üç dönem boyunca \$35.429'lık bir tasarruf elde etmiştir.

4.8.3. Stok Miktarı Azaltma Tasarrufları

Firmanın ağırlık bazında hesaplanan stok devir hızı için oldukça iyi bir iyileşme kaydedilmiştir. Kalite farklılıkları olsa da üretimde hammadde olarak çelik tel kullanıldığından dolayı ortalama birim fiyat üzerinden hesabı yapılabilir. Aylık kullanılan tellerin kalem kalem birim fiyatları çıkartılarak yapılan hesaplama neticesinde hammaddeye ait ortalama birim fiyatı elde edilmiştir. Çalışmanın yapıldığı periyotlar içinde tasarruf sağlanan stok miktarları yıllık belirlenen birim hammadde fiyatı ile

çarpılmış ve bu şekilde yıl için ortalama tasarruf miktarı tespit edilmiştir. Yaklaşım olarak stoktaki hammaddelere ortalama fiyat değerlemesi yapıldığı için stok devir hızı yıl içinde kullanılan hammadde miktarının ortalama stok seviyesine bölünmesi ile elde edilmiştir. Bu vesile ile imalatın 150 günlük üretim gereksinimi kadar olan 2016 yılı ortalama stok seviyesi, 2018 yılında 122 güne düşürülmüştür. Planlı üretim ve stok politikasının ana sebep olduğu bu iyileştirme ortalama hesapla firmanın 1 aylık imalat gereksinimi kadar bir finans yükünü üzerinden atmasını sağlamıştır. 2015 yılında 6 aylık stok bulundurma politikası ile çalıştığı varsayılan firmanın stoka bağlanacak 2016 yılı için 30 günlük, 2017 yılı için 26 günlük, 2018 yılı için de 2 günlük bir finans yükünden kurtulması sağlanmıştır. Bu bağlamda ilgili yıllara ait kullanılan hammadde ortalama fiyatları ile elde edilen tasarruf Çizelge 4.40.'taki gibidir:

Çizelge 4.40. Stoklanan Hammadde Miktarı Üzerinden Elde Edilen Tasarruf

	2016	2017	2018
Ortalama Hammadde Fiyatı USD/kg	1,05 \$/kg	1,13 \$/kg	1,27 \$/kg
Tasarruf Edilen Stok Gün	30 gün	26 gün	2 gün
Günlük Ortalama Kullanılan Hammadde (Tüm Prosesler)	835,53 kg	1.165,49 kg	1.040,94 kg
Tasarruf Edilen Toplam USD	\$26.406,77	\$34.293,61	\$2.647,68

Çalışmanın yapıldığı periyotlar içinde düzgün bir planlama ve satın alma politikası ile toplamda \$63.348,06'lık bir finans yükünden tasarruf sağlanmıştır. Firmanın elde etmiş olduğu stok tasarrufu ile yapılan üretim daha düşük finans maliyeti ile çevrilebilir hale gelmiştir. Stok seviyeleri her firmanın yönetim politikasına göre değişkenlik gösterebilir. Bazı firmalar enflasyonist ortamlarda daha fazla stok ile ilerleyen dönemlerde artan hammadde fiyatlarından etkilenmeme niyeti taşıyabilir. Ancak çalışmanın yapıldığı firma gibi müşteriye özel üretim yapan ve döviz bazlı hammadde kullanan firmalar, söz konusu hammadde artışlarını fiyatlarına direkt yansıtmakta ya da uzun soluklu ticari anlaşmalarda bu gibi kurdan kaynaklanan riskleri engellemek için koruyucu sözleşme şartları ilave etmektedir. Bir başka taraftan kısa dönemlik hızlı tüketilen hammaddelerde fırsat değerlendirmesi yapılabilir. Örneğin üç aylık üretim projeksiyonu içinde olan ve tüketilmesi kuvvetle muhtemel hammadde için uygun fiyat fırsatı kollanabilir. Karar verme aşamasında yapılan analizler stok yatırımına bağlanacak meblağın olası yatırım araçları getirisi ile stokun değer kazanma oranının kıyaslaması şeklinde yapılır. Bu gibi konu dışı detaylı analizlere girilmemiş sadece elde tutulan stok miktarının azaltılması ile firma üstünden kalkan finansal yük ele alınmıştır.

4.8.4. Arıza ve Kurulum Ayarlama Duruşları Sonuçları

Uygulama neticesinde firma içinde arıza duruşları ile alakalı olarak, firmanın önleyici bakım-onarım faaliyetlerine ileriki dönemlerde daha çok kafa yorması ve yol kat etmesi gerekmektedir. Makine parkuru geneli itibari ile yeni makinelerden müteşekkil olduğundan dolayı arıza kayıpları firma için henüz büyük bir israf olarak görünmemektedir. Ancak makinelerin uzun seneler boyunca verimli ve arızasız kullanılabilmesi için bahsedilen önleyici ve planlı bakımlara ağırlık verilmelidir. Şu aşamada üç senenin arıza duruş ortalaması 0,84% olarak karşımıza çıkmakta ve bu değer her ne kadar sıfır arıza duruşu amaç olsa da uygulama yapanlar tarafından hedeflenebilecek değerlerin oldukça altındadır.

Kurulum ayar sürelerinde çalışmanın gelişme bölümlerinde de bahsedildiği üzere tecrübe eksikliği ve ürün karmaşıklık derecesi itibari ile müspet yönde bir iyileşme kaydedilememiştir. Ancak bir veya iki dönem sonra yeni operatörler tecrübeli operatörlerin kurulum ayar seviyesine erişecek, bu değerler diğer tekniklerle de desteklenerek daha da aşağıya çekilecektir. Kangal değişim sürelerindeki dikkat çekici iyileştirme, kangal değiştirme operasyonunda kullanılan teçhizatların değiştirilmesi, yöntemin iyileştirilmesi ve etkin planlama ile meydana geldiği söylenebilir. Bu bağlamda özet olarak geçici artışların meydana geldiği kurulum ve ayarlama sürelerinin, firmanın cesaret ve tecrübe kazandığı TPM yaklaşımı ile ileriki dönemlerde daha iyi seviyelere indirileceği aşikârdır.

Bu alt başlık içinde incelenen değerlerin genel maliyet hesapları ORE değeri sonuçları içinde değerlendirilip finansal yansıması hesap edildiği için ayrı bir hesaplama yapılmamıştır. Bu şekli ile ORE iyileştirmesi ile elde edilen toplam tasarruf pozitif yönde olup, direk performans verimliliğinin artması ile elde edilmiştir.

4.8.5. Finansal Göstergelerdeki Sonuçlar

Finansal göstergeler olarak belirlenen kontrol anahtarlarında gelişimler çalışmanın faydasını tekrar ispatlamaktadır. 2015 yılı sonu net satışlar ile 2018 yılı sonu net satışlar USD bazında kıyaslandığı zaman ciro artış oranı 43,47% olarak karşımıza çıkmaktadır. Yani 2015 yılında 100 PB'lik satış yapılmış ise 2018 yılında 143,47 PB'lik satış yapılmıştır. Bu değer göstermektedir ki firma 3 sene içinde ciro olarak yaklaşık 1,5 kat büyümüştür. Ciro anlamındaki büyümenin çalışma ile olan ilişkisine ait görüşler, öneriler bölümünde sonraki çalışmalar için tavsiye niteliğinde gerçekleştirilecektir. Ancak bu noktada söylenebilir ki çalışma; artan kalite seviyesi, iyileştirilen teslimat süreleri ve operasyonlar arası düzeltilmiş sinerji gibi sonuçlar ortaya çıkardığı için

satışlara olan etkisi göz ardı edilemez. Yine de cirosal büyüme harcamaların ve tasarrufların icmal tablosunda sayısal bir getiri kalemi olarak gösterilmeyecek sadece oransal olarak not edilecektir.

Kârlılık oranındaki artışlar; israfların azaltılmasına, maliyet düşürücü çalışmalara ve katma değeri yüksek faaliyetlerin gerçekleştirilmesi ile kâr marjının artırılmasına bağlanabilir. Tüm bu saydığımız ana üç sebep yapılan TPM çalışmalarına direkt bağlantılı olup çalışmanın firmaya olan katkısı açıkça görülmektedir. Ancak kârlılığı etkileyen faktörler detaylı ve masraf kalemleri ayrı ayrı değerlendirilerek ele alınması gerekmektedir. Bu şekilde operasyonel tasarrufların yanında genel yönetim ve organizasyonel anlamdaki iyileştirmeler de tespit edilmiş olacaktır. Bu gibi analizlerin sağlıklı yapılabilmesi için firmaların sağlam ve güvenilir muhasebesel kayıt sisteminin oturtulması ve ihtiyacına cevap verecek alt kırılımlı bir hesap planı üzerinden yorumlama yapılması şarttır. 2015 yılından çalışmanın son dönemi olan 2018 yılına kadar firma sene sonu net kar oranını toplamda 11,64% oranında arttırmıştır. Yani 2015 yılı 100PB ciro yapan firmanın 10,00% oranında kar elde ettiği varsayılırsa yıllara ait ciro ve kâr miktarları aşağıdaki Çizelge 4.41. ile gösterilebilir.

Çizelge 4.41. Ciro ve Kâr Oranlarının Yıllara Göre Artışı – Para Birimi Üzerinden

	Net Satışlar	Kâr Oranı	Kâr Edilen Meblağ
2015	100,00 PB	10,000%	10,00 PB
2016	103,94 PB	10,859%	11,29 PB
2017	129,38 PB	11,240%	14,54 PB
2018	143,47 PB	11,164%	16,02 PB

İcmal tablosunda kârlılık artışı, ciro artışı gibi sadece oransal olarak not edilecektir.

4.8.6. Hatalı Üretim ve Hurda Sonuçları

Hatalı üretim ve hurda oranları kullanarak bu başlık ile alakalı tasarruflar veya zararlar yine daha önceki başlıklarda kullanılan aynı hesaplama yaklaşımı ile tespit edilebilir. Bunun için ilk etapta 2015 senesine ait imalat üretim ve hurda miktarlarının tahmin edilmesi gerekmektedir. 2015 senesi için hurda oranının 2,50% ve hatalı üretim oranının 0,28% olduğu varsayılarak hazırlanan Çizelge 4.42.'de çalışmanın yapıldığı diğer dönemlere ait tasarruf meblağları verilmiştir. Tasarruf meblağları hesaplanırken, tasarruf edilen hammadde ile o döneme ait birim hammadde fiyatı çarpılmıştır.

Çizelge 4.42. Hurda ve Ret Oranları Üzerinden Elde Edilen Tasarruf

	2016	2017	2018
İmalat Hurda Oranı	2,41%	2,48%	2,15%
Tasarruf Edilen Hurda kg	172,94 KG	-181,84 KG	825,39 KG
Hatalı Üretim Sonrası Ret Edilen Parça Oranı	0,20%	0,36%	0,29%
Ret Üretim Tasarruf kg	143,60 KG	-392,55 KG	141,15 KG
Birim Hammadde Fiyatı \$	\$1,05	\$1,13	\$1,27
Toplam Tasarruf	\$333,47	-\$650,04	\$1.229,22

Hatalı üretim ve hurda sonuçlarına göre firma \$912,65'lık bir tasarruf sağlamıştır. Hesaplama yapılırken tasarruf edilen hurda ağırlığı kullanılan toplam tel ağırlıkları üzerinden, ret üretim tasarruf ağırlığı ise üretilen ürün toplam ağırlığı üzerinden hesaplanmıştır. 2017 ve 2018 seneleri için ret parça oranındaki artış, yeni operatör istihdamının ortaya çıkardığı eksik tecrübe sebebiyle olarak yorumlanabilir.

4.8.7. Kalite ve İş Güvenliği Sonuçları

Çalışma neticesinde firma bünyesinde girdi-proses-son kontrol talimatlarını içeren bir kalite sistemi kurulmuştur. 2016 ve 2017 seneleri için uygulamaya geçilemeyen sisteme ait veriler olmadığı için hedefler çizelgesinde bu dönemlere ait değerlere "M/D" (Mevcut Değil) olarak not düşülmüştür. Uygulamalar 2018 senesi için her ne kadar istenilen seviyeye çıkmamış olsa da bu kalite anlayışı şimdiden firmaya sınıf atlatmıştır. Buna bağlı olarak müşteri portföyü değişmeye başlamış ve firma gelişimine katkı sağlamıştır. Katma değeri yüksek yayların üretim kabiliyetinin kazanılması ile kâr marjları üzerinde olumlu bir ilerleme kaydedilmiştir. Firma için belirli periyotlarda kalite birimin performansını da takip edebileceği bu göstergeler zaman geçtikçe daha iyileştirilmesi adına geliştirilmeye de açıktır.

İş güvenliği hizmeti alınan firma ile riskli noktaların tespiti ve öncesi-sonrası iyileştirme çalışmaları ve risklerin ortadan kaldırılması için çalışılmıştır. Çalışma ile personel güvenlik hususunda eğitilmiş ve dikkatli olması sağlanmıştır.

4.8.8. Yatırım Giderleri ve Diğer Giderler

Hammadde yüklemelerinde ve fabrika için taşımalarda kullanılması planlanan kayar vinç için 2017 yılında yatırım gerçekleştirilmiştir. Ödeme şekli olarak yatırım senenin başında peşin olarak ödenmiş ancak ödenen bu miktar iki yıl boyunca aylık olarak kira bedelinden düşülmüştür. Böylece yatırımı görüntü de fabrikanın bina sahibi yapmış ancak finansal yük firmaya yüklenmiştir. Bu sebeple firmanın bu yatırım için bağladığı paranın sermaye maliyeti de hesaplara dâhil edilmiştir. Yapılan finansal maliyet yaklaşımında 2017 yılı için Türk Lirası bazında tespit edilen bir yatırım aracının aylık

kazanç oranı 0,99% olarak ve 2018 yılı için ise 1,69% olarak kabul edilmiştir. Kabul edilen değerler belirlenirken Türk Lirası bazında açıklanan yıllık enflasyon oranları kullanarak 12 aylık dönem ortalamalarından elde edilmiştir. Analizde bahsedilen yatırımın aracının sadece paranın gerçek alım gücünü muhafazası oranında kazanç getirdiği varsayılmış ve bu şekilde hesaplara dâhil edilmiştir. Her bir aya düşen kira geri ödemesinin 2017 yılı yatırım tarihindeki değerlerini derlemek yerine, yatırım için harcanan paranın aylık kira geri dönüş meblağları düşülerek bahsedilen yatırım aracıyla gerçekleşmesi beklenen kazançlar hesaplanmıştır. Böylece kayar vinç için peşin ödenen paranın yatırım aracı kullanılmaması sebebi ile meydana gelen bu kayıp iki yıla dağıtılmıştır. Aylık Türk Lirası bazındaki hesaplanan getiriler, ilgili aya ait ortalama USD kuru ile çarpılmış ve çalışmanın mali icmal tablosuna ilave edilmiştir. Açıklanan bu yaklaşıma ait hesaplama Çizelge 4.43.'teki gibi şekillenmiştir:

Çizelge 4.43. Ciro ve Kâr Oranlarının Yıllara Göre Artışı – Para Birimi Üzerinden

Yatırım Miktarı	60.000,00 ₺	Aylık Yatırım Kazancı	2017	2018	
Toplam Değer Kaybı	\$2.279,09		0,99 %	1,69 %	
Yıl/Ay	Kiradan Düşülen	Kalan Para	Bağlanan Paranın Değer Kaybı	Ort. USD Kuru	USD Değer Kaybı
2017/1	2.500,00 ₺	57.500,00 ₺	594,00 ₺	3,67	\$161,85
2017/2	2.500,00 ₺	55.000,00 ₺	569,25 ₺	3,70	\$153,85
2017/3	2.500,00 ₺	52.500,00 ₺	544,50 ₺	3,64	\$149,59
2017/4	2.500,00 ₺	50.000,00 ₺	519,75 ₺	3,60	\$144,38
2017/5	2.500,00 ₺	47.500,00 ₺	495,00 ₺	3,54	\$139,83
2017/6	2.500,00 ₺	45.000,00 ₺	470,25 ₺	3,53	\$133,22
2017/7	2.500,00 ₺	42.500,00 ₺	445,50 ₺	3,54	\$125,85
2017/8	2.500,00 ₺	40.000,00 ₺	420,75 ₺	3,50	\$120,21
2017/9	2.500,00 ₺	37.500,00 ₺	396,00 ₺	3,51	\$112,82
2017/10	2.500,00 ₺	35.000,00 ₺	371,25 ₺	3,68	\$100,88
2017/11	2.500,00 ₺	32.500,00 ₺	346,50 ₺	3,89	\$89,07
2017/12	2.500,00 ₺	30.000,00 ₺	321,75 ₺	3,94	\$81,66
2018/1	2.500,00 ₺	27.500,00 ₺	507,00 ₺	3,77	\$134,48
2018/2	2.500,00 ₺	25.000,00 ₺	464,75 ₺	3,79	\$122,63
2018/3	2.500,00 ₺	22.500,00 ₺	422,50 ₺	3,89	\$108,61
2018/4	2.500,00 ₺	20.000,00 ₺	380,25 ₺	4,01	\$94,83
2018/5	2.500,00 ₺	17.500,00 ₺	338,00 ₺	4,31	\$78,42
2018/6	2.500,00 ₺	15.000,00 ₺	295,75 ₺	4,59	\$64,43
2018/7	2.500,00 ₺	12.500,00 ₺	253,50 ₺	4,77	\$53,14
2018/8	2.500,00 ₺	10.000,00 ₺	211,25 ₺	5,75	\$36,74
2018/9	2.500,00 ₺	7.500,00 ₺	169,00 ₺	6,32	\$26,74
2018/10	2.500,00 ₺	5.000,00 ₺	126,75 ₺	5,74	\$22,08
2018/11	2.500,00 ₺	2.500,00 ₺	84,50 ₺	5,37	\$15,74
2018/12	2.500,00 ₺	0,00 ₺	42,25 ₺	5,26	\$8,03

Yukarıdaki çizelgeden de anlaşılacağı üzere 2017 senesi için \$1.513,22 ve 2018 senesi için de \$765,88'lık bir yatırım kaybı meydana gelmiştir. Toplamda ise bu değer \$2.279,09 olarak karşımıza çıkmaktadır.

Bunun yanında bahsedildiği üzere TPM çalışmaları için geliştirilen makine ve kullanımı kolaylaştırarak teçhizat ve aparat giderleri olarak aşağıdaki Çizelge 4.44.'te gösterilen yıllara ait meblağlar harcanmıştır. Ayrıca aşağıdaki tabloda firmanın yatırım yapmış olduğu ERP sistemine ait ödeme miktarı da eklenmiştir. Bu şekilde genel itibari ile firmanın TPM yaklaşımı için yapmış olduğu toplam masraf miktarı da çıkartılmış olmaktadır.

Çizelge 4.44. TPM İçin Firma Tarafından Harcanan Diğer Miktar

	2016	2017	2018
TPM İçin Diğer Harcanan Miktar	\$2.598,02	\$7.936,76	\$11.981,34
Toplam	\$22.516,12		

Firma iyileştirme noktasında tecrübe ve cesaret kazandıkça harcanan meblağlar yükselmiştir. Çalışmanın yapıldığı dönemlerde geçmiş dönemlere kıyasla elde edilen kazanımlar ve gelişimler bu hususa etki ettiği gibi, yönetimin de TPM'nin gelişime yapacağı katkıya olan inancı ayrıca önem arz etmektedir.

5. SONUÇLAR VE ÖNERİLER

5.1. Toplu Sonuçlar

Sonuçlar bölümünde paylaşılan mali icmal, TPM çalışması boyunca bu projeye ait harcamaların gider olarak ve tasarrufların da gelir olarak gösterildiği özet tablodur. Bu tablo ile firmanın TPM çalışması için yaptığı personel, eğitim, ekipman harcamaları ve yatırım kaybı gider kalemi; buna karşılık iyileştirmeler neticesinde elde edilmiş tasarruflar da gelir kalemi olarak aşağıdaki Çizelge 5.1.'de gösterilmiştir.

Çizelge 5.1. Mali İcmal Tablosu

	2016	2017	2018
ORE Tasarruf	\$2.765,40	\$9.359,52	\$520,18
İşçilik Tasarruf	\$1.858,61	\$34.010,20	-\$439,81
Hammadde Tasarruf	\$26.406,77	\$34.293,61	\$2.647,68
Hurda ve Hatalı Üretim Tasarruf	\$333,47	-\$650,04	\$1.229,22
Net Satışların Ö.D.G. Artışı	3,94%	24,49%	10,88%
Kâr Oranının Ö.D.G. Artışı	8,59%	3,50%	-0,68%
TOPLAM TASARRUF	\$31.364,25	\$77.013,29	\$3.957,27
Personel Harcamaları	(\$16.729,10)	(\$18.709,25)	(\$18.936,84)
Eğitim Harcamaları	(\$4.450,00)	(\$2.800,00)	(\$3.150,00)
Ekipman ve Yatırım Harcamaları	(\$2.598,02)	(\$7.936,76)	(\$11.981,34)
Finansal Fırsat Kaybı	(\$0,00)	(\$1.513,22)	(\$765,88)
TOPLAM MASRAF	(\$23.777,12)	(\$30.959,23)	(\$34.834,06)
KALAN	\$7.587,13	\$46.054,06	-\$30.876,79
TOPLAM KALAN		\$22.764,40	

Çizelge 5.1.'de yapılan hesap özetleri kısaca izah edilecek olunursa; 2016 yılında \$31.364,25'lik bir tasarrufa karşılık \$23.777,12'lik bir masraf karşımıza çıkmaktadır. 2017 yılında bu değerler \$77.013,29'lik tasarruf, \$30.959,23'lik bir masraf ve 2018 yılında \$3.957,27'lik bir tasarruf, \$34.834,06'lık bir masraf olarak tespit edilmiştir. Bu veriler çerçevesinde 2016 yılında \$7.587,13; 2017 yılında \$46.054,06; 2018 yılında - \$30.876,79 net tasarruf sağlanmış ve çalışmanın yapıldığı üç dönem için toplamda \$22.764,40'lık bir kazanç sağlanmıştır.

Yapılan bu tutarsal kazanç yaklaşımı ile diğer uygulamaların kıyaslaması daha kolay ve gerçekçi hale getirilmiştir. TPM'in kazançları sadece oransal olarak ifade edilip bırakılmamış daha ölçülebilir ve anlaşılır hale getirilmiştir.

5.2 Öneriler

Çalışmadan faydalanacak; yöntem ve metotları geliştirecekler meslektaşlarımız için uygulama sonunda yapılabilecek tavsiyeler aşağıda sıralanmıştır.

- TPM uygulamaları ileriki çalışmalarda icra edilirken, net katkısının muhasebesel olarak gerçeğe en yakın değerinin tespiti firma ve literatür için daha faydalı olacaktır. Bunun için firma hesap planı mümkün olduğunca makine ya da makine ailesi bazında maliyet merkezleri oluşturularak yeniden yapılandırılmalıdır. Aynı şekilde etkili üretim takibi ile ürünlerin mümkün olduğunca makine rotası kayıt altına alınmalıdır. Böylece TPM uygulaması adı altında yapılan faaliyetlerin masraf ve faydaları daha özel ve detaylı bir şekilde takip edilebilecektir. Makine veya makine grubunun kullandığı malzeme, operatör puantaj sistemi ile tespit edilebilecek işçilik ve oluşturulan masraf merkezi ile kayıt altına alınan genel üretim giderleri sayesinde maliyetler daha net hesaplanabilir. Genel yönetim giderleri, bir yaklaşım olarak makine veya makine grubuna ait personel giderlerine oranla dağıtılabilir. Diğer çeşitli yaklaşımlar da mümkündür.
- TPM uygulamalarının ciro ve net kâr oranlarındaki artışlara olan etkisi daha detaylı biçimde incelenebilir. Bunun için kalite ve yönetim noktasında yapılan iyileştirmelerin müşteri satın alma alışkanlıklarındaki etkileri, yeni müşterilerin bu değişikliklere ve iyileştirmelere olan ilgisi araştırılabilir. Kâr oranındaki artışların; ürün kalitesinin artmasından dolayı arttırılan birim satış fiyatlarından mı, siparişi alınan ürün grubu değişikliklerinden mi, yoksa gerçek anlamda maliyetlerin düşürülmesinden mi kaynaklandığı tespit edilmeye çalışılabilir. Bu noktadaki son tavsiyemiz ABC analizi yapılmış ürün listesi üzerinde satışların çoğunu kapsayacak mamuller üzerinden tek tek analiz edilmesidir.
- Genelde üretim süreçlerinin incelendiği TPM yaklaşımına ait ORE analizi, stok maliyetleri hususunu kapsamamaktadır. Bu şekilde iyi yönetilmesi ile işletmeye oldukça fazla tasarruf sağlanabilecek stok yönetimi noktasında yetersiz kalmaktadır. Ayrıca direkt malzeme maliyetlerinin düşürülmesi birim satış fiyatlarını ya da kar marjlarını doğrudan etkilemektedir. Çalışma süresi boyunca alınan tüm veriler ile envanter yönetim sistemine

geçiş kolaylıkla yapılabilir. Bunun için müşteri ve sipariş eğilimleri literatürdeki etkili teknikler ile incelendiğinde ileri dönem hammadde ihtiyaçları belirlenebilir, toplu siparişler için bağlantılar yapılabilir ve bu şekilde daha yüksek ıskonto kazanılabilir. Toplu siparişler ayrıca birim başına taşıma maliyetlerini ve sipariş verme maliyetlerini de düşürdüğü için üretimde kullanılan malzemelere ait katma değersiz faaliyet giderlerini de düşürmüş olacaktır. Ancak bu noktada ele alınması gereken başka bir husus daha mevcuttur. Stok tasarrufları konusunda; bağlanan paranın sermaye maliyeti, depolama ve elleçleme maliyeti, stok riski maliyeti, stok hizmetleri maliyeti gibi maliyetlerin bir bütün halinde düşünülmesi ve bu çerçevede sağlıklı bir model kurulması gerekmektedir. Bu şekilde firmalar gerçek anlamda genel stok maliyetleri ve kazançlarını belirleyebilirler. Çalışmamızın ana konusu dışında olan bu nokta sonraki çalışmalar için tavsiye olarak kayıt edilmiştir.

- Uygulama neticesinde tavsiye olarak ortaya çıkan başka bir konu ise sanayide çalışan meslektaşlarımızın gerçek anlamda uygulamaların izah edildiği çalışmalara erişiminde karşılaştıkları güçluktur. Çalışma yapılırken taranan literatürde karşılaşılan yerel kaynaklarda genellikle TPM geniş çerçevede anlatılmış ve sonuç veriler paylaşılmıştır. Ancak genellikle TPM yaklaşımı uygulamalarının nasıl yapıldığı, verilerin nerelerden nasıl toplanması ve ne yönde analiz yapılması gerektiği detaylandırılmamıştır. Bu vesile ile sanayide TPM uygulaması yapacak araştırmacıların ya da meslektaşlarımızın yayınlayacakları çalışmalarda uygulama adımlarına ait somut ve pratiğe geçirilmiş yöntemleri, kıyaslanabilir matematiksel verileri paylaşmaları önem arz etmektedir. Bu şekilde TPM uygulaması yapacak olan firmalar sahada karşılığı olan uygulama adımlarıyla daha sağlıklı plan geliştirebilecek ve proje gelişimi için daha net performans değerlendirme imkânına sahip olacaktır.

KAYNAKLAR

- Ahuja, I. P. S. ve Kumar, P., 2009, A case study of total productive maintenance implementation at precision tube mills, *Journal of Quality in Maintenance Engineering*, 15 (3), 241-258.
- Bingöl, A., 2012, Toplam üretken bakım (TPM) yönetim sisteminin örgüt kültürü üzerindeki etkileri ve bir üretim işletmesinde uygulama, Yüksek Lisans Tezi, *Osmangazi Üniversitesi*, Eskişehir.
- Brah, S. A. ve Chong, W. K., 2004, Relationship between total productive maintenance and performance, *International Journal of Production Research*, 42 (12), 2383-2401.
- Candra, N. E., Susilawati, A., Herisiswanto ve Setiady, W., 2017, Implementation of Total Productive Maintenance (TPM) to Improve Sheeter Machine Performance, *MATEC Web of Conferences*, 135, 00028.
- Chan, F. T. S., Lau, H. C. W., Ip, R. W. L., Chan, H. K. ve Kong, S., 2005, Implementation of total productive maintenance: A case study, *International Journal of Production Economics*, 95 (1), 71-94.
- Enaghani, M. R., Arashpour, M. R. ve Karimi, M., 2009, The Relationship between Lean and TPM, Master Thesis, *University of Borås School of Engineering*, Borås.
- Ersöz, T., Öztürk, E. ve Gürel, E., 2018, Demir Çelik Sektöründe Toplam Verimli Bakım Uygulaması, *Uluslararası İktisadi ve İdari İncelemeler Dergisi*, 18. EYİ Özel Sayısı, 447-458
- Eswaramurthi, K. G. ve Mohanram, P. V., 2013, Improvement of Manufacturing Performance Measurement System and Evaluation of Overall Resource Effectiveness, *American Journal of Applied Sciences*, 10 (2), 131-138.
- Eti, M. C., Ogaji, S. O. T. ve Probert, S. D., 2004, Implementing total productive maintenance in Nigerian manufacturing industries, *Applied Energy*, 79 (4), 385-401.
- Hartmann, E. H., 1992, Successfully Installing TPM in a Non-Japanese Plant: Total Productive Maintenance, *Allison Park, PA*, TPM Press Incorporated, p.
- Heizer, J. ve Render, B., 2009, Operations Management Flexible Edition, *Upper Saddle River, NJ*, Prentice Hall, p.
- ISO, 2009, ISO 26909:2009 General Features of Springs 1.1 – 1.4, Technical Committee ISO.
- Jain, A., Bhatti, R. ve Singh, H., 2014, Total productive maintenance (TPM) implementation practice, *International Journal of Lean Six Sigma*, 5 (3), 293-323.

- Jeon, J., Kim, C. ve Lee, H., 2011, Measuring efficiency of total productive maintenance (TPM): a three-stage data envelopment analysis (DEA) approach, *Total Quality Management & Business Excellence*, 22 (8), 911-924.
- Krawjeski, L. J. ve Ritzman, L. P., 2002, Operations Management: Strategy and Analysis, *Upper Saddle River, NJ*, Prentice Hall, p.
- Lazim, H. M. ve Ramayah, T., 2010, Maintenance strategy in Malaysian manufacturing companies: a total productive maintenance (TPM) approach, *Business Strategy Series*, 11 (6), 387-396.
- Maggard, B. N. ve Rhyne, D. M., 1992, Total productive maintenance: A timely integration of production and maintenance, *Production and Inventory Management Journal* (33(4)), 6–10.
- McKone, K. E. ve Weiss, E. N., 1998, TPM: Planned and autonomous maintenance: Bridging the gap between practice and research, *Production and Operations Management*, Vol. 7 (No. 4, Winter 1998), 335-351.
- Mobley, R. K., 1990, An Introduction to Predictive Maintenance, *New York*, Butterworth Heinemann, p. 1-3.
- Nakajima, S., 1986, Tpm - Challenge to the Improvement of Productivity by Small-Group Activities, *Maintenance Management International*, 6 (2), 73-83.
- Nakajima, S., 1988, TPM – An Introduction to Total Productive Maintenance, *Cambridge*, Productivity Press, p.
- Ollila, A. a. M., M. , 1999, Maintenance has a role in quality, *The TQM Magazine*, Vol. 11 (No. 1), 17-21.
- Park, K. S. ve Han, S. W., 2001, TPM—Total Productive Maintenance: Impact on Competitiveness and a Framework for Successful Implementation, *Human Factors and Ergonomics in Manufacturing*, Vol. 11 (4), 321–338
- Pehlevan, S., 2010, Bir işletmede makine etkinliğinin VZA (Veri Zarflama Analizi) ile ölçümü ve toplam üretken bakım yönteminde kullanımı, Yüksek Lisans Tezi, *İstanbul Teknik Üniversitesi*, İstanbul.
- Russell, R. S. ve Taylor, B. W., 2009, Operations Management: Creating Value along the Supply Chain, *New York, NY*, Wiley, p.
- Sayer, G., 2008, Eskişehir Buzdolabı İşletmesi TPM ve Yalın Üretim Uygulamaları, *Altı Sigma – Yalın Konferansları*, İzmir.
- Sun, H., Yam, R. ve Wai-Keung, N., 2003, The implementation and evaluation of Total Productive Maintenance (TPM)?an action case study in a Hong Kong manufacturing company, *The International Journal of Advanced Manufacturing Technology*, 22 (3-4), 224-228.
- Swanson, L., 2001, Linking maintenance strategies to performance, *International Journal of Production Economics*, 70(3), 237–244.

- Tanyaş, M. ve Baskak, M., 2017, Üretim Planlama ve Kontrol, *İstanbul*, İrfan Yayınevi, p. 97-99.
- Thun, J.-H., 2006, Maintaining preventive maintenance and maintenance prevention: analysing the dynamic implications of Total Productive Maintenance, *System Dynamics Review*, 22 (2), 163-179.
- Tsuchiya, S., 1992, Quality Maintenance: Zero Defects Through Equipment Management, *Cambridge*, Productivity Press, p.
- Turanoglu Bekar, E., Cakmakci, M. ve Kahraman, C., 2016, Fuzzy Copras Method for Performance Measurement in Total Productive Maintenance: A Comparative Analysis, *Journal of Business Economics and Management*, 17 (5), 663-684.
- Wang, F.-K., 2006, Evaluating the efficiency of implementing total productive maintenance, *Total Quality Management & Business Excellence*, 17 (5), 655-667.
- Wireman, T., 1990, World Class Maintenance Management, *New York, NY*, Industrial Press, p.
- Yaşar, H., 2014, Döküm Fabrikası Yalın Üretim ve TPM Yolculuğunda Yönetici Rolü, *7. Uluslararası Ankirnos Döküm Kongresi*, İstanbul.

EKLER

EK-1 2015 senesi kayıp zaman için yapılan regresyon analizi ve korelasyon katsayısı hesaplama

Tahmin hatalarının karelerinin toplamını en küçükleyerek tahmin fonksiyona ait katsayıların belirlenmesine yarayan regresyon yönteminde, tahmin fonksiyonun katsayılarına göre parçalı türevlerini alınarak istenilen denkleme ulaşılmaya çalışılmıştır (Tanyaş ve Baskak, 2017).

X_i = i dönemine ait dönem numarası
 Y_i = i dönemine ait geçmiş dönem değeri
 \hat{Y}_i = i dönemine ait tahmini değer
 e_i = i dönemine ait tahmin hatası
 N = Geçmiş dönem sayısı

$$Y_i = a + b \cdot X_i + e_i \quad (\text{Ek-1.1})$$

$$\hat{Y}_i = a + b \cdot X_i \quad (\text{Ek-1.2})$$

$$e_i = Y_i - \hat{Y}_i = Y_i - (a + b \cdot X_i) \quad (\text{Ek-1.3})$$

$$\text{Min } \Sigma(e_i)^2 \quad (\text{Ek-1.4})$$

$$b = \frac{[N \cdot \Sigma(X \cdot Y) - \Sigma X \cdot \Sigma Y]}{[N \cdot \Sigma X^2 - (\Sigma X)^2]} \quad (\text{Ek-1.5})$$

$$a = \Sigma Y / N - b \cdot (\Sigma X / N) \quad (\text{Ek-1.6})$$

2016, 2017, 2018 yılları verileri için yapılan regresyon analizinde 2015 senesi için dönem numarası "0" verilerek elde edilen sonuçlar özet olarak aşağıda Çizelge Ek Ek.1.'de gösterilmiştir:

Çizelge Ek. 1. 2015 Senesi Kayıp Zaman Tespiti İçin Makinelere Ait Regresyon Analizi

Makine No	Tahmin Fonksiyonu $\hat{Y}_i = a + b \cdot X_i$	2015 Yılı Kayıp Zamanların Tahmini Toplam Oranı	Korelasyon (r)
M1	$0,8402 + (-0,0634) \cdot X_i$	84,02%	-0,9719
M2	$0,6766 + (0,0038) \cdot X_i$	67,66%	0,1730
M3	$0,7798 + (-0,0003) \cdot X_i$	77,98%	-0,1849
M4	$0,7383 + (-0,0058) \cdot X_i$	73,83%	-0,1871
M5	$0,8870 + (-0,0257) \cdot X_i$	88,70%	-0,8843
M6	$0,6010 + (-0,0879) \cdot X_i$	60,10%	-0,9201

Görüldüğü üzere elde edilen regresyon denkleminde ait dönem ve verileri arasındaki ilişkinin derecesini tespit etmek için ayrıca korelasyon katsayısı değerleri de hesaplanmıştır. Buna göre M1 ve M6 makinelerine ait denklemlerde dönem ve dönem değeri arasında ters yönlü çok sıkı ilişki; M5 makinesine ait denklemlerde ters yönlü sıkı ilişki; M3 ve M4 makinelerine ait denklemlerde ters yönlü çok zayıf ilişki ve M2 makinesine ait denklemlerde çok zayıf ilişki mevcuttur. M2, M3, M4 makinelerinde performans kayıpları iyileştirilirken, kurulum ayar ve planlı zaman israflarındaki yüksek artış, hesaplanan korelasyon katsayısının zayıf ilişki yönünde şekillenmesine sebep olmuştur. Çok zayıf ilişki sonucu veren makinelerde regresyon denklemleri sonuçları hemen hemen diğer üç dönemin ortalamaları sonucunu vermektedir.

ÖZGEÇMİŞ

KİŞİSEL BİLGİLER

Adı Soyadı : Erdem EKİCİOĞLU
Uyruğu : T.C.
Doğum Yeri ve Tarihi : Erzurum / 29.09.1985
Telefon : 0 544 645 53 81
Faks : -
e-mail : erdem.ekicioglu@teessi.com

EĞİTİM

Derece	Adı, İlçe, İl	Bitirme Yılı
Lise	: Meram Fen Lisesi, Meram, KONYA	2003
Üniversite	: İstanbul Teknik Üniveristesi, Maslak, İSTANBUL	2008
Yüksek Lisans	: Konya Selçuk Üniversitesi, Selçuklu, KONYA	-
Doktora	:	

İŞ DENEYİMLERİ

Yıl	Kurum	Görevi
06.2015 04.2019	YAYTEK LTD.	Pros. ve İş Geliş. Müd.
01.2014 06.2015	TEESSİ DIŞ TİCARET	Firma Sahibi
02.2010 12.2013	PAKPEN ŞİRKETLER GRUBU	İhracat Planlama Uzm.
11.2008 08.2009	BOBINSAN DALGIÇ POMPA	Yönetim Temsilcisi

UZMANLIK ALANI

YABANCI DİLLER

İngilizce

BELİRTMEK İSTEĞİNİZ DİĞER ÖZELLİKLER

YAYINLAR