

**T.C.
BALIKESİR ÜNİVERSİTESİ
SOSYAL BİLİMLER ENSTİTÜSÜ
İŞLETME ANABİLİM DALI**

**TOPLAM VERİMLİ BAKIM UYGULAMALARININ
ETKİNLİĞİNİN DENETLENMESİNDE GENEL EKİPMAN
VERİMLİLİĞİ TASARIMI: ECZACIBAŞI ARTEMA ÖRNEĞİ**

YÜKSEK LİSANS TEZİ

Sercan HATİPOĞLU

Balıkesir, 2016

**T.C.
BALIKESİR ÜNİVERSİTESİ
SOSYAL BİLİMLER ENSTİTÜSÜ
İŞLETME ANABİLİM DALI**

**TOPLAM VERİMLİ BAKIM UYGULAMALARININ
ETKİNLİĞİNİN DENETLENMESİNDE GENEL EKİPMAN
VERİMLİLİĞİ TASARIMI: ECZACIBAŞI ARTEMA ÖRNEĞİ**

YÜKSEK LİSANS TEZİ

Sercan HATİPOĞLU

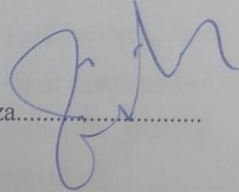
**Tez Danışmanı
Doç. Dr. Cüneyt AKAR**

Balıkesir, 2016

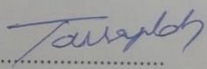
T.C.
BALIKESİR ÜNİVERSİTESİ
SOSYAL BİLİMLER ENSTİTÜSÜ
TEZ ONAYI

Enstitümüzün İşletme Anabilim Dalı'nda 2014125007004 numaralı Sercan HATİPOĞLU'nun hazırladığı "Toplam Verimli Bakım Uygulamalarının Etkinliğinin Denetlenmesinde Genel Ekipman Verimliliği Tasarımı: Eczacıbaşı Artema Örneği" konulu YÜKSEK LİSANS tezi ile ilgili TEZ SAVUNMA SINAVI, Lisansüstü Eğitim Öğretim ve Sınav Yönetmeliği uyarınca 02/06/16 tarihinde yapılmış, sorulan sorulara alınan cevaplar sonunda tezin onayına OY BİRLİĞİ/ÖY-ÇOKLUĞU ile karar verilmiştir.

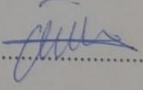
Başkan Doç. Dr. Cüneyt AKAR (Danışman)

İmza.....

Üye Yrd. Doç. Dr. Yavuz Tansoy YILDIRIM

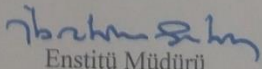
İmza.....

Üye Yrd. Doç. Dr. Özlem KUVAT

İmza.....

Yukarıdaki imzaların adı geçen öğretim üyelerine ait olduklarını onaylarım.

02/06/2016


Enstitü Müdürü
Doç. Dr. Halil İbrahim ŞAHİN
Müdür

ÖNSÖZ

İşletmeler için rekabet edilebilirliğin en önemli şartlarından bir tanesi üretim maliyetlerinin düşürülmesidir. Toplam Verimli Bakım yaklaşımının kayıpların üzerine giderek iyileştirme çalışmaları için altyapı sunan yapısının, maliyetlerin düşürülmesi ve daha verimli çalışma ortamının sağlanması için ciddi katkısı bulunmaktadır. Bu kayıpların doğru ölçülmesi ve yönetilebilmesi ise işletmelerin stratejik kararlarını daha doğru almalarına olanak sağlamaktadır.

Bu çalışmanın amacı, Toplam Verimli Bakım uygulamalarının etkinliğinin denetlenmesinde kullanılan Genel Ekipman Verimliliği yapısını analiz ederek, daha geniş ölçekli, daha doğru ve daha kullanışlı yeni bir hesaplama yapısı tasarlamaktır. Bu amaçla oluşturulan çalışmanın, uygulamalı literatüre, çalışmanın yapıldığı işletmeye, çalışanlara ve çevreye katkıda bulunabileceği düşünülmektedir.

Tez çalışmamda tecrübe, bilgi ve değerli görüşleri ile bana yol gösteren ve önemli bir zaman dilimini bana ayıran değerli danışman hocam Doç. Dr. Cüneyt AKAR'a en içten teşekkürlerimi sunarım.

Son olarak, bu aşamaya gelmemde bana her konuda destek veren aileme, sonsuz sabrı ve sevgisi için eşim Nilay'a minnet ve şükranlarımı sunarım.

SERCAN HATİPOĞLU

ÖZET

TOPLAM VERİMLİ BAKIM UYGULAMALARININ ETKİNLİĞİNİN DENETLENMESİNDE GENEL EKİPMAN VERİMLİLİĞİ TASARIMI: ECZACIBAŞI ARTEMA ÖRNEĞİ

HATİPOĞLU, Sercan

Yüksek Lisans, İşletme Anabilim Dalı

Tez Danışmanı: Doç. Dr. Cüneyt AKAR

2016, 102 Sayfa

Günümüz rekabet koşullarında yalın üretim her türlü israfın yok edilerek müşterilerin beklediği yüksek kalitede, düşük fiyatlı ürünleri hızla karşılayabilen sistemler olarak öne çıkmaktadır. Bu koşulların sağlanabilmesi için yalın üretim birçok araca ihtiyaç duymaktadır. Yalın üretim felsefesinin tesis yönetimi ve bakımı ile ilgili kısmı, Toplam Verimli Bakım (TVB) uygulamaları ile yürütülmektedir.

TVB, üretim alanında sıfır kaza, sıfır hata ve sıfır arıza ortamının sağlanarak üretim verimliliğini sistematik olarak arttırmayı hedefler. Tesisin verimliliği ve TVB kapsamında yürütülen faaliyetlerin etkinliği ise Genel Ekipman Verimliliği (GEV) metodu ile ölçülmektedir. Ancak bu metodun işletmelerin kişisel ihtiyaçlarına uyum sağlamasının gerekliliği ve verimlilik ölçümlerinde ekipmana odaklanan yapısının kapsam olarak genişletilme ihtiyacından dolayı üzerinde çeşitli değişikliklerin yapılmasını gerektirmektedir.

Bu çalışmanın amacı, TVB uygulamaları yürüten bir üretim işletmesinde bu uygulamaların etkinliğinin denetlenmesinde kullanılan GEV yapısını analiz ederek, eksiklikleri tespit etmek ve yeni bir GEV hesaplama yöntemi tasarlamaktır.

Öncelikli olarak çalışmanın teorik altyapısının oluşturulması için mevcut literatür taranmıştır. Önerilen GEV yapılarının etkilerinin gözlemlenmesi için ise çalışmanın yapıldığı işletmenin verileri kullanılmıştır. Bu veriler, TVB ve GEV olarak iki grupta değerlendirilmektedir. TVB kapsamında; işletmenin eğitim, toplantı, sunum notları ve aktivite kitabı verileri kullanılmıştır. Diğer veri grubu olan GEV için işletmenin bir yıllık tüm verimlilik raporları analiz edilmiştir. Bu raporlar kullanılarak üretim atölyelerinin GEV'leri bir yıllık periyotta oluşturulmuştur. Daha

sonra önerilen GEV metotları için aynı değerler tekrar hesaplanmıştır. Böylece mevcut değerler, alternatif metotlarla karşılaştırılarak farklılıkları ortaya koyulmuştur.

Yeni verimlilik ölçüm metotlarının tasarlanmasıyla birlikte mevcut yapının ölçeği genişletilmiş ve kapasite kullanımını düşüren tüm faktörler hesaplama dahil edilebilmiştir. Bu yeni hesaplama metotları tasarlanırken, GEV'in asıl amacı olan kayıplara odaklanarak verimsiz birimleri teşhis eden yapısının korunması sağlanmıştır. Buna ek olarak tasarlanan metotların işletmenin mevcut durumda kullandığı sistemle uyumlu olması ile uygulanabilir kılınmıştır.

Anahtar Kelimeler: Yalın Üretim, Toplam Verimli Bakım, Genel Ekipman Verimliliği

ABSTRACT

DESIGNING THE OVERALL EQUIPMENT EFFICIENCY FOR INSPECTING THE EFFECTIVENESS OF TOTAL PRODUCTIVE MAINTENANCE APPLICATIONS: A CASE OF ECZACIBASI ARTEMA

HATIPOĞLU, Sercan

Master, Department of Business Administration

Advisor: Assoc. Prof. Dr. Cüneyt AKAR

2016, 102 Pages

In today's competitive conditions, lean production comes to prominence as systems are able to eliminate any kind of waste and meet customer demands for products quickly with high quality and low prices. To provide these benefits, lean production needs a lot of tools. Part of the lean production philosophy related to facility administration and maintenance activities is carried out by Total Productive Maintenance (TPM) applications.

TPM aims to increase production efficiency systematically by providing a zero accident, zero defect and zero failure production environment. Facility efficiency and effectiveness in TPM activities are measured with an Overall Equipment Efficiency (OEE) method. However, this method requires custom modifications since it needs to harmonize with the personnel needs of companies and the scope and structure of existing efficiency measurement focusing only on equipment must be broadened.

The purpose of this study is to analyze the OEE structure used to inspect the effectiveness of the TPM applications in a manufacturing company, to detect the shortcomings and to design a new OEE calculation methodology.

A literature survey was first performed to constitute the theoretical infrastructure. To observe the effects of recommended OEE structures, the company data was used in which the applications were put into practice. This set of data was evaluated in two groups as TPM and OEE. For the TPM group, education, meetings, presentation notes and activity books were used. In addition, all the annual

productivity reports were analyzed for the OEE data group. Production workshops on OEE were formed annually using these reports. Then the same values were recalculated for recommended OEE methods. In this way, existing values were compared with alternative methods and their differences were exhibited.

By designing the new productivity measurement methods, the scale of the existing structure was broadened and all the factors that decrease the capacity utilization could be added to the calculations. While designing the new productivity measurement methods, the main purpose of OEE that focuses on the losses and diagnoses inefficient unit structure was protected. In addition, newly designed methods were performed as applicable because of their suitability with the existing system of the company.

Key Words: Lean Production, Total Productive Maintenance, Overall Equipment Efficiency

İÇİNDEKİLER

ÖNSÖZ	v
ÖZET.....	iv
ABSTRACT.....	vi
İÇİNDEKİLER	viii
ÇİZELGELER.....	x
ŞEKİLLER.....	xi
KISALTMALAR	xii
1. GİRİŞ	1
1.1. Çalışmanın Konusu ve Amacı.....	2
1.2. Çalışmanın Önemi ve Katkısı.....	4
1.3. Çalışmanın Yöntemi.....	7
1.4. Çalışma İç Düzeni ve Kısıtlar.....	8
2. TOPLAM VERİMLİ BAKIM	11
2.1. Tanım.....	11
2.2. Tarihsel Gelişim	13
2.3. Toplam Verimli Bakımın Faydaları	15
2.4. Toplam Verimli Bakımın 12 Uygulama Adımı	16
2.5. Toplam Verimli Bakımın Yapı Taşları.....	26
2.5.1 Odaklanmış İyileştirmeler (Kobetsu Kaizen).....	27
2.5.2 Otonom Bakım (Jishu Hozen).....	29
2.5.3 Planlı Bakım (Keikaku Hozen)	31
2.5.4 Eğitim	32
2.5.5 Erken Yönetim (Ürün ve Ekipman)	33
2.5.6 Kalite Bakım (Quality Hozen).....	35
2.5.7 Ofislerde Toplam Verimli Bakım.....	36
2.5.8 İş Sağlığı, İş Güvenliği ve Çevre.....	37
3. GENEL EKİPMAN VERİMLİLİĞİ VE GENEL EKİPMAN VERİMLİLİĞİ İÇİN TOPLAM EFEKTİF EKİPMAN PERFORMANSI YAKLAŞIMI	39
3.1 Tanım.....	40

3.2 Genel Ekipman Verimliliğinin Faydaları	40
3.3 Genel Ekipman Verimliliği Sürecinin Başlatılması	42
3.4. Altı Büyük Kayıp	43
3.4.1 Altı Büyük Kaybın Toplam Süre İçinde Dağılımı	46
3.5. Genel Ekipman Verimliliği Hesaplaması	48
3.6. Toplam Efektif Ekipman Performansı	51
3.6.1 Toplam Efektif Ekipman Performansı Hesaplaması	52
4. YENİ GENEL EKİPMAN VERİMLİLİĞİ HESAPLAMA ÖNERİSİ: ECZACIBAŞI ARTEMA ÖRNEĞİ	55
4.1. İşletme Profili	55
4.2. İş Akışı ve Üretim Süreçleri	60
4.3. Veriler	62
4.4. Mevcut Genel Ekipman Verimliliği	63
4.4.1. Barkod Veri Girişi ve Artema MNG Sistem Takibi	64
4.4.2. İş Etüdü Çalışmaları ve Standart Zamanların Belirlenmesi	65
4.4.3. Verilerin SAP'ye aktarılması	66
4.4.4. Günlük Verimliliklerin Oluşturulması	68
4.4.5. Aylık Genel Ekipman Verimliliği Değerlerinin Oluşturulması	69
4.5. Önerilen Genel Ekipman Verimliliği	72
4.5.1. Toplam Efektif Ekipman Performansı Yaklaşımı	73
4.5.2. Önerilen Genel Ekipman Verimliliği Yapısı: Alternatif 1	75
4.5.3. Önerilen Genel Ekipman Verimliliği Yapısı: Alternatif 2	77
4.6. Bulgular ve Yorumlar	78
4.7. Politika Önerileri	80
5. SONUÇLAR	83
6. KAYNAKÇA	87
7. EKLER	92

ÇİZELGELER

Çizelge 1. Bakım Yöntemlerinin Geçirdiği Aşamalar	13
Çizelge 2. Bakım Yöntemleri ve Bunlara Bağlı Teoriler.....	14
Çizelge 3. Toplam Verimli Bakımın 12 Uygulama Adımı	17
Çizelge 4. Beceri Matrisi Örneği	33
Çizelge 5. Altı Büyük Kayıp Modeli	44
Çizelge 6. Altı Büyük Kayıp Örnekleri.....	45
Çizelge 7. Kullanılan Puantajlar	65
Çizelge 8. Puantajlar Türleri	69
Çizelge 9. Mekanik Atölye Aylık Tezgah Verimliliği.....	70
Çizelge 10. Mekanik Atölye Aylık Tezgah Grubu Verimliliği.....	71
Çizelge 11. Mekanik Atölye Aylık GEV Değerleri	71

ŞEKİLLER

Şekil 1. TVB Organizasyonunda Birbiriyle Örtüşen Gruplar.....	19
Şekil 2. TVB Yapı Taşları.....	26
Şekil 3. Odaklanmış İyileştirmeler ve Diğer Yapı Taşları.....	28
Şekil 4. Planlı Bakımın Diğer Birimlerle İlişkisi.....	31
Şekil 5. Tek Nokta Dersi Örneği.....	32
Şekil 6. Toplam Süre İçerisinde Altı Büyük Kaybın Dağılımı	46
Şekil 7. GEV’i Oluşturan Bileşenlerin İlgili Oldukları Zaman Dilimleri.....	48
Şekil 8. TEEP Metodunun Hesaplanmasında Kullanılan Bileşenler	52
Şekil 9. GEV’den TEEP’ye Geçiş	54
Şekil 10. Eczacıbaşı Markaları.....	55
Şekil 11. Eczacıbaşı Yapı Ürünleri Grubu Bozüyük Üretim Tesisleri	56
Şekil 12. Artema Ürünleri.....	57
Şekil 13. Artema Satış Gelirleri	58
Şekil 14. Artema Tesis Yerleşkesi	58
Şekil 15. Artema Örgüt Şeması.....	59
Şekil 16. İş Akış Şeması	60
Şekil 17. CA02 Modülü	67
Şekil 18. 2014 Yılı Gerçekleşen GEV Değerleri	72
Şekil 19. 2014 Yılı Mevcut GEV ve TEEP Metodu Karşılaştırması.....	74
Şekil 20. 2014 Yılı Mevcut GEV ve Alternatif 1 Metodu Karşılaştırması.....	76
Şekil 21. 2014 Yılı Mevcut GEV ve Alternatif 2 Metodu Karşılaştırması.....	78
Şekil 22. 2014 Yılı Tüm Metotların Verimlilik Karşılaştırması	79

KISALTMALAR

Artema MNG	: Artema Manager Yazılımı
ERP	: Enterprise Resource Planning
GEV	: Genel Ekipman Verimliliği
JIPM	: Japan Institute of Plant Maintenance
KAO	: Kaliteli Ürün Oranı
KKP	: Kurumsal Kaynak Planlaması
KUO	: Kullanılabilirlik Oranı
MTBF	: Mean Time Between Failure (İki Arıza Arasındaki Süre)
MTTR	: Mean Time to Repair (Arızada Geçen Süre)
OEE	: Overall Equipment Efficiency
PVO	: Performans Verimliliği Oranı
SAP	: Systems, Applications, Products
TEEP	: Toplam Etkif Ekipman Performansı
TKY	: Toplam Kalite Yönetimi
TPM	: Total Productive Maintenance
TVB	: Toplam Verimli Bakım
VTT	: Veri Transfer Terminali
5S	: Seiri, Seiton, Seiso, Seiketsu, Shitsuke

1. GİRİŞ

Günümüz işletmelerinin varlıklarını sürdürebilmeleri, yeniliklere ve gelişmelere ne kadar uyum sağladıklarına bağlıdır. İşletmelerin bu uyum sürecinde karşılaştıkları en önemli zorluklar; müşteri ihtiyaç ve beklentilerinin hızla değişmesi, iç ve dış pazarlarda yaşanan yoğun rekabet ortamı, teknolojide meydana gelen önemli ve hızlı ilerlemeler, eş zamanlı olarak maliyetleri düşürüp kaliteyi artırma çabaları, son yıllarda piyasalarda yaşanan değişimler ve krizlerdir.

Çağdaş pazarlama anlayışı, işletmelere ürettiklerini satmaya çalışmak yerine, satabileceklerini üretmesi gerektiğini öğütlemektedir. Bu nedenle işletmeler, müşteri taleplerini fiyat, kalite, zaman ve miktar açısından en uygun şekilde karşılamak ve bu sayede pazarda rekabet edebilmek için üretim yöntemlerinde de değişikliklere gitmektedir. Değişen müşteri beklentilerini karşılayabilme çabaları üretim, pazarlama ve yönetim sistemlerinin çok daha karmaşık bir hal alması sonucunu doğurmaktadır. Öte yandan bu karmaşık sistemler sağladıkları faydanın yanı sıra bir takım problemleri de beraberinde getirmektedir. Özellikle üretim sistemleri açısından üretilmesi gereken ürün çeşitliliğinin artması, her çeşit üründen daha küçük miktarlarda üretme gerekliliği, üretimde yaşanan kayıp ve israflar, dikkate alınması gereken önemli sorunlar olarak işletmelerin karşısına çıkmaktadır. Karmaşık sistemlerden faydalanıp, beraberinde getirdiği sorunları minimize etmek için ortaya çıkan en önemli yaklaşımlardan biri ise yalın üretimdir. (Askin ve Goldberg, 2002). Yalın üretim, atıklardan, kayıplardan ve değer katmayan faaliyetlerden kurtularak maliyetleri azaltan ve müşterinin isteklerini zamanında karşılayan bir dizi sistematik yaklaşımın bütünüdür.

İkinci Dünya Savaşı sonrası Japonya'da işgücü ve sermaye gibi kaynakların son derece yetersiz olması nedeniyle hatalı üretimlerden dolayı parçaları tekrar üretme imkanı bulunmamaktaydı. Bu durum, kaliteli ürünleri ilk seferde israfsız bir şekilde üretmek için gereken ortamı sağlamış ve bu ihtiyaçlardan dolayı Toyota

Üretim Sistemi'nin (Toyota Production Systems - TPS) temelleri atılmıştır (Smith ve Hawkins, 2004). Yalın üretim kavramı ise ilk olarak James Womack, Daniel Jones ve Daniel Roos (1990) tarafından Toyota firmasının geliştirip uyguladığı Toyota Üretim Sistemini tanımlamak için kullanılmıştır. Günümüzde ise farklı faaliyet alanlarında farklı işletmeler tarafından kullanılan bir yaklaşımdır.

1.1 ÇALIŞMANIN KONUSU VE AMACI

Her türlü kayıp ve atığı azaltmak ve ortadan kaldırmak için geliştirilen yalın yaklaşımda Toplam Verimli Bakım (TVB) uygulamaları oldukça sistematik bir yöntem olarak öne çıkmaktadır. TVB uygulamalarında odaklanılması gereken *bakım* değil *toplum* yani tüm birimlerin aktif katılımıdır. Diğer bir ifadeyle TVB, bir işletmede imalat işlemlerini gerçekleştiren operatörlerden üst yönetime kadar tüm çalışanların bakım faaliyetlerine katıldığı, üretim operasyonlarını destekleyen, işletme çapında bir makine ve ekipman bakım yönetimi sistemidir. TVB ilk olarak, 1971 yılında Toyota grubuna bağlı Nippon Denso firması tarafından uygulanmıştır. Seiichi Nakajima (1988), TVB'yi; makine ve ekipmanların özelliklerini, üretim kalitesi ile olan ilişkilerini, kritik ekipmanların arızalanma sıklıkları ve nedenlerini analiz etmeye ve anlamaya yönelik sistematik bir yaklaşım olarak ifade etmiştir (Türkan ve Esnaf, 2008).

1988 yılında Nakajima, TVB'yi ABD'de tanıttığında Genel Ekipman Verimliliğinden (GEV) de bahsetmiştir. GEV, Toyota tarafından üretim sisteminin verimliliğini ölçmek ve takip etmek için geliştirilen ölçüdür ve ölçünün hesaplanmasında yalın üretim felsefesinden faydalanılmaktadır. TVB faaliyetleri kapsamında uygulanan verimlilik analizleri, firmaların varlıklarını ne kadar etkin kullandıklarını tespit etmeye yarayan bir hesaplama yöntemidir. Yapılan bu analizler sonucunda hesaplanan değerler, ideal değerlerle karşılaştırılarak sistemin verimsiz olduğu noktalar için iyileştirme önerileri sunulması oldukça önemlidir.

TVB'nin temel hedeflerinden biri GEV değerini en üst seviyede tutmaktır. GEV daha spesifik olarak işletmelerde kullanılan ekipmanların verimliliğini tespit etmek için kullanılan bir ölçüm olarak ifade edilmektedir. Özellikle imalat sektöründeki firmalar, GEV skorlarına dayalı olarak izlenen politikaların, ellerindeki varlıkların faydalı kullanım oranını iyileştirdiğini ifade etmektedirler (Muchiri ve Pintelon, 2008). GEV hesaplama yapısında üç parametre kullanılmaktadır. Bunlar üretim alanının üç temel girdisi olan ürün, makine ve iş gücüdür. GEV literatürü altında bunlar kaliteli ürün oranı (KAO), kullanılabilirlik oranı (KUO) ve performans verimliliği oranı (PVO) olarak bilinmektedir.

TVB uygulamalarında üretilebilir süre, üretim süresi, planlı duruşlar ve plansız duruşlar olmak üzere üç ana kısımda incelenmektedir. GEV hesaplanırken bu plansız duruşların üzerine odaklanılıp verimlilik hesapları yapılmaktadır. Ancak, yapılan çalışmaların bir kısmı bu yapının çok gerçekçi olmadığını ileri sürmektedir. R. Wudhikarn'a (2011) göre, GEV kapsamlı bir performans ölçüm göstergesi olarak görünmesine rağmen hala farklı endüstrilerde kullanım için kapsam olarak genişlemeye ve kişisel ihtiyaçlar için bazı yeni düzenlemelere ihtiyaç duymaktadır. Bu çerçevede Ivancic (1998) tarafından tanıtılan Toplam Efektif Ekipman Performansı (TEEP), GEV'e çok benzer bir yapı olarak literatüre katkıda bulunmuştur. GEV'i TEEP'den ayıran temel farklılık planlı duruşların toplam planlanan zamanın içine dahil edilmemesidir (Muchiri ve Pintelon, 2008).

TEEP metodunun yardımıyla planlı ve plansız duruşlar ölçüme dahil edilebilmektedir. Ayrıca, tıpkı GEV'de olduğu gibi TEEP metodunun diğer elemanları da hız kayıpları ve kalite oranından oluşmaktadır (Muchiri ve Pintelon, 2008). Ancak teorik olarak gösterilen bu yapının mevcut sisteme uyarlanması konusunda ciddi sıkıntılar bulunmaktadır.

TEEP metodu altında kullanılabilirlik oranı hesaplanırken üretim süresi toplam zamana orantılanarak elde edilmektedir. Böylece üretim süresi, planlı duruşlar ve plansız duruşlar tüm süre içerisinde gösterilir. Ancak TVB projeleri oluşturulurken duruşların kaynağının detaylı bir şekilde incelenerek verilerinin tutulması ve analiz edilmesi gerekmektedir. TEEP metodunda üretim süresinin toplam süreye oranlanması bu detayları göz ardı etmektedir. Bu sebeple TEEP

metodu TVB projelerinin odaklanması gereken verimsiz duruşların tespit edilmesi ve sonrasında bu noktalar için çalışma yapılmasına olanak vermemektedir.

Diğer bir husus, yalın üretim sisteminde bir üretim biriminde bir vardiyalık dilimde birden fazla çeşitlilikte ürününün üretimi gerçekleşmektedir. Böyle durumlarda her ürün için teorik olarak üretim süresi, planlı duruşlar ve plansız duruşların bir araya getirilmesi toplam süreye ulaşamamasına neden olmaktadır. Diğer bir ifadeyle her bir üretim aksiyonu için üretim süresinin toplam süreye oranlanması verimlilik hesaplamaları için sorun teşkil etmekte ve sistemin verimlilik ölçümlerinde hatalara neden olmaktadır. Bu nedenle pratikte de kullanılacak ve mevcut GEV düzeninin eksikliklerini kapatacak bir yapının kurulması işletmelere katkı sağlayabilir.

Bu çalışmanın amacı, TVB uygulamalarının adapte edildiği bir üretim işletmesinde bu uygulamaların etkinliğinin denetlenmesinde kullanılan GEV yapısını analiz ederek, eksiklikleri tespit etmek ve yeni bir GEV hesaplama yapısı tasarlamaktır. Bu tasarım oluşturulurken işletmenin kullandığı mevcut yapı tamamen değiştirilmeden mevcut düzene uyarlanabilir olmasına dikkat edilmiş, bu sayede tasarlanan yeni yapının kullanılabilir olması sağlanmaya çalışılmıştır.

1.2. ÇALIŞMANIN ÖNEMİ VE KATKISI

Günümüz modern üretim sanayisinde stratejilere yön veren ve üretim kaynaklı kayıpları sıfıra indirmeyi hedefleyen en yaygın anlayışın yalın üretim sistemleri olduğu yadsınamaz bir gerçektir. Diğer bir taraftan, bu ortamda makine ve ekipmanlar küçük zaman dilimleri içerisinde son derece çevik ve hızlı bir şekilde üretim faaliyetlerini gerçekleştirmektedirler. Bu nedenle rekabetin günden güne zorlaştığı günümüz piyasalarında işletmelerin maliyetleri düşürebilmek için makine ve ekipmanları verimli kullanmaları varlıklarını sürdürebilmeleri için son derece önemlidir. Buna ek olarak ölçemediğimiz şeyi yönetemeyeceğimiz için bu yapının gerek takip edilmesi gerekse verimsiz noktaların tespit edilmesi için GEV büyük önem taşımaktadır.

Hansen'e (2001) göre GEV'lerde yapılan küçük iyileştirmeler karlılıklarda büyük artışlar sağlayabilmektedir. GEV'de gerçekleştirilecek %10'luk bir iyileştirme varlıkların getirisinde %50'lik bir artış yaratabilmektedir. Bu sebeple GEV'deki artışların yeni bir ekipman almaya nazaran maliyetler bazında 10 kat daha etkin olduğu söylenebilir. Buna ek olarak, Elvan (2012) yaptığı çalışmada TVB ödülü alan 250 fabrikanın süreçlerini incelemiş ve TVB uygulamalarının ortalama,

- % 50 Verimlilik Artışı
- % 99 Makine Arızalarında Azalma
- % 90 Ürün Hatalarında Azalma
- % 75 Müşteri Şikayetlerinde Azalma
- % 30 Bakım Maliyetinde Azalma
- % 50 Yarı Mamul Stoklarında Azalma
- % 30 Enerji Kullanımında Azalma

gibi faydalar sağladığı sonucuna ulaşmıştır. Bunlara ek olarak, iş kazalarında azalma, çevre kirliliğinde azalma (sıfır kirlilik), işçi önerilerinde artış gibi önemli iyileştirmelere de neden olduğunu tespit etmiştir.

Bu çalışmanın sağlamaya çalıştığı temel katkılar, uygulamalı literatüre, çalışmanın verilerini kullandığı işletmeye, çalışanlara ve çevreye olmak üzere dört ana başlıkta toplanabilir.

Çalışma ile uygulamalı literatüre şu açılardan katkı sağlanmaya çalışılmıştır: İlk olarak literatür taraması sonuçlarına göre iki alternatifli olarak hazırlanan GEV tasarımı olması ve tüm tesis genelinde bir yıllık verimlilik verilerinin tamamına uygulanacak olması önemlidir. Çalışma TVB ve GEV uygulama kısımlarını da beraber içerdiğinden, TVB projelerinin verimliliğe olan katkılarını uygulama üzerinde direkt olarak gözleme imkanı sağlamıştır. Buna ek olarak, planlı duruşların toplam süreden çıkarıldıktan sonra verimlilik hesabı yapılması yerine, planlı ve plansız tüm duruşların hesaplamaya katıldığı çalışmada, verimlilikler çok daha doğru bir şekilde oluşturulup, böylece iyileştirilme yapılacak alanlar daha iyi analiz edilebilmektedir. Tesis genelinde oluşturulan bu çalışma, üretim birimleri ve

faaliyetleri için bir yıllık dönemlik periyotta hesaplanmıştır. Böylece örnekleme yerine tüm verilerin analizinin yapılması ile varsayım veya istatistik kullanmadan mevcut GEV ve Önerilen GEV yapılarının sonuçları ve farklılıkları net bir şekilde ortaya konulmuştur.

Konuyla ilgili yapılan çalışmalar incelendiğinde özellikle işletmelerin kullanabileceği GEV yapılarının tasarımları konusunda kısıtlı düzeyde bilgi olduğu gözlemlenmiştir. Bu çalışmanın sonuçları bundan sonra yapılacak çalışmalarda yeni yapıların şirketlere uyarlanması konusunda yardımcı olacaktır. Çalışmanın uygulama kısmı altında GEV sürecinin oluşturulmasında anlatıldığı üzere, işletmede verilerin toplanması için işletmenin Barkod Sistemi kullanılmaktadır. Ancak gelişen teknolojilerle birlikte verilerin otomatik girişlerinin yapıldığı sistemlerin GEV için kullanılması hataları önlemede önemli roller üstlenecek ve konuyla ilgili yapılacak yeni çalışmalara ışık tutacaktır.

Yapılan çalışmanın işletme açısından sağlamaya çalıştığı katkıya baktığımızda, önerilen yeni yapı işletmenin duruşları tanımlamak için kullandığı puantaj kodları üzerinden geliştirildiğinden uygulanabilir olarak nitelenebilir. Buna ek olarak GEV değerleri sadece performans ölçümü için değil aynı zamanda anahtar performans göstergesi (Key Performance Indicator - KPI) olarak kullanıldığından, verilerin daha gerçekçi oluşturulması, işletmenin geleceğe dair daha doğru kararlar alabilmesi ve daha gerçekçi planlar yapabilmesi için altyapı oluşturacaktır.

Önerilen GEV yapılarından ikincisinde, planlı duruşlar hesaplamaya dahil edilirken çalışanların dinlenme zamanları da dikkate alınmıştır. Böylece üretim sistemleri geliştirilirken sadece daha verimli ve daha karlı olmasının yanında çalışan personele de duyarlı olmasının gerekliliği göz önünde bulundurulmuştur.

Son olarak sürdürülebilirlik ancak doğanın sunduğu kaynakların kendiliğinden yenilenebilmelerine olanak sağlayacak hızda tüketilebilmesiyle sağlanabilir. Yalın üretim ise sürdürülebilir üretim konusu altında çok önemli bir yere sahiptir. Çünkü yalın üretim sistemi tanımlanırken kaynakları daha verimli kullanan ve kayıpların ortadan kaldırılması için sürekli iyileştirmelere odaklanan üretim sistemleri olarak öne çıkmaktadır. Yalın üretim sistemi altında değerlendirilen TVB ve GEV yapılarının geliştirilmesi doğanın bu dengesinin korunması için üretim konusu altında ayrı bir öneme sahiptir.

1.3. ÇALIŞMANIN YÖNTEMİ

Çalışmada öncelikle mevcut literatür taranmış ve çalışmanın teorik altyapısı oluşturulmuştur. Daha sonra ise önerilen GEV yapısının kullanılabilirliğini ve etkisini görebilmek amacıyla, Eczacıbaşı Artema Üretim Tesisleri'nin 2014 yılı verileri kullanılmıştır. TVB uygulamalarından elde edilen veriler ise işletmenin Toplam Verimli Bakım projesini hayata geçirdiği 2004 yılı ve sonrasında dayanmaktadır. Veriler toplanırken eğitim notları, iş akış şemaları, otonom bakım formları, Artema TVB aktivite raporları, günlük ve aylık verimlilik raporları, TVB toplantı notları ve TVB sunum notları kullanılmıştır. Ayrıca, Artema Ortak Sunucusu ve Metot Geliştirme Ofisi çalışanlarının bilgi ve deneyimleri çalışmada yol gösterici olmuştur. Buna ek olarak veriler toplanırken çeşitli yazılım ve donanımlar da kullanılmıştır. Bunun için tesiste kullanılan Barkod Sisteminden (Veri Transfer Terminali (VTT) cihazları, Artema Manager (MNG) yazılımı, malzeme akış formları) ve Kurumsal Kaynak Planlama yazılımı olan Systems, Applications, Products'dan (SAP) faydalanılmıştır.

Veriler elde edildikten sonra mevcut GEV değerleri döküm, pres, mekanik ve zımpara-polisaj üretim atölyelerindeki tezgahlar için ayrı ayrı hesaplanmıştır. Döküm atölyesinde üretilen parçalara ana şekilleri kum maça kalıpları kullanılarak verilmektedir. Kum maça kalıpları ise Roperberg tezgah grupları ile oluşturulmaktadır. Maça kalıplarının içerisine kaynatılıp sıvı hale getirilen pirinç hammaddelerin dökümüyle üretim süreci devam etmektedir. Sıcak döküm tezgah grupları ikiye ayrılmaktadır. KWC tezgah grupları otomatik sıcak döküm işlemini gerçekleştirirken, IMR tezgah grupları ise yarı otomatik sıcak döküm işlemini gerçekleştirmektedir. Döküm işleminde üretilen parçalar üzerinde oluşan çapaklar yatay kesim tezgahları olan Flex ve dairesel kesim tezgahları olan Dekopaj tezgahları ile parçalardan ayrılmaktadır. Geometrik şekilleri daha basit olan parçaların üretimleri ise pres atölyesinde başlamaktadır. Dövme tezgah gruplarında sac parçaların presleme işlemi yürütülürken, Bukme tezgah gruplarında ise boru bükme işlemleri gerçekleştirilmektedir. Üretilen parçalardaki istenmeyen çapaklar ise Capak tezgah grupları ile parçalardan ayrılmaktadır. Mekanik atölyede tezgahlar, ana

gövdelerin işlemleri için transfer tezgahları, gövdeye eklenen küçük parçaların üretimleri için otomat tezgahları ve bazı ürünlerin üretimi için özel olarak tasarlanan tezgahlar olmak üzere üçe ayrılmaktadır. Riello, Fanuc, Maspe ve Dia tezgah grupları transfer tezgahlarını oluştururken, Mazak, GM ve YTM tezgah grupları ise otomat tezgah gruplarıdır. M4103, M4105, M14M, M18M ve M8M tezgah grupları ise bazı ürünler için tasarlanan ürünlere özel tezgah gruplarıdır. Zımpara-Polisaj atölyesinde URT1 tezgah grupları birden fazla ürünü aynı anda işleyebilen otomatik tezgahlardır. URT2 tezgah grupları ise tekli zımpara-polisaj işlemini gerçekleştirebilen otomatik tezgahlardır. Tüm bu tezgah gruplarında GEV değerleri ayrı ayrı hesaplanmıştır. Daha sonra alternatif olarak TEEP yöntemiyle ve önerilen GEV yöntemleriyle aynı değerler tekrar hesaplanmıştır. Son olarak alternatif yöntemlerle hesaplanan değerler karşılaştırılarak raporlanmış ve farklılıkları yorumlanarak politika önerileri geliştirilmiştir.

1.4. ÇALIŞMA İÇ DÜZENİ VE KISITLAR

Çalışma, beş bölümden oluşmaktadır. İzleyen bölüm olan TVB bölümü TVB'nin tanımlanmasıyla başlamakta, şirketlerin neden TVB projelerine ihtiyaç duyduklarının açıklanmasıyla devam etmektedir. Çalışma, şirket kültürlerinde köklü değişimler yaratan bu projelerin sisteme uyarlanma prensiplerinin anlatılmasından sonra ciddi bir ekip çalışması gerektiren TVB yönetimi üzerine odaklanmaktadır. TVB yönetimi şirket içi faaliyetlerini yapı taşları (Pillar) adı verilen birimler vasıtasıyla yürütmektedir. Bu yapı taşlarının şirket içinde çeşitli görev ve sorumlulukları olup tıpkı bölümlerin ayrıldığı gibi birbirlerinden ayrılmaktadır. TVB kısmının son bölümünde ise tıpkı bir evin kolonlarına benzer şekilde tüm yapıyı taşıyan bu birimlerin işletme içi uygulamaları, görev ve sorumlulukları detaylı bir şekilde anlatılmıştır.

Üçüncü bölüm, GEV ve GEV için TEEP yaklaşımıdır. Bu bölümde öncelikli olarak GEV yapısının tanımı ve TVB uygulayan şirketlerin neden GEV gibi bir performans ölçüm metodunu kullanmaya ihtiyaçları olduğu anlatılmıştır. Bunu takiben GEV sürecinin şirket içinde başlatılması kısmına odaklanılmıştır. Daha

sonraki adımda ise üretim alanını verimsizleştiren, altı büyük kayıp olarak adlandırılan nedenler tanımlanmış ve bu kayıplar örneklerle açıklanmıştır. GEV bölümünün son kısmında ise GEV'in hesaplanması açıklanmış ve bu hesaplamada kullanılan üretim alanının temel girdileri olan göstergeler tanımlanmıştır. İzleyen kısımda ise TEEP metodu tanımlanmış, GEV ile farklılıklarına dikkat çekilmiştir.

Çalışmanın dördüncü bölümünde uygulama işletmesi için yeni GEV hesaplama önerisi geliştirilmiştir. Bu kısımda öncelikli olarak çalışmanın yapıldığı Artema şirketinin Eczacıbaşı Topluluğu altında yer alan Eczacıbaşı Yapı Ürünleri'ndeki (Eyap) yeri, tarihçesi, ürün çeşitliliği, organizasyon şeması ve çalışan sayısı gibi şirket profili hakkında bilgiler verilmiştir. Sonraki kısımda çalışmanın oluşturulmasında kullanılan veriler, bu verilerin kaynağı ve nasıl elde edildikleri hakkında bilgiler sunulmuştur. İzleyen kısımda tesis yerleşkesi, tesis üretim kapasitesi, ürün ve iş akış şemaları hakkında bilgiler verilmiştir. Daha sonraki aşamada ise çalışmanın tasarım kısmının temelini oluşturan şirket içerisinde kullanılan mevcut GEV yapısı açıklanarak, çalışmanın yapıldığı dönem için GEV hesaplamaları gerçekleştirilmiştir. Bunu takip eden kısımda önerilen GEV yapısı iki alternatif üzerinden tasarlanmış ve aynı dönem için tekrardan hesaplanmıştır. Ayrıca bu bölümde mevcut GEV yapısı ile önerilen GEV yapıları karşılaştırılıp çıktılar arasındaki farklar gösterilmiştir. Politika önerileri kısmında sürekli iyileştirme felsefesinden yola çıkarak ileriki zamanlarda farklı iyileştirme çalışmasının yapılabileceği alanlar gösterilmiştir. Sürecin ilk kısmı olan operatörlerin sisteme elle veri girişleri beraberinde bir takım sorunları getirmektedir. Bu sorunların çözüm önerileri politika önerileri kısmında detaylandırılmıştır. Çalışmanın sonuç kısmında önerilen GEV yapısının mevcut yapıya göre avantajlarına yer verilmiştir. Bu yapılarla beraber mevcut yapının dezavantajlı taraflarının nasıl bertaraf edilebileceği gösterilmiştir. Ayrıca çalışmanın bütününe ilişkin sonuçlar vurgulanmıştır.

Çalışmada belirli bazı kısıtlar da bulunmaktadır. GEV değerleri döküm, pres, mekanik ve zımpara-polisaj atölyeleri için oluşturulmaktadır. Artema Armatür Üretim Tesisinde ise üretim süreci üretilecek mamullerin yapısına göre döküm veya pres atölyelerindeki üretimle başlayıp mekanik atölyede devam etmektedir. Sonraki süreçte ise parçalar zımpara polisaj atölyesindeki işlemlerden sonra kaplama atölyesine gönderilmektedir. Son olarak montaj hattında aksesuarlar ve tamamlayıcı ürünler ile birleştirilip üretim tamamlanmaktadır. Bu noktada kaplama atölyesinin

Üretim yapısı seri üretim bazlı olduğundan ve montaj hattında üretim tezgahları kullanılmadığından GEV değerleri sadece ilgili atölyelerde oluşturulmaktadır.

Mevcut GEV yapısının iyileştirilmesi için yapılan çalışmalar esnasında GEV tasarımlarından başka, süreç üzerinde çeşitli iyileştirme metotlarına da dikkat çekilmiştir. Ancak bu iyileştirme çalışmalarının yapılabilmesi için yazılım ve donanım altyapısının kurulması gerektiğinden, bunlar politika nerileri kısmında açıklanarak, ayrıntıları gelecek çalışmalara bırakılmıştır.

2. TOPLAM VERİMLİ BAKIM

Üretim sistemlerinin fiili kapasiteleri incelendiğinde, ilk tasarlandıkları kurumsal kapasitelere ulaşmakta zorluklarla karşılaşmaktadır. Özellikle üretim sistemlerine daha yakından bakıldığında, işletmeler tam kapasitelerinin altında üretim yapmaktadırlar. Böyle bir ortamda üretilen ürünlerin birim maliyetlerinin artması ise kaçınılmazdır. Üretim alanlarında planlanan üretim, arıza gibi çeşitli problemlerle kesintiye uğramaktadır. Bu sebeple, işletmeler için üretimde karşılaşılan problemlerin önceden tespit edilip önlem alınması ve bu problemlerin minimum düzeye indirilmesi hayati önem taşımaktadır. Bu durum bakım faaliyetlerinin planlı ve bilinçli bir şekilde yürütülmesini gerektirmektedir.

Japonya’da üretim alanında oluşan bakım problemlerinden dolayı TVB felsefesi geliştirilmiştir. İngilizcede “Total Productive Maintenance (TPM)” olarak adlandırılan Toplam Verimli Bakım (TVB) günümüzde birçok işletme tarafından kullanılmaktadır.

2.1. TANIM

Toplam Verimli Bakım, çalışma ortamında sıfır hata, sıfır duruş ve sıfır iş kazasını hedefleyen ve tüm personelin benimsediği bir felsefedir (Bozoğlu, 1998). Buna ek olarak TVB, birbiriyle ilişkili üç temel kavrama dayanmaktadır (Costa ve Lima, 2002):

- Ekipman verimliliğini en yüksek dereceye çıkarmak
- Operatörler tarafından yürütülen otonom bakım faaliyetleri

- Küçük grup faaliyetleri

Ayrıca Jostes ve Helms (1994) TVB'nin, küçük grup aktiviteleriyle sürdürülen ve tüm işletme çapında tıpkı Toplam Kalite Yönetimi gibi yürütülmekte olan bir ekipman bakım sistemi olduğundan bahsetmişlerdir. TVB'nin birbirlerinden farklı birçok tanımı bulunmaktadır. Bu durumun asıl nedeni yaygın olarak kullanılan TVB'nin farklı endüstri kollarına uyum sağlayabilmesi için yapılarında çeşitli uyarlamalara gidilmesindedir. Ancak TVB konusunda en kapsamlı tanım aşağıdaki beş kısımdan oluşmaktadır (Shirose, 2002, 11).

- TVB tüm üretim sisteminde etkinliği olabilecek en yüksek değere çıkarmayı hedefleyen bir kültür ve çevre yaratmayı amaçlar. Bir başka ifadeyle GEV'i arttırmaya çalışır.
- Tüm çalışanların aktif katılımı ile sıfır kaza, sıfır hata ve sıfır arıza felsefesini kayıplar yaşanmadan engellemeye çalışır.
- Tüm üretim bölümlerinin olduğu gibi işletmenin üretim dışındaki diğer bölümlerinin de aktif katılımını gerektirir.
- Organizasyon hiyerarşisinde tezgahlarda çalışan operatörlerden üst yönetime kadar tüm çalışanları içerir.
- Birbirini tamamlayan küçük grup çalışmalarını kullanarak en genel anlamda sıfır kayıp hedeflenir.

TVB ifadesinde anahtar sözcük bakım değil toplamdır. Toplam sözcüğü TVB felsefesinde üç ayrı anlama gelmektedir (Nakajima, 1988, 10).

1. *Toplam Etkinlik*: Verimlilik artırıcı çalışmaların üretimde kullanılan makine ve tezgahların "toplam" ömürleri boyunca sürmesini ifade etmektedir.
2. *Toplam Bakım Sistemi*: Verimliliği düşüren üretimdeki bekleme ve duruşların "tümünün" kontrol altına alınması anlamına gelir. Bunlar:
 - a) Ekipmanın bozulup durması
 - b) Kalıp değişim süreleri
 - c) Diğer sebeplerle ekipmanların kısa süreli duruşları

- d) Ekipman hızındaki düşüşler
 - e) Hatalı üretimlerden dolayı verimlilik düşüşleri
- olarak sınıflandırılmaktadır.
3. *Toplam Katılım*: Verimlilik çalışmalarına işletmede görev yapan “tüm” çalışanların katılımı gerekmektedir.

2.2. TARİHSEL GELİŞİM

TVB'nin ortaya çıkışının daha iyi anlaşılabilmesi için öncelikli olarak 20.yy sanayi ortamında bakımın gelişmesine yardımcı olan yaklaşımların incelenmesi gerekmektedir. Arıza olduğunda bakımdan başlayıp, TVB uygulamalarına gelinceye kadar olan bu yaklaşımlar Çizelge 1'de özetlenmiştir.

Çizelge 1. Bakım Yöntemlerinin Geçirdiği Aşamalar

Uygulandığı Dönem	Bakım Yöntemi
1950 Öncesi	Arızaların Bakım ve Onarımı
1950'ler	Önleyici Bakım (Preventive Maintenance)
1960'lar	Üretken Bakım (Productive Maintenance)
1970 ve Sonrası	Toplam Verimli Bakım (Total Productive Maintenance)

Dünyada 1950'li yıllardan önce arıza olduğunda bakım anlayışı hakimdi. Bu anlayışa göre makine ve ekipmanlara arıza anına kadar müdahale edilmemekteydi. O zamanki mevcut koşullarda arızaların ne zaman meydana geleceği tahmin edilemediğinden arıza sonrasında üretimlerde ciddi zaman kayıpları meydana gelmekteydi. 1950'li yıllardan sonra ise Amerika'da önleyici bakım faaliyetleri uygulanmaya başlanmıştır. Önleyici bakım kapsamında temizlik ve yağlama gibi günlük bakım faaliyetleri yürütülmekteydi. Ayrıca ekipmanlarda kritik noktalar yine bu dönemde kontrol edilmeye başlanmış ve periyodik kontrollerin de temeli atılmıştır. Bu dönemde hedeflenen, ekipmanların mevcut durumlarının korunmasıdır. 1960'larda başlayan üretken bakım uygulamalarında ise mevcudu korumak yerine

makine ve ekipmanların bakım konusunda iyileştirme ve geliştirmeleri amaçlanmıştır. Bunun için kullanılan ekipmanlarda zayıflıklar üzerine detaylı çalışmalar yapılmıştır. Böylece ekipmanlar arızalara sebep olmayacak ve bakımları daha kolay yapılacak şekilde tasarlanmaya çalışılmıştır (Shirose, 2002; Nakajima, 1988).

TVB uygulamaları ilk olarak Japon otomobil parçaları üreticisi Nippondenso Co. firmasında başlamıştır. 1961 yılında Nippondenso Co. firması üretken bakım (PM) faaliyetleriyle ilk adımı atmıştır. 1969 yılına gelindiğinde ise şirket kendi içerisinde üretken bakım için toplam çalışan katılımı (Total-Member-Participation PM) felsefesini benimsemiş ve büyük başarılar kazanmıştır. Bunun sonucunda 1971 yılında üretken bakım mükemmellik ödülünü almıştır. Bu olay TVB kavramının da başlangıcı olarak kabul edilmektedir. Nippondenso Co. firmasının TVB uygulamalarının geliştirilmesinde Japon Fabrika Bakım Enstitüsü'nün (Japan Institute of Plant Maintenance - JIPM) ve yöneticisi olan Seiichi Nakajima'nın çok ciddi katkıları bulunmaktadır. Bu nedenle Nakajima TVB'nin fikir babası olarak kabul edilmektedir. Benzer şekilde TVB öncelikli olarak Japonya'ya, ardından yine JIPM ve Nakajima'nın önderliğinde tüm dünyaya yayılmıştır (Chan, Lau, Ip, Chan ve Kong, 2005). Zaman içerisinde bakımın gelişmesi ve bakım yöntemleri ile bunlara bağlı geliştirilen bakım teorileri Çizelge 2'de gösterilmiştir.

Çizelge 2. Bakım Yöntemleri ve Bunlara Bağlı Teoriler

	1950'ler		1960'lar		1970 ve Sonrası
Bakım Yöntemi	ÖNLEYİCİ BAKIM		ÜRETKEN BAKIM		TOPLAM VERİMLİ BAKIM
	Bakım fonksiyonlarının Kurulması		Güvenilirlik, bakım ve ekonomik fabrika tasarımının öneminin farkedilmesi		Toplam çalışan katılımı ve bireysel sorumluluğa dayalı çok yönlü bir sistem ile üretken bakımı başarmak
Teoriler	1951-	Önleyici Bakım	1960-	Bakım Önleme	*Davranış Bilimleri
	1954-	Üretken Bakım	1962-	Güvenilirlik Mühendisliği	*Yenilik, yaratıcılık yönetimi, performans analizi ve kontrolü,
	1957-	Bakımın yapılabilirliğinin gelişmesi	1962-	Bakım Yapılabilirlik Mühendisliği	*Sistem mühendisliği
					*Ekoloji
					*Lojistik

Kaynak: Nakajima, Seiichi. (1988). Introduction to TPM. Cambridge: Productivity Press, s.9

TVB, Japonya’da kullanılmaya başlamasından sonra JIPM’in ciddi katkıları ile uluslararası arenada da boy göstermeye başlamıştır. Öncelikli olarak Amerika ve Avrupa’da yayılmaya başlayan TVB’nin Türkiye’ye girişi ise 1990’lı yılların başında gerçekleşmiştir. TVB uygulamalarını ilk kullanan şirketler Pirelli, Brisa, Kordsa, Arçelik olarak sıralanabilir. Türkiye’de ilk başarılı TVB uygulama örnekleri ise şunlardır (Elvan, 2012):

- 1994: Türkiye’de TVB’yi ilk uygulayan şirket Türk Pirelli oldu. Yine aynı yıl Avrupa’da ilk TVB ödülünü almaya hak kazanan şirket oldu.
- 2001: TVB için Elektronik Mükemmellik Uygulaması ödülünü Beko aldı.
- 2002: TVB ödülünü almaya hak kazanan üçüncü Türk kuruluşu ise Arçelik Çayırova Çamaşır Fabrikası oldu.
- 2003: TetraPak, Unilever Algida ve Elida (OMO) fabrikaları TVB ödülünü aldılar.
- 2003: Arçelik Eskişehir Buzdolabı Fabrikası gereken ön koşulları yerine getirip TVB ödülü için JIPM’e başvuruda bulundu.
- 2004: ETİ Gıda Fabrikasında TVB için “Başlama Vuruşu” yapıldı.

Buna ek olarak, Eczacıbaşı Artema Armatür Tesisi 2007 yılında birinci kısım mükemmellik ödülünü, 2016 yılında ise ikinci kısım mükemmellik ödülünü almaya hak kazanarak büyük bir başarıya imza atmıştır.

2.3. TOPLAM VERİMLİ BAKIMIN FAYDALARI

İşletmelerin üretim alanlarından başlayıp tüm birimlerine yayılan TVB yaklaşımının birçok faydası vardır. Kayıpların önlenmesinin yanında çalışan personel ve kullanılan ekipmanlar üzerinde de olumlu etkileri olan TVB, günden güne daha fazla işletme tarafından benimsenmeye başlamıştır.

Willmott ve McCarty (2001) TVB’nin faydalarını üç ana başlıkta göstermişlerdir:

- İşletmeye Olan Faydaları

- TVB'nin planlamaya olan pozitif etkisiyle, müşteri isteğinin tam zamanında ve doğru bir şekilde sağlanması
- Yüksek miktarda stok yapmadan pazardaki değişikliklere hızlı bir şekilde reaksiyon gösterilebilmesi
- GEV yükselmelerin karlılığı arttırabilmede ölçülebilir bir yol haritası sağlanması

➤ Ekipmana Olan Faydaları

- Gelişmiş süreç yeteneği, güvenilirlik, ürün kalitesi ve verimliliğe katkısı
- TVB'nin Erken Ekipman yönetimi sayesinde ekipmanların tasarımından başlayarak tüm ömürleri boyunca ekonomik kullanımı
- Ekipman verimliliklerinin olabilecek en yüksek değere çıkarılması

➤ Çalışana Olan Faydaları

- Operasyon becerilerinde düzelme, takım çalışması yeteneğinin gelişmesi ve problem çözme kabiliyetinin kazanılması
- TVB ile birlikte destek ve yönetim departmanlarında takım çalışmasının pratik ve efektif örneklerinin görülmesi
- Değer katan aktivitelerin reaktif yerine proaktif hale gelmesiyle beraber sorunsuz vardiyaların yaşanması

2.4. TOPLAM VERİMLİ BAKIMIN 12 UYGULAMA ADIMI

TVB uygulamaları kurum kültüründe köklü değişimlere neden olduğundan uygulama aşamasında çok dikkatli olunması ve bir sistem dahilinde hareket edilmesi gerekmektedir. Buna ek olarak, tüm personelin bu yapıyı benimsemesini sağlamak, TVB uygulamalarının başarısında kilit önem taşımaktadır. Çalışanlar arasında görüşmeler yoluyla fikir birliğinin sağlanması gelecek TVB uygulamalarının başarısında da önemli etkilere sahiptir. TVB'nin işletmede uygulanabilmesi için 12 uygulama adımı metodu kullanılır. Bu metot 4 ana kısım altında değerlendirilir (Rahman, 2015):

- Hazırlık: 1-5 Adımlar,
- Başlama: 6. Adım,
- Uygulama: 7-11 Adımlar,
- Süreklilik: 12. Adım.

Genellikle işletmelerde yapılan işin niteliğine ve işletmenin büyüklüğüne göre değişmekle beraber hazırlık aşamasının tamamlanması için 3 - 6 ay arasında bir zamana ihtiyaç duyulmaktadır. Bunun sonrasında başlama vuruşundan sonra sürekliliğin kazanılmasına kadar geçen sürede ise en az 2.5 - 3 yıl zaman gerekmektedir. Bu 12 adımın detayları Çizelge 3’de gösterilmiştir.

Çizelge 3. Toplam Verimli Bakımın 12 Uygulama Adımı

Aşama	ADIM
HAZIRLIK	1. Üst yönetimin TVB uygulama kararını ilan etmesi ve tanıtması
	2. TVB eğitim ve tanıtım kampanyaları
	3. TVB yürütme organizasyonunun oluşturulması
	4. TVB politika ve hedeflerinin belirlenmesi
	5. TVB master planının hazırlanması
BAŞLAMA	6. Başlama vuruşu
UYGULAMA	7. Üretim verimliliğini arttırmak üzere sistem kurma
	7.1 Odaklanmış iyileştirmeler (Kobetsu Kaizen - Focused Improvement)
	7.2 Otonom Bakım (Jishu Hozen - Autonomous Maintenance)
	7.3 Planlı Bakım (Keikaku Hozen - Planned Maintenance)
	7.4 Eğitim (Training & Education)
	8. Ürün ve ekipman devreye alma süreçlerinin sorunsuzlaştırılması için sistem kurma
	9. Kalite bakım sistemini kurma
	10. Yönetim departmanlarında verimlilik artışı için sistem kurma
	11. İş sağlığı, iş güvenliği ve çevre sisteminin oluşturulması
	Süreklilik

Kaynak: Chan, F. T. S., Lau, H. C. W., Ip, R. W. L., Chan, H. K., and Kong, S. (2005). Implementation of total productive maintenance: A case study. *International Journal of Production Economics*, 95(1), 71-94.

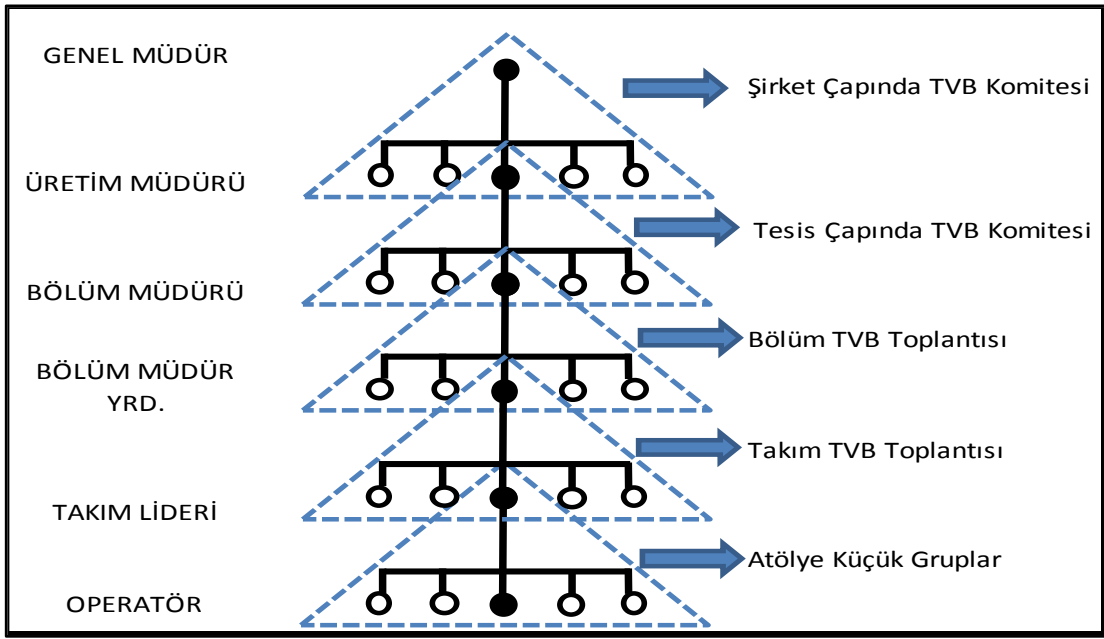
TVB uygulama adımlarından ilki üst yönetimin TVB uygulama kararını ilan etmesi ve tanıtmasıdır. TVB işletmelerin tüm birimlerinde köklü değişimlere neden olduğundan, örgüt hiyerarşisinde en yukarıdan aşağıya doğru uygulanmalıdır. Bu nedenle TVB'nin başarısı büyük ölçüde üst yönetimin azmine bağlıdır. TVB ilanında ideal olan, kuruluş yönetiminin en üst kademesinde bulunan genel müdürün bizzat kişisel deneyimlerini, TVB uygulayan diğer şirketlerin başarılarını ve TVB'nin şirkete olan etkilerini analiz edip bunları kendi çalışanlarına anlatmasıdır.

TVB uygulamaları kuruluşa sermaye gerektirdiği gibi iş gücü kaynağı da gerektirmektedir. Ancak TVB uygulamaları maliyetine oranla üç ile on kata kadar maliyetleri düşürücü etkisi vardır. Bu nedenle sermaye ve iş gücü gereksinimlerinin yanında kuruluş yönetiminin TVB uygulaması konusunda kararlılığını sürdürmeleri yararlarına olacaktır (Shirose, 2002, 22). Üst yönetimin, TVB ilanını çalışanların da katıldığı bir toplantıda yüz yüze bildirmesi çalışanlara imzalanmış bir kağıt göndermekten daha etkilidir. Çünkü bu konudaki asıl amaç çalışanların köklü bir değişikliğe ihtiyaç olduğu konusunda ikna edilmesi ve üst yönetimin de bu konuda kararlı olduğunun gösterilmesidir. Çünkü çalışanlar değişikliğin getirdiği belirsizliğe her zaman mesafeli duracaklardır. Üst yönetimin bu konudaki kararlılığını göstermesi bu olumsuzluğun bertaraf edilmesinde yarar sağlayacaktır (Roberts, 1997, 2).

TVB uygulamasının ikinci adımı çalışanlara verilmesi gereken eğitimlerdir. TVB uygulama kararından sonra TVB'nin kuruluş içindeki faaliyetleri konusunda çalışanların bilgi sahibi olabilmesi için bu eğitimler elzemdir. Tıpkı birinci aşamadaki gibi TVB eğitimleri de hiyerarşide yukarıdan başlayarak aşağıya doğru yürütülür. Ancak şirket yöneticilerinin operatörlerle aynı eğitimi alması beklenmeyeceğinden eğitim programları da farklılık göstermektedir. Shirose'e (2002) göre işletme içerisinde TVB eğitimleri dört ana başlıkta verilir.

- TVB üst kademe yönetici kursları
- TVB yönetim personeli kursları
- TVB eğitmen kursları
- TVB atölye lideri kursları

TVB eğitimleri tamamlandıktan sonra yürütme organizasyonun oluşturulmasına geçilmektedir. TVB’de yürütme organizasyonunun yapısı birbirleriyle örtüşen küçük gruplar (overlapping small groups) şeklindedir. Bu yapıda, her bir grubun lideri bir sonraki grubun da üyesidir. Başka bir ifadeyle bu çalışanlar, değişik seviyedeki gruplar arasında iletişim sağlayıcı görev üstlenmektedirler. Böylece hem yatay hem dikey bilgi akışı sağlanmaktadır (Genç, 2007). Bu yapı Şekil 1’de görüldüğü gibidir.



Şekil 1. TVB Organizasyonunda Birbiriyle Örtüşen Gruplar

Kaynak: Shirose, Kunio. (2002). TPM New Implementation Program in Fabrication and Assembly Industries. Tokyo: JIPM Press, s. 25.

TVB’de öncelikli olarak TVB Yönetim, TVB Komitesi, TVB Ofisi, TVB yapı taşı (Pillar) liderleri ve yapı taşı grupları oluşturulmaktadır. TVB Yönetimi ve TVB Komitesi üst düzey yöneticilerden oluşan personelden seçilmektedir. Bu ekibin TVB hedeflerinin belirlenmesi ve faaliyet planlarına karar verilmesi gibi konularda görev ve sorumlulukları vardır. İkinci aşamada ise TVB ofisi kurulur. TVB ofisinin çalışanları konularında yetkin küçük bir gruptur. Bu grubun asli görevi TVB konusundaki bilginin şirket içindeki yayılımının sağlanması ve yürütülen işlere önderlik etmektir. Son kısımda ise ilgili departmanlar içinden TVB yapı taşlarına

önderlik etmesi için yapı taşı yöneticileri seçilmektedir. Bu yöneticiler kendi çalışmalarını yürütebilmek için kendi yapı taşı gruplarını oluşturmaktadırlar.

TVB uygulamalarında dördüncü adım TVB politika ve hedeflerin belirlenmesidir. TVB uygulamaları en az üç yıllık bir programı gerektirdiğinden uzun vadeli hedeflerin somut bir şekilde belirtilmesi gerekmektedir. TVB'nin genel tanımında olan sıfır kaza, sıfır hata ve sıfır arıza gibi kavramların yanında somut sayısal hedefler koyulması gerekmektedir (ne, ne kadar, ne zaman). Yıllık hedefler TVB projelerinin başarıları ve motivasyonu için gereklidir (Miyake, 1995). Örneğin, ortalama ara ayarlar süresini düşürmek yerine ortalama ara ayar süresini 2016 yılında 47 dakikadan 40 dakikaya düşürmek daha motive edici bir hedefdir. Hedefleri belirleyebilmek için o anda içinde bulunulan durum belirlenmiş olmalıdır. Bunun için kayıpların iç ve dış gereksinimler göz önünde bulundurularak belirlenmesi gerekmektedir (Korkut, 2005). Uzun vadeli genel hedeflerin belirlenmesinden sonra, bunlar alt başlıklara ayrılarak, daha kısa vadeli ve her bir yapı taşı için ayrı hedeflerin oluşturulması gerekmektedir.

Hazırlık aşamasının son kısmı master planın hazırlanmasıdır. Master plan TVB kapsamında atılan her adımı kapsamlı bir şekilde gösteren faaliyetlerin yayılım planıdır. Zaman çizelgesi şeklinde hazırlanan planda, hazırlık aşamasından sürekliliğin sağlanmasına kadar olan tüm süreç gösterilmektedir. Attri, Grover, Dev ve Kumar (2013) TVB'nin gerçek potansiyelinin kavranmanabilmesi ve başarılı bir TVB uygulaması için, TVB, işletmenin stratejik ve iş planlarına tam anlamıyla uyarlanmasının ve takip edilmesinin gerekliliğini göstermişlerdir. Buna ek olarak, master planda TVB aktivitelerinin detayları da belirtilmektedir. Her bir yapı taşının faaliyetlerinin başlangıç ve bitiş zamanları bu planda gösterilir. Ek 1'de odaklanmış iyileştirmeler yapı taşı için oluşturulan master plan örneği gösterilmiştir. Diğer taraftan, çeşitli zaman aralıklarında işletmenin hedeflere ulaşma hızına bağlı olarak master planda güncellemeye gidilebilmektedir.

TVB uygulamasının ilk beş adımı hazırlıklar kısmıdır. Bu adımlar tamamlandıktan sonra TVB başlama vuruşu ile beraber uygulama kısmına geçilir. Hazırlıklar kısmı çoğunlukla üst yönetimin ve orta düzey yöneticilerin hazırlıklarını içermektedir. Bu noktaya kadar operatörler ve diğer çalışanlar sadece TVB giriş

eğitimlerinde bulunmuşlardır. Ancak başlama vuruşundan sonra tüm operatörlerin de aktif katılımı beklenmektedir.

Başlama vuruşu, otonom bakım kapsamında seçilen model makine üzerinde TVB'nin fiziksel başlangıcı ile gerçekleştirilir. İlerleyen aşamalarda diğer makine ve bölümlere yayılım için başlama vuruşları tekrarlanır. Ancak, ilk başlama vuruşuna olabildiğince çok çalışan, tedarikçi ve müşteri davet edilir. (Tiryakioğlu, Utaş ve Savaş, 2011).

TVB uygulama adımlarından yedincisi üretim verimliliğini arttırmak üzere sistem kurmadır. Bu adım GEV'i olabildiğince en yüksek değere çıkarmak için yürütülen aktiviteleri kapsamaktadır. İşletmelerin çoğunda iyileştirme çalışmaları, kayıpların daha kolay fark edilir olmasından dolayı üretim alanında başlatılır. TVB çalışmalarında da ilk olarak bu öngörülen kayıpların hızlı bir şekilde üzerine gidilebilmesi için aşağıdaki sistemlerin kurulup faaliyete geçirilmesi gerekir (Tiryakioğlu ve diğerleri, 2011)

- Odaklanmış İyileştirmeler Programının Geliştirilmesi
- Otonom Bakım Programının Geliştirilmesi
- Planlı Bakım Programının Geliştirilmesi
- Operasyon ve Bakım Beceri Eğitimi

Odaklanmış iyileştirmeler, TVB'nin temellerinden birisi olup işçilik, malzeme ve enerjinin en verimli şekilde kullanılmasını hedefler. Odaklanmış iyileştirmelere her bölümden pilot çalışma alanları seçilerek başlanmaktadır (Al-Hassan, Chan ve Metcalfe, 2000). Verimliliği arttırmak üzere oluşturulan odaklanmış iyileştirmeler faaliyetleri, formel örgüt proje takımlarının aktiviteleri ve atölyelerdeki küçük grupların aktiviteleri olmak üzere ikiye ayrılmaktadır. Formel örgüt proje takımları, seçilen model makineler üzerinde sıfır arıza, sıfır küçük duruş ve sıfır hatayı sağlamaya çalışmaktadırlar. Atölyelerdeki küçük gruplar ise otonom bakım faaliyetleri üzerine odaklanmaktadırlar. Bu faaliyetler vasıtasıyla tespit edilen problemlerden bazıları ise odaklanmış iyileştirme yapılması için altyapı oluşturmaktadır (Shirose, 2002, 32).

Operatörler tarafından yürütülen otonom bakım faaliyetleri TVB'nin diğer bir karakteristik özelliğidir. Ancak operatörlerin “Ben üretirim, sen tamir edersin.” düşüncesi ile tüm zamanlarını üretime ayırmaları, bakım personelinin ise sadece bakım ve tamir gerektiren işler ile uğraşması TVB'de doğru bir yaklaşım olmamaktadır. TVB'nin çalışanlar arasında yaratmaya çalıştığı kültür değişikliği en zorlu işlerden birisidir. Bu nedenle TVB'nin uygulama süreci en az üç yıl sürmektedir (İşşır, 2006). Tezgahlarda çalışan operatörler ile bakım birimi çalışanlarının TVB kapsamında beraber çalışmaları gerekmektedir. Operatörler tarafından yürütülen otonom bakım faaliyetlerinde bakım bölümünün kontrolü, bakım bölümü tarafından yürütülen planlı bakım sisteminin kurulmasında ise operatörlerin desteği gerekmektedir. Bu şekilde üretim ve bakım birimlerinin iş birliği ile TVB çalışmaları başarıya ulaşabilmektedir (Korkut, 2005).

Operatörler üretim alanında otonom bakım faaliyetlerini yürütürken sorumlu oldukları alanların temizlik, düzenleme ve standartlaştırma işleri için “5S” felsefesinden yararlanmaktadırlar (Anderson, Manfredsson ve Lantz, 2015). 5S, iş alanında toparlama faaliyetleri için kullanılan bir Japon metodudur. Buna ek olarak, İş yerinin temizliğini ve düzenini sağlamayı amaç edinen ve bunu bir iş disiplini haline getiren 5S, aşağıdaki bileşenlerden oluşmaktadır (Singh, Gohil, Shah ve Desai, 2013).

- Seiri – Organizasyon,
- Seiton – Düzen,
- Seiso – Temizlik,
- Seiketsu – Standartlaştırma,
- Shitsuke – Disiplin.

JIPM, otonom bakımın uygulanabilmesi için her adımında 5S felsefesine bağlı kalarak otonom bakımda yedi adım yaklaşımını önermektedir. Otonom bakımın yedi adımı ise şunlardır (Jones, 2015):

- Başlangıç temizliği,
- Kirlenme kaynaklarına karşı önlemler,
- Geçici otonom bakım standartlarının hazırlanması,

- Kapsamlı denetim (Genel kontrol),
- Kullanıcı (Otonom) denetim,
- Standartlaştırma,
- Otonom yönetim.

Planlı bakım programının geliştirilmesi aşaması otonom bakım faaliyetleriyle uyumlu bir şekilde yürütülmelidir. Bakım bölümünün ilk sorumluluğu üretim birimlerinden gelen talepleri hızlı ve etkili bir şekilde çözüme ulaştırmaktır. Bakım personelinin bozulmaya neden olan yetersiz yağlama ve temizlik gibi problemlerin giderilmesiyle de başa çıkması gerekmektedir. Daha sonra her arızanın nedenlerini analiz edip bunların sonuçlarına göre ekipmanlar üzerinde çeşitli uyarlamalar ve değişikliklerle ekipmanların kullanılabilir ömürlerini uzatmaya çalışmalıdırlar. Planlı bakım programı altında; bakım maliyetlerindeki düşüşler, denetim faaliyetleri ve ekipmanların standartları ciddi bir şekilde takip edilip kayıt altına alınmalıdır (Nakajima, 1989). Otonom bakım kapsamında, ekipmanların genel kontrollerinin operatörler vasıtasıyla yürütülmesinden sonra, bakım bölümü çalışanlarının iş yüklerinde belirli bir azalma olacaktır. Buna ek olarak, otonom bakım faaliyetleriyle beraber arıza sayılarında da belirli düşüşler yaşanacaktır. Kazanılan bu zamanla beraber bakım departmanının, periyodik bakım çizelgelerinin hazırlanması ve operatörler için genel kontrol prosedürlerini oluşturmaya geçmesi gerekmektedir (İşşır, 2006).

TVB uygulamaları yürüten bir işletme çalışanlarına kendi ekipmanlarını yönetebilecek eğitimleri vermek durumundadır. Verilen eğitimler, operasyon ve bakım teknikleriyle beraber temel teknik bilgileri de içermelidir. Verilen eğitimlerin içeriği, işletmelerin ihtiyaçlarına göre değişiklik göstermektedir (Demiray, 2010). Düzenlenen eğitim faaliyetleri ile hem üretim operatörlerine hem bakım bölümü çalışanlarına yeni bilgi ve yetkinlikler kazandırılmalıdır. Operatörlere, otonom bakım faaliyetlerini yürütebilmesi için eğitimler verilir. Bakım bölümü çalışanlarına ise arıza analizlerini ve iyileştirme çalışmalarını yürütebilmesi için gerekli olan eğitimler verilmektedir (Korkut, 2005).

TVB uygulama adımlarından sekizincisi ürün ve ekipman devreye alma süreçlerinin sorunsuzlaştırılması için sistem kurmadır. Üretim kayıplarının bertaraf edilmesine yönelik sistemlerin kurulması ve üretim kayıplarında iyileştirmelerin başlamasıyla beraber, ürünün müşteriye tesliminden sonra üretimle ilgisi olmayan kayıplar da ortaya çıkmaktadır. Bu kayıplar genellikle parçalar ve ekipmanlar üretime girmeden önce, devreye alma aşamasında gerçekleşen kalite ve zaman kayıplarıdır. TVB yaklaşımı, bununla ilgili olarak devreye alma sürelerini kısaltıp, ürün ve ekipmanların tasarımlarından kaynaklanan kalite problemlerinin erken aşamalarda fark edilebilmesi için iki sistemin daha yönetilmesi gerektiğini vurgulamaktadır. Bu iki sistem erken ekipman yönetimi ve erken ürün yönetimidir (Tiryakioğlu ve diğerleri, 2011). Erken ekipman yönetimi satın alınan veya işletme içerisinde üretilebilen tezgahların ve ekipmanların yönetimidir. Diğer bir taraftan erken ürün yönetimi ise ürünlerin üretim öncesi tasarım aşaması olan araştırma geliştirme veya ürün tasarım faaliyetlerinin yönetilmesidir.

Tasarıma yönelik problemlerde olduğu gibi, kaliteyle ilgili kronik sorunların çözümüne yönelik olarak da TVB uygulamalarında önerilen sistem kalite bakım sistemidir. Kalite bakım, ekipmanın kusursuz olduğu koşulların yaratılmasını, korunmasını ve kontrol edilmesini sağlamaktadır. Böylece kaliteyle ilgili kusurlar sifıra indirilmeye çalışılmaktadır. Kalite güvence yönteminin ana fikri, işlenen parçaların kalite özelliklerinin ölçülmesi ve kontrol edilmesinden ziyade, ekipman için uygun koşulların sağlanmasının daha önemli olmasıdır. Bu yaklaşımda odaklanılan, kalite özelliklerini sağlayan nedenlerdir. İşte bu kalite bakımın kendisidir (Shirose, 2002).

Onuncu adım yönetim departmanlarında verimlilik artışı için sistem kurmadır. Satış, yönetim ve geliştirme departmanları kayıpların kolayca fark edilemediği birimlerdir. TVB faaliyetleri üretime direkt destek olan departmanlardan başlayarak her departmandaki süreç akışlarının incelenmesi ve kayıpların ortaya çıkarılması ve yok edilmesi için Ofis TVB sisteminin kurulmasını öngörmektedir (Tiryakioğlu ve diğerleri, 2011). Diğer yandan malzeme siparişi alma veya sipariş verme yöntemleri ise üretimin verimliliğini ciddi şekilde etkilemektedir. İlgili birimlerdeki verimlilik artışlarına katkı sağlamak için dökümanların organize edilmesi, çalışma alanının düzenlenmesi ve ofis otomasyonunun sağlanarak, iş

gücünden tasarruf edilmesi gibi faaliyetler üretim birimleriyle işbirliği yapılarak otonom bakımdaki adımlarda olduğu gibi yürütülmektedir (Shirose, 2002).

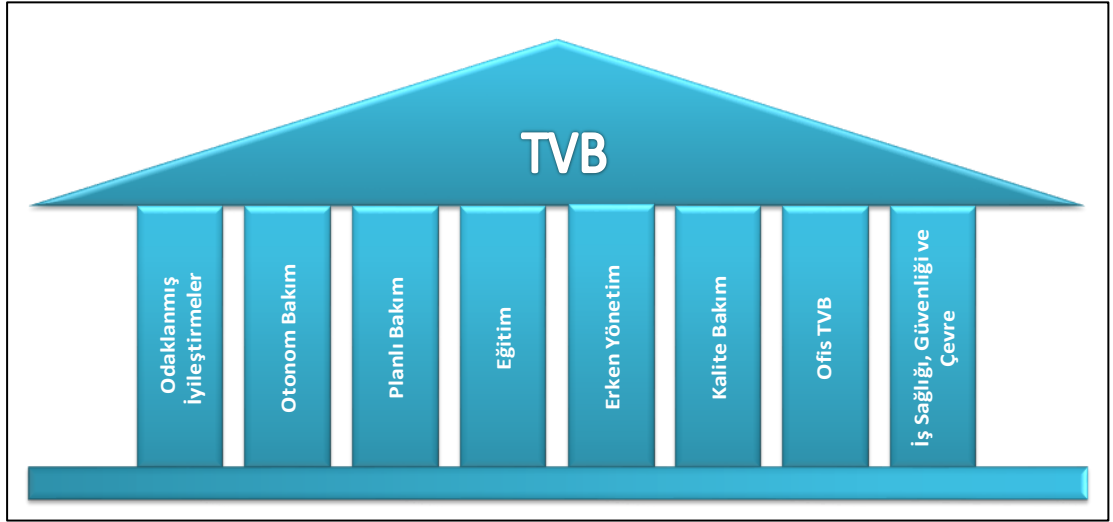
TVB’de önem verilen diğer bir konu da iş sağlığı, güvenlik ve çevredir. TVB uygulamalarında 3D olarak adlandırılan kirli, zor ve tehlikeli (Dirty, Difficult, Dangerous) olan görevlerin yok edilmesi, böylece temiz ve güvenli çalışma ortamlarının sağlanması amaçlanmaktadır (Chan ve diğerleri, 2005). Diğer bir taraftan sıfır kaza ve sıfır kirlilik konuları, verimli bakım ödüllерinin verilmesinde çok dikkat edilen konulardandır. Bakımın güvenliği ciddi şekilde izlenmelidir. Otonom bakım faaliyetinde bulunan operatörlerden ise bu konuya önem vermeleri beklenmektedir. Bu yüzden operasyon ve bakım becerisi geliştirme eğitimlerinde sıfır kaza konusu takip edilmektedir (Shirose, 2002). Buna ek olarak TVB yaklaşımı iş güvenliği ve çevre gibi konuların sadece belirli bölümler içerisinde sınırlı kalmayıp işletmenin tüm operasyonlarında dikkat edilmesi gereken bir konu olduğunu ortaya koymaktadır (Tiryakioğlu ve diğerleri, 2011).

TVB’nin uygulanmasının son adımı, TVB’nin kusursuzlaştırılmaya çalışılması ve bunun standart haline getirilmesidir. Başka bir ifadeyle, ilerleyen süreçlerde daha yüksek hedeflerin koyulması bu hedeflere ulaşmak için çalışmaların başlatılması TVB’nin son aşamasıdır. TVB’de bu uygulama adımlarıyla beraber insan ve ekipman faktörlerinde yapısal gelişim sağlanmaktadır. Ancak bu durum, üretim sisteminde verimlilik artışının sonu olmamaktadır (Shirose, 2002).

TVB uygulamalarının uzun soluklu bir program olması, bununla birlikte işletme kültüründe değişikliğe neden olması ve çalışanlara fazladan iş yükü getirmesi gibi nedenlerden dolayı zaman içerisinde çalışanlar arasında motivasyon düşüklükleri gözlemlenebilmektedir. Bu gibi durumların önüne geçebilmek için gerekli motivasyon çalışmalarının ve ödül programlarının uygulanmasında fayda bulunmaktadır (Tiryakioğlu ve diğerleri, 2011).

2.5. TOPLAM VERİMLİ BAKIMIN YAPI TAŞLARI

TVB faaliyetlerinin işletme içerisindeki yönetimi ve kontrolü yapı taşları vasıtasıyla sağlanmaktadır. Farklı birimlerden seçilen yapı taşı yöneticileri kendi ekiplerini kurup, işletme içerisindeki TVB faaliyetlerini bu ekiplerle yürütmektedirler. Sekiz farklı bölüme ayrılan bu yapı taşlarının farklı görev ve sorumlulukları olmasına rağmen birbirleriyle örtüştüğü konular da bulunmaktadır (Borris, 2006, 7). TVB'ye üstün planlama ve organize etme zeminini hazırlayan sekiz yapı taşı metodolojisinin içerisinde; odaklanmış iyileştirmeler, otonom bakım, planlı bakım, eğitim, erken yönetim, kalite bakım, ofis TVB, iş sağlığı, iş güvenliği ve çevre bulunmaktadır.



Şekil 2. TVB Yapı Taşları

Kaynak: JIPM Solutions. (2006). TPM Manual. Tokyo, JIPM, s:1-13

TVB'nin yapısı bir evin yapısına benzemektedir. Yapı taşları üstlerine düşen sorumlulukları yerine getirdiklerinde tüm yapı olan TVB de başarılı olmaktadır. Bu yapı Şekil 2'de gösterilmektedir.

2.5.1 Odaklanmış İyileştirmeler (Kobetsu Kaizen)

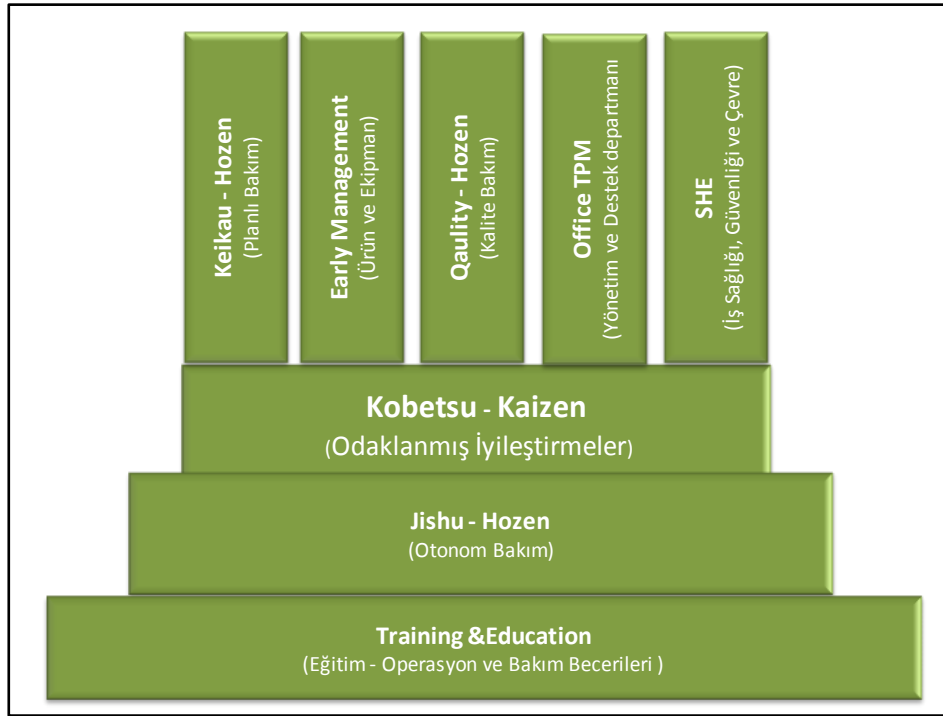
Odaklanmış iyileştirmeler, kronik kayıpların ortadan kaldırılması için istatistik kullanan, ölçümler yapan ve problemleri analiz ederek çözümler bulmaya çalışan metodolojik iyileştirmelerdir. Odaklanmış iyileştirme yapma adımları aşağıdaki gibi sıralanabilir (Tazegün, 2009):

1. Model çalışma şekli belirlenir, formlar hazırlanır.
2. Problemler alanlar seçilir.
3. Proje ekibi kurulur.
4. Kayıplar belirlenir.
5. Kaizen teması kurulur.
6. Plan hazırlanır.
7. Veriler toplanır ve izlenir.
8. Kaizenler uygulanır.
9. Etkinlik ölçülür, kontrol edilir.
10. Önerilenler tekrarlanır, yaygınlaştırılır.

Kaizen kelimesi Japonca bir kelime olup daha iyi için değişim anlamına gelmektedir. Kaizen felsefesi üretim süreçlerinde sürekli iyileştirmelere odaklanmaktadır. Bu nedenle sıfır kayba odaklanıp, gereksiz kaynak kullanımının azaltılması ve GEV değerinin yükseltilmesini amaçlamaktadır (Attri, Grover, Dev ve Kumar, 2013).

İşletmelerde özerk bir birim olan TVB bürosundan yürütülen odaklanmış iyileştirmeler yapı taşına, üretim müdürü veya fabrika müdürü önderlik etmektedir.

Odaklanmış iyileştirmeler yapı taşı, GEV hesaplaması, ürün başına gereken enerji ve malzeme ihtiyacının hesaplanması ve bunun gibi verilerin diğer birimlere dağıtımından da sorumlu bulunmaktadır. Diğer çalışanların da katıldığı iyileştirme çalışmalarının yapılması ve iyileştirme yapılmasının teşviki gibi konularda da sorumluluğunun olmasından dolayı çoğu yapı taşına kıyasla daha geniş bir alanda çalışma yapmaktadır. Odaklanmış iyileştirmelerin diğer yapı taşlarıyla ilişkisi Şekil 3’de gösterilmiştir.



Şekil 3. Odaklanmış İyileştirmeler ve Diğer Yapı Taşları

Kaynak: JIPM Solutions. (2006). TPM Manual. Tokyo, JIPM, s:3-3.

Buna ek olarak işletmede oluşan kayıpların kayıtlarının tutulması, kategorize edilmesi ve analiz edilmesi yine odaklanmış iyileştirmelerin sorumluluğu altındadır. Bu yapı taşı altında GEV verileri, fabrika çevrim maliyetleri, bitmiş ürün maliyetleri, kişi başı üretim adedi, ortalama ilk ayar zamanları, TVB projesinin fabrikaya net parasal katkısı, yapılan iyileştirme sayıları ve çalışanlar tarafından verilen öneri adetleri için sayısal hedefler belirlenip, sonuçları izlenmelidir (Pehlevan, 2013).

2.5.2 Otonom Bakım (Jishu Hozen)

Otonom bakım, üretimde çalışan operatörlere çalışmakta oldukları tezgah ve ekipmanların temizlik ve bakım gibi faaliyetlerinde sorumluluklar yüklemek işidir. Kalifiye tekniker ve mühendisler ile basit bakım konularını yürütmek maliyet etkinliği olan bir yöntem olmamaktadır. Operatörlerin eğitilerek bu basit bakım faaliyetlerini yürütmesi sağlanmalı ve bu sayede kendilerini geliştirmelerine imkan verilmelidir. Buna ek olarak, kalifiye tekniker ve mühendisler ek zaman yaratılmasıyla bu grubun daha karmaşık TVB projelerine daha fazla zaman ayırmalarına olanak sağlanmaktadır (Borris, 2006, 9). Nakajima (1988) yaptığı çalışmada otonom bakımın uygulanabilmesi için yedi adımdan oluşan bir süreç önermiştir. Bu süreç:

Başlangıç Temizliği:

Bu aşamada öncelikli olarak ekipmanın üzerindeki tozun ve kirin yok edilmesi beklenmektedir. Ek olarak, yağlama ve civata sıkışması gibi problemlerin keşfedilmesi, yapılabiliriyorsa çözüme kavuşturulması amaçlanır. TVB yaklaşımı altında problemleri kısımların tespiti, kayıt altına alınması ve sonrasında aynı bölgede yaşanabilecek olası problemlere dikkat çekilebilmesi için ilgili ekipman parçasına hata kartı (F-tag) asılmaktadır. Ek 2’de hata kartı örneği gösterilmiştir.

Kirlenme Kaynaklarına Karşı Önlemler:

İkinci adım; tozun, kirin ve dağılma problemlerinin nedenlerine karşı önlem almayı içerir. Yine temizlik ve yağlama kolaylaştırıcı metotların bulunması ve temizlik için harcanan sürenin düşürülmesi amaçlanmaktadır.

Geçici Otonom Bakım Standartlarının Hazırlanması:

Üçüncü adım; temizlik, yağlama ve sıkıştırma faaliyetleri için süre azaltan standartların koyulmasıyla ilgilidir. Bu standartlar, günlük ve periyodik işlemler için detaylı bir çalışmayı gerektirmektedir.

Kapsamlı Denetim (Genel Kontrol):

Dördüncü adım, işin kategorilere ayrılmış faaliyetlerinin, her kategoride ayrı yürütülmek üzere denetlenmesi işidir. Bu denetleme, daha önceden hazırlanmış kontrol dokümanlarına uygun şekilde yapılmaktadır. Kurulan kontrol ekipleri vasıtasıyla küçük hatalarını bulunup giderilmesi amaçlanmaktadır.

Otonom Kontrol:

Birinci adımdan dördüncü adıma kadar olan faaliyetlerin geliştirilmesi gerekmektedir. Bu kapsamda, yapılan hatalar giderilerek otonom bakım standartları oluşturulmaktadır. Kontrol etkinliğini arttırmak, kontrol – işgücü dengesinin kurulması ve görsel kontrolleri içeren otonom bakım katalogları geliştirilip, kullanıma alınmaktadır.

Standartlaştırma:

Altıncı adım iş ortamında tüm operatörlerin görevlerinin açıklığa kavuşturulmasını ve her görev için standartların belirlenmesini içermektedir. Bu kapsamda; temizlik ve yağlama için kontrol standartlarının, elde edilen verilerin kayıt altına alma standartlarının ve aparat-takımlar için koruma standartlarının belirlenmesini içermektedir.

Otonom Yönetim:

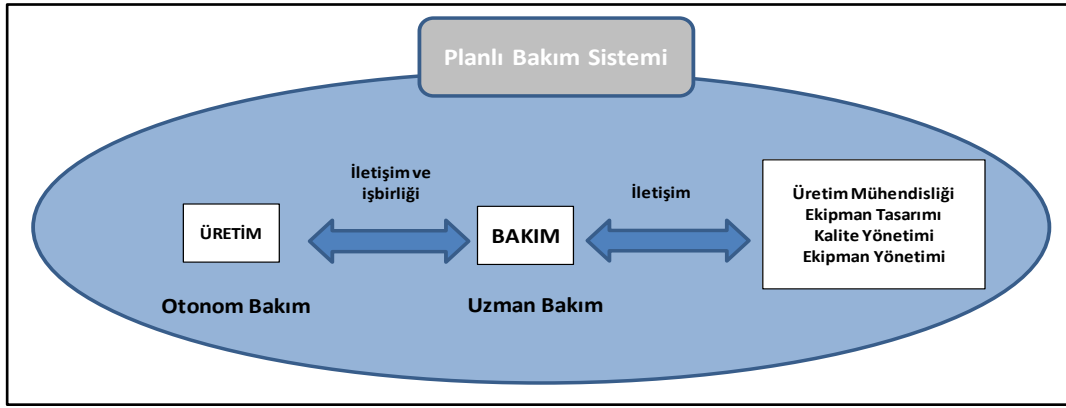
Grup çalışmaları vasıtasıyla tamamlanan ilk altı adımın sonunda çalışanların kendi işlerini kendileri yapabilecek düzeye erişmeleri beklenmektedir. Faaliyetlerin denetlenmesi için ise otonom bakım denetleme grubu oluşturulur. Bu grup, hedeflere ulaşıp ulaşılmadığını kontrol etmeli ve problemlerin çözümünde yol gösterici olmalıdır.

TVB yönetiminde otonom bakım yapı taşının genel başarısını ölçmek için sayısal hedefler verilir, sonuçlar takip edilmelidir. Başlıca otonom bakım hedefleri: yaşanan küçük duruş sayılarını düşürmek, kirlilik kaynaklarının giderilmesi, ilk etapta asılan hata kartı sayısını arttırmak ve sonrasında çözülen hata kartı sayısını arttırmak ve otonom bakımı uygulayan model tezgahlarının işletme geneline yayılmasıdır (Pehlevan, 2013).

2.5.3 Planlı Bakım (Keikaku Hozen)

Planlı bakım faaliyetleriyle birlikte arıza ve istenmeyen duruşların olmadığı bir çalışma ortamı yaratılması amaçlanır. Buna ek olarak, planlı bakım, ekipman problemlerinin nedenlerine odaklanıp kök-neden analizleriyle çözümler bulmaya çalışmaktadır (Borris, 2006, 9). Daha önceden de belirtildiği gibi bakım birimi, üretim birimleriyle koordinasyon içinde olmalıdır. Bu koordinasyon, otonom bakım faaliyetinde bulunan operatörlere uzman bakım eğitimlerinin verilmesi ve operatörler tarafından çözülemeyen sorunlara müdahale edilebilmesi açısından önemlidir.

Planlı bakım sistemi altında, bakım bölümü; üretim mühendisliği, ekipman tasarımı, kalite yönetimi ve ekipman yönetimi birimleriyle iletişim halinde olması gerekmektedir. Bakım biriminin ilgili birimlerle ilişkisi Şekil 4’de görüldüğü gibidir.



Şekil 4. Planlı Bakımın Diğer Birimlerle İlişkisi

Kaynak: Shirose, Kunio. (2002). TPM New Implementation Program in Fabrication and Assembly Industries. Tokyo: JIPM Press.

Planlı bakım yapı taşının başarısını ölçmek ve takip etmek için de çeşitli hedef parametreler kullanılmaktadır. Bunlar, aylık arıza adetlerini düşürmek, arızadan dolayı oluşan kayıp zamanları azaltmak, iki arıza arası geçen ortalama süreyi (Mean Time Between Failure – MTBF) uzatmak, arızada geçen ortalama

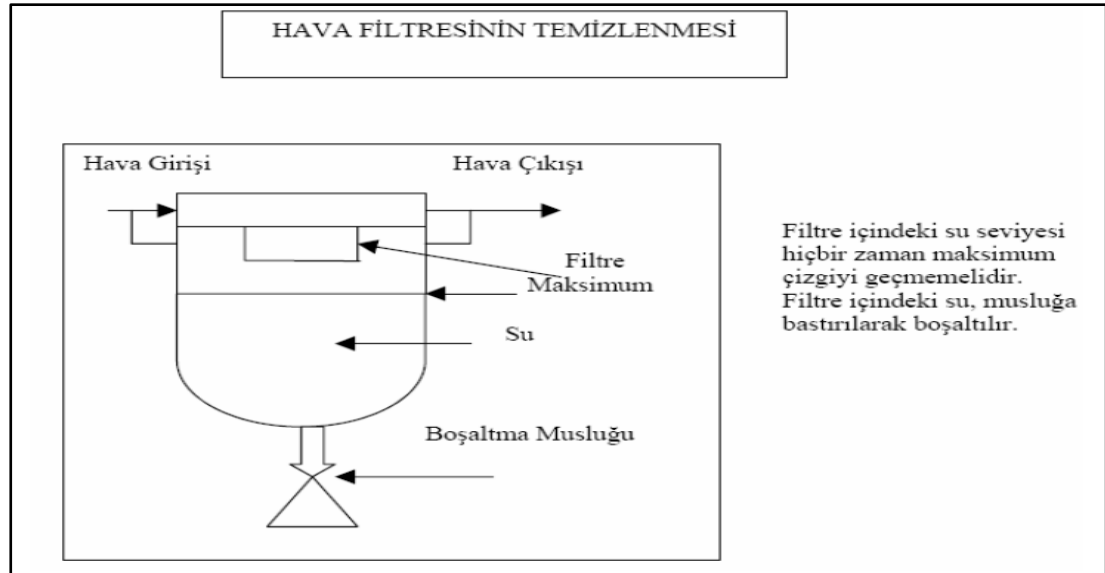
süreyi (Mean Time To Repair - MTTR) kısaltmak, enerji giderlerini düşürmek ve ortalama bakım giderlerini düşürmektir (Pehlevan, 2013).

2.5.4 Eğitim

Çalışanların iş yapma becerilerini geliştirmek TVB'nin temel amaçlarından bir tanesidir. Çalışanların konularında daha yetkin olmaları, iş ortamının da doğru orantılı olarak gelişmesini sağlamaktadır. Ancak bu eğitimler verilirken çalışanların seviyeleri gözeticilerle farklı eğitimler verilmelidir. Nakajima (1988) bu eğitimleri:

- Yeni operatörler için temel eğitim
- Üst ve orta seviyeli operatörler için ustalık yetenekleri eğitimi
- Tecrübeli operatörler için test etme yetenekleri eğitimi
- Yöneticiler için ileri yönetim eğitimi

olarak gruplara ayırmıştır.



Şekil 5. Tek Nokta Dersi Örneği

Bakım bölümü çalışanları otonom bakım kapsamında operatörlere tek nokta dersi eğitimleri vermektedirler. Görsel olarak hazırlanan bu derslerin daha kolay

anlaşılabilmesi için kısa süreli notlar halinde hazırlanmaları gerekmektedir. Tek nokta derslerini bakım bölümü ustaları ve mühendisleri hazırlayıp sunmaktadır (Elvan, 2012). Bu kapsamda hazırlanmış tek nokta dersi örneği Şekil 5’de gösterilmiştir.

Diğer bir taraftan, eğitim yapı taşı altında operatörlerin birden fazla konuda uzmanlaşmaları beklenmektedir. Çok yönlü (Multi-skill) olarak adlandırılan bu operatörler üretim birimleri arasında iş yükünün düzensiz dağıldığı durumlarda ihtiyacı olan birimlere kaydırılarak, işlerin sorunsuz bir şekilde yürütmesine yardımcı olmaktadır. Multi-skill operatörlerin iş yapma becerileri yöneticileri tarafından değerlendirilmektedir. Bu değerlendirme sonucunda öğreniyor, nezaretle yapabilir, kendi başına yapabilir ve uzman-eğitim verebilir şeklinde skorlandırılarak beceri matrisinde verileri tutulur (Pehlevan, 2013). Beceri matrisi örneği Çizelge 4’de gösterilmiştir.

Çizelge 4. Beceri Matrisi Örneği

Zımpara Polisaj Operasyonel Beceriler Matrisi - 2013														
Mevcut durum		Yıl sonu hedefi		Öğreniyor		Nezaretle yapabilir		Kendi başına yapabilir		Uzman eğitim verebilir		MD		Yıl Sonu
Sıra	SİCİL NO	PERSONEL	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	Mevcut Durum	2013 Hedef
			Zımpara işlemi	Polisaj işlemi	CNC ayar-BULA-MAPOS	CNC ayar-STHAL	Lehim işlemi	T4 hattı işlemi	Yüey kontrolü					
1														
2														

TVB eğitim yapı taşının başarısının ölçülmesinde diğer yapı taşlarında olduğu gibi çeşitli parametreler kullanılmaktadır. Ortalama bir çalışana verilen yıllık eğitimin artırılması, eğitim verilebilen konu sayısının çeşitlendirilmesi, toplam eğitmen sayısının artırılması ve hazırlanan tek nokta dersinin sayısının artırılması bu kapsamda oluşturulan hedeflerdir (Pehlevan, 2013).

2.5.5 Erken Yönetim (Ürün ve Ekipman)

TVB kapsamında yeni ürün ve ekipmanların devreye alınması faaliyetleri, kayıpların ortadan kaldırılmasına ve ömür boyu maliyet analizleri ile maliyetleri düşürmeye dayanmaktadır (Shirose, 2002, 353). Çoğu işletmenin ürün ve ekipmanları ilk devreye alma aşaması oldukça zorlu geçmektedir. Devreye alma aşamasında karşılaşılan problemlerin deneme yanılma yöntemiyle çözülmeye çalışılması ise doğru bir yaklaşım olmamaktadır.

Erken ekipman yönetiminde amaçlanan kurulum işlemlerini olabilecek en kısa sürede tamamlamak ve kurulum maliyetlerini de asgari miktarda tutmaktır. Ayrıca, ekipmanların yaşam boyu maliyetleri ve bakım ihtiyaçları yine en düşük seviyede tutulmaya çalışılmaktadır. Erken ekipman yönetiminde dikkat edilmesi gereken konular ise şunlardır (Tiryakioğlu ve diğerleri, 2011):

- Ekipmanların satın alımı veya üretimi esnasında fonksiyon, maliyet ve ihtiyaç analizini yapmak
- Ekipman seçiminde ilgili diğer birimlerin görüşlerini almak
- Ekipmanların kullanım ömürleri boyunca oluşabilecek tüm maliyetleri dikkate almak
- Ekipmanların üretimi veya satın alımı sırasında bakım önleme kavramını dikkate almak
- Üretim veya satın alma durumunda olası hataları sonradan bulmaya çalışmak yerine önceden tespit etmeye çalışmak

Erken ekipman yönetiminin başarısını ölçmek ve takip etmek için de çeşitli hedef parametreler kullanılmaktadır. Bunlar, satın alınan ve üretilen ekipmanların maliyetinde tasarruf edilen miktarı yükseltmeye çalışmak, üretilen takım ve kalıpların maliyetlerini düşürmeye çalışmak ve proje sürelerini kısaltmaya çalışmaktır (Pehlevan, 2013).

Erken ürün yönetimi de erken ekipman yönetimine benzer amaçlarla çalışan bir yapı içerisindedir. Farklılık, yeni ürünlerin devreye alınma sürelerinin ve

müşteriye ulaşma sürelerinin kısaltılmaya çalışılmasıdır. Erken ürün yönetiminde dikkat edilmesi gereken konular ise şunlardır (Tiryakioğlu ve diğerleri, 2011):

- Tasarıma, pazarın beklentilerinin iyi analiz edilerek başlanması
- Ürünün tasarım aşamasından başlayarak seri üretim aşamasına gelinceye kadar ilgili tüm birimlerin görüşlerinin alınması
- Ürünlerin nihai fiyatlarının tasarım aşamasında belirlenerek bu fiyatlar için gereken maliyetlere ulaşılmaya çalışılması
- Sürekli iyileştirme kapsamında geçmiş tasarımlardan elde edilen deneyimlerin tasarım sürecinin bir parçası haline getirilmesine gayret edilmesi
- Ürünlerin pazara sunulma sürelerinin değişmez bir hedef olarak belirlenmesi
- Ürün tasarımında üretilebilirlik ve malzeme çeşitliliğinin göz önünde bulundurulması

Erken ürün yönetiminin genel başarısını ölçmek için sayısal hedefler verilip, sonuçları takip edilmelidir. Başlıca erken ürün yönetimi hedefleri: alınan patent sayılarını arttırmak; ıskarta ve tashih oranlarını, ürünlerin pazara ulaşma sürelerini ve ürünlerin maliyetlerini düşürmeye çalışmaktır (Pehlevan, 2013).

2.5.6 Kalite Bakım (Quality Hozen)

Kalite bakım, sıfır hatayı sağlayan koşulları oluşturmayı hedefler. Bu durum bir birleriyle etkileşim halinde bulunan iş gücünün, malzemenin, tezgahların ve kullanılan metotların kontrol altında tutulmasıyla mümkün olabilmektedir. Kalite bakımda temel yaklaşım, hatalı ürünler üretildikten sonra bunları saptamak için sıkı denetim sistemleri kurmak yerine hatalar oluşmadan önce önüne geçmektir. Bu nedenle kalite kontrolden çok, kalite güvencenin sağlanması gerekmektedir (Venkatesh, 2007).

Kalite bakım iki aşamada uygulanmaktadır. Birinci aşama, hataların analiz edilip kalite problemlerinin yok edilmesidir. Böylece hataların oluşmaması için en uygun koşullar tanımlanabilir. Sonrasında mevcut durumun araştırılıp iyileştirme

çalışmaları yapılabilir. İkinci aşama ise kaliteyi sürdürülebilir kılmaktır. Bunun için parametreler ve metotlar standart hale getirilip, sıfır hata sistemine ulaşılmaktadır (Singh, Gohil, Shah ve Desai, 2013).

Tazegün (2009) kalite bakımı uygulayabilmek için beş temel faaliyetin kullanılmasından bahsetmiştir. Bu faaliyetler;

1.Tespit Et: Hata üretmeyen süreçler için sıfır hatanın koşulları tespit edilmelidir.

2.Kontrol Et: Bu koşullar planlı bir şekilde ölçülmeli ve kontrol edilmelidir.

3.Kalite İçin Önleyici Bakım Uygula: Ölçülen değerler standartlar içinde kalmalıdır.

4.Eğilimleri Gözlemle: Ölçüm sonuçlarındaki eğilimler izlenerek hata oluşmadan önce tespit edilmeye çalışılmalıdır.

5.Önleyici Faaliyetleri Gerçekleştir: Hata oluşmadan önce gerekli önlemler alınmalıdır.

Kalite bakım yapı taşının başarısını ölçmek ve takip etmek için de çeşitli hedef parametreler kullanılmaktadır. Bunlar ıskarta, tashih ve montaj sonrası ret oranları ve müşteri şikayet adetlerini düşürmeye çalışmaktır (Pehlevan, 2013).

2.5.7 Ofislerde Toplam Verimli Bakım

TVB faaliyetleri tüm birimlerin aktif katılımını gerektirmektedir. Bunun için faaliyetlerini üretim alanı dışındaki ofislerde yürüten yönetim, pazarlama, finans - muhasebe, insan kaynakları, planlama, satın alma, depolama ve sevkiyat birimlerinde de kayıpların azaltılıp verimlilik artırıcı çalışmaların yapılması gerekmektedir (Dönmez, 2004). Venkatesh (2007) ofis TVB altında gerçekleşen 12 büyük kaybı:

1. Süreç Kayıpları,
2. Yüksek envanter gerektiren birimlerde olan maliyet kayıpları,
3. İletişim kayıpları,
4. Boşta çalışma kayıpları,
5. Hazırlık kayıpları,

6. Ayarlama kayıpları,
7. Ofis ekipman bozulmaları,
8. İletişim kanalı bozulmaları,
9. Bilgi çekme için harcanan süre,
10. Stok durumunun doğru olmaması,
11. Lojistikten kaynaklanan müşteri şikayetleri,
12. Acil ihtiyaç satın almaları

olarak sıralamıştır.

2.5.8 İş Sağlığı, İş Güvenliği ve Çevre

TVB'nin son yapı taşı olan iş sağlığı, iş güvenliği ve çevre; güvenilir ve çevresel yönetim konularına duyarlı bir sistem kurarak, sıfır kaza ve sıfır kirlilik hedeflemektedir. Sharma ve Shudhanshu (2012) güvenliği, bakımın iç huzur bulmuş hali olarak tasvir etmişlerdir. Küresel üretim çağı olan yalın ve yeşil üretimde güvenlik ve çevresel faktörler çok önemlidir. Aynı şekilde TVB altında da bu konulara gereken önem gösterilmiştir. Suzuki (1994) TVB'nin iş sağlığı, iş güvenliği ve çevresel konuları şu şekilde geliştirdiğini ifade etmiştir:

- Arızalı ve güvenilirmez ekipmanlar, operatörler ve çevre için hayati derecede tehlikelidir. TVB'nin amacı olan sıfır arıza ve sıfır hata direkt olarak sıfır kazayı da desteklemektedir.
- Otonom bakım çalışmaları, tezgahlarda çalışan operatörlere ekipmanlarını düzgün bir şekilde kullanma imkanı sunmasının yanında iş alanlarını temiz ve organize tutmalarını ve olası iş kazalarını engelleme fırsatını da sunmaktadır.
- TVB eğitimleri, operatörlerin kullandığı ekipmanları ve süreçleri tam anlamıyla kavramalarını sağlamakta ve güvensiz koşulların yarattığı anormallikleri hızlı bir şekilde saptayıp çözme becerisini sunmaktadır.

- Operatörler, kendi sağlıkları da işin içinde olduğundan, çalışma alanlarında güvenlik ve çevresel konular için yükümlülüklerini daha kolay kabul etmektedirler.

Tıpkı diğer yapı taşlarında olduğu gibi iş sağlığı, iş güvenliği ve çevre yapı taşının başarısını ölçmek ve takip etmek için de çeşitli hedef parametreler kullanılmaktadır. Bunlar, büyük ve küçük iş kazası olarak ayrılan her kaza türünü sıfır noktasında tutmak, meslek hastalığının oluşmasını engellemek, sera gazı salınımını azaltmak, atık su değerlerini azaltmak, iş sağlığı ve güvenliği kapsamında verilen eğitim sayılarını arttırmaktan oluşmaktadır (Pehlevan, 2013).

3. GENEL EKİPMAN VERİMLİLİĞİ VE GENEL EKİPMAN VERİMLİLİĞİ İÇİN TOPLAM EFEKTİF EKİPMAN PERFORMANSI YAKLAŞIMI

TVB uygulamalarının işletmelere kuşkusuz birçok katkısı bulunmaktadır. Bu uygulamaların temelinde her türlü kaybın ve hatanın engellenmesiyle verimliliğin en üst seviyeye çıkarılması amaçlanmaktadır. Oluşan bu kayıpların ise tanımlanması, analiz edilmesi ve yönetilmesi gerekmektedir. Böylece TVB kapsamında yapılan iyileştirme çalışmalarının işletmelere olan katkısı izlenebilmektedir. TVB uygulamalarında kayıpların yönetilmesi ve verimliliklerin ölçülebilmesi için Genel Ekipman Verimliliği (GEV) olarak bilinen bir metot kullanılmaktadır.

GEV, ekipman performansının ölçülmesi için kullanılan bir ölçü birimi hiyerarşisidir. Bunun yanında GEV, farklı endüstrilerde üretim birimlerinin karşılaştırılmasıyla beraber sistemdeki aksaklıkların teşhisi için de kullanılan çok güçlü bir araçtır (Iannone ve Nenni, 2013). Choy (2003) ise çalışmasında yapılan her geliştirme faaliyetinde yapılan işleri tanımlamak ve ölçmek için bir yola ihtiyacımız olduğunu göstermiştir. Bu nedenle TVB faaliyetleri için GEV kritik öneme sahiptir. Huang ve diğerlerine (2003) göre GEV basit ve belirgin bir genel ölçüm metodudur. Bu nedenle yöneticilerin, bir araya getirilmiş bu metodu detaylı ve karmaşık ölçüm metotları yerine kullanmayı tercih ettiklerini ileri sürmüşlerdir.

Ancak yapılan diğer çalışmalarda GEV'in kapasite kullanımını düşüren tüm faktörleri göz önünde bulundurmadığı ileri sürülmüştür (Ljunberg, 1998). Bu nedenle GEV farklı endüstri kollarında çeşitli yönlerden farklı uyarlamalara ihtiyaç duymaktadır. Bu yapılan uyarlamalardan biri de Toplam Efektif Ekipman Performansı (Total Effective Equipmant Performance - TEEP) metodudur. Bu

metodun, GEV hesaplama yönteminden temel farklılığı planlı duruş olarak adlandırılan duruşların da hesaplama dahil edilmesidir.

3.1 TANIM

Costa ve Lima (2002) TVB'nin birbiriyle ilişkili üç temel kavramı olduğunu göstermiştir:

- Ekipman verimliliğini en yüksek dereceye çıkarmak
- Operatörler tarafından yürütülen otonom bakım faaliyetleri
- Küçük grup aktiviteleri

Bu kapsamda GEV; üretim ekipmanlarını ve kaynakları; üretim, bakım ve yönetim için bir araya getiren bir kavram olarak düşünülebilir (Dal, Tugwell ve Greatbanks, 1999). Ericsson (1997) hatasız ekipman performans verisinin, TVB faaliyetlerinin uzun dönem başarısı için temel gereklilik olduğunu savunmuştur. Ekipman hatalarının kapsamı ve üretim kayıplarının nedenleri tam olarak anlaşılmadığı durumlarda, TVB faaliyetleri büyük problemleri çözememektedir ve kötüye giden performansı teşhis edememektedir. Üretim kayıpları ise, diğer indirekt ve gizli maliyetlerle birlikte toplam üretim maliyetinin çoğunluğunu oluşturmaktadır. Bu nedenle Nakajima (1988) GEV'i "Gizli maliyetleri ortaya çıkaran bir ölçümdür" şeklinde tanımlamıştır.

Özetle GEV tanımı aşağıdaki ifadeleri kapsamaktadır. (Stamatis, 2010):

- Ekipman potansiyelini tanımlayan bir ölçümdür.
- Kayıpları tanımlar ve izler.
- Fırsatları tanımlar.

3.2 GENEL EKİPMAN VERİMLİLİĞİNİN FAYDALARI

Performans, geniş anlamda bir işletme veya sürecin hedeflerini karşılaması olarak tanımlanabilir. Bir sürecin performans ölçümü, sürecin mevcut durumu hakkında bilgi vermekte ve performansın geliştirilmesi için gerekli eylemler için karar verme olanağı sağlamaktadır (De Ron ve Rooda, 2006).

Kaydos (1999) çalışmasında işletmelerin performans ölçümü yapması için beş ana neden olduğundan bahsetmiştir:

- Geri bildirim tüm sistemler için önemlidir (Gelişmiş kontrol).
- Doğru performans ölçümleri problemler için sorumlulukları belirtmektedir (Belli sorumluluklar ve hedefler).
- Performans ölçümleri organizasyon içerisinde şirket stratejisinin iletildiğinin iyi bir kanıtıdır (Hedeflerin stratejik dizilimi).
- Verilerin ölçülmesi, üretim süreçlerinin anlaşılmasını gerektirmektedir (İş süreçlerinin anlaşılması).
- Sürecin anlaşılması, kapasitesinin de bilinmesi anlamını taşımaktadır (Sürecin kabiliyetinin belirlenmesi).

Bir performans ölçüm metodu olan GEV, işletmelerin yeni yatırımlar yapmak yerine, sahip oldukları ekipmanların performanslarını arttırmaya odaklanmalarını sağlamaktadır. Bu nedenle GEV, mevcut ekipmanların mümkün olan en büyük yatırım getirisine ulaşılmalarına imkan sağlamaktadır. İşletmelerde GEV'in takip edilmesinin faydaları şu şekilde sıralanabilir (Çayır ve Yanmaz, 2005):

- Tesisin, hatların ve ekipmanların verimliliğinin ölçülmesi sağlanır
- Darboğaz oluşturan bölümler saptanır
- Duruşların nedenleri belirlenir
- Kayıpların nedenleri belirlenir
- Hangi performansta ve kalitede üretim yapıldığı izlenir
- Yeni yatırım gerektiren noktalar belirlenir
- Benzer işletmeler ile verimlilik kıyaslanmasını sağlar
- GEV'i yükseltecek çalışmalarda öncelik sırası tespit edilir

- İyileştirme çalışmalarının etkileri görülür ve bu çalışmaların takip edilmesini sağlar

GEV'in asıl katkısı, üretim süreçlerinin verimlilik durumları konusunda bilgi ve performans artışını sağlamasının yanında, yalın üretim tekniklerinin ve aynı şekilde TVB'nin bir parçası olduğunda görülmektedir. GEV'in hedeflenen sonuçları ise karlılık artışı, rekabetçi yaklaşımın elde edilmesi, ekipman sahipliğinin tanımlanması ve masraflarda azalmadır (Stamatis, 2010).

3.3 GENEL EKİPMAN VERİMLİLİĞİ SÜRECİNİN BAŞLATILMASI

İşletmeler süreçler üzerinde yenilikler yaparken pilot alanlar belirlemektedirler. Bu belirlenen alanlarda testler yapıp, metotlar geliştirip sonrasında diğer alanlara yaymaktadırlar. Ancak GEV sürecinin başlatılması esnasında bazı gizli tehlikeler de bulunmaktadır. Değişim, kısıtlı alanlarda çalışılırken belirli iş merkezlerinde ölçümler konusunda eğitim, bilgilerin toplanıp analiz edilmesi ve görevler arası takımların oluşturulmasını içermelidir. Pilot alanlardan elde edilen deneyimler kolayca diğer alanlara transfer edilememektedir. Buna ek olarak pilot alan, tesis veya tüm süreç için kilit önem taşıyan alanlardan seçilmez ise proje gerektiği kadar başarılı olamamaktadır (Hansen, 2001). Bu nedenle GEV metodu, Goldratt'ın (1997) çalışmasındaki kısıtlar teorisi metodolojisinin beş adımıyla birlikte başlatılmalıdır:

1. Strateji; tesis veya fabrikaya, önemine göre sıralanmış dar boğaz listesi kullanılarak uyarlanmalı (tespit et).
2. Strateji; kaynaklara ve başlangıçtaki en yüksek puanlı dar boğazlara odaklanmalı (kısıtların nasıl kullanılacağına karar ver).
3. Tesisteki diğer tüm alanlar listeyi destekleyici unsur olmalı ve temel varlıklara hizmet etmeli (emrine vermek).

4. Seçilmiş dar boğazlar yüksek GEV için tüm gerekli değişiklikleri içermeli (yükseltmek).
5. Eğer bu alanda başarılı olunursa, listede bulunan sıradaki temel varlık için yeni metotlar uyarlanmalı, böylece en büyük faydaya ulaşmak garanti altına alınmış olunmaktadır (geri dön).

GEV'in tesis veya fabrika için hayati önem taşıyan ve dar boğaz içeren süreçler üzerine adım adım uyarlanıp sonrasında sistemin tümüne yayılmasından sonra, GEV ölçümü çeşitli alanlarda kullanılabilir. Mahadevan'a (2004) göre GEV ölçümünün üretim sisteminde uygulandığı farklı düzeyler:

- 1) Başlangıçtaki üretim sistemi ölçümlerinin gelecekteki değerlerle karşılaştırılması
- 2) Kötü performansın ortaya çıkarılması ve gelişim için gerekliliklerin tanımlanması
- 3) Çalışmaların gerçekleştirildiği üretim hattı ve tesis içindeki diğer benzer hatlara kıyaslama noktası olarak kullanılması

3.4. ALTI BÜYÜK KAYIP

GEV, ekipman verimliliğini düşüren kayıpları tanımlamak için tasarlanmıştır. Bu kayıplar, kaynakları zapt etmesine rağmen değer yaratmamaktadır. İşletmelerin kaynaklarını en yüksek verimlilikte kullanmalarını engelleyen bu kayıplar *altı büyük kayıp* olarak bilinmektedir. TVB faaliyetlerinin ana hedefi olan GEV değerini mümkün olduğunca en yüksek değere çıkarılabilmesi bu altı büyük kaybın yok edilmesiyle mümkün olabilmektedir. Nakajima (1988) Çizelge 5'de görüldüğü gibi GEV değerini olumsuz yönde etkileyen bu kayıpları duruş kayıpları, hız kayıpları ve kalite kayıpları olarak üç ana başlıkta göstermiştir.

Çizelge 5. Altı Büyük Kayıp Modeli

KATEGORİ	BÜYÜK KAYIPLAR
DURUŞ	ARIZA KAYIPLARI HAZIRLIK VE AYAR KAYIPLARI
HIZ	KÜÇÜK DURUŞ KAYIPLARI DÜŞÜK HIZ KAYIPLARI
KALİTE	AÇILIŞ KAYIPLARI ÜRETİM HATALARI

Arıza kayıpları, beklenmedik şekilde ekipmanlardaki bozukluklar ve tezgah arızalarından kaynaklanan kayıplardır. Bu duruşlar gerçekleştiği zaman tezgahlar üretim dışı kalmakta ve verimliliklerde düşümlere neden olmaktadır.

Hazırlık ve ayar kayıpları ise tezgahlarda üretilen ürünler değiştiği durumlarda yaşanan kayıplardır. Hatasız olarak üretilen son parça ile yeni üretilecek ürünün ilk hatasız parçası arasında geçen zaman dilimi bu kayıp grubuna dahil edilmektedir. İlk ayar olarak da tabir edilen bu duruşlarda önceki parça için kullanılan tezgah üzerindeki ara aparatlar çıkartılıp temizlik yapılması gerekmektedir. Daha sonra üretilecek yeni ürün için hazırlıklar yapılır, yeni aparatlar bağlanır ve ölçümler alınmaktadır. Sonrasında yeni parçanın üretimine geçilmektedir. Bu sırada yaşanan kayıp zaman, hazırlık ve ayar kayıpları olarak adlandırılmaktadır.

Küçük duruş kayıpları, arıza kayıplarından farklı olarak geçici duruş kayıplarıdır. Küçük duruş kayıpları, genellikle operatörler tarafından fark edilip, sorunun çözülebildiği kayıplar olarak nitelendirilmektedir. Tezgahlarda işlenen parçanın takılması, sensörün algılama hataları gibi problemlerden oluşmaktadır.

Düşük hız kayıpları, tezgahların üretim için tasarlandıkları hızlardan daha düşük bir hızda çalışmalarından dolayı oluşan kayıplardır. Tezgahlarda oluşan hız düşüklükleri mekanik veya kalite temelli oluşmaktadır. Tezgahların düşük hızlarda çalıştırılmasının başlıca nedenleri, standart hızlarda üretilen ürünlerde gözlemlenen kalite problemlerinin yaşanması, tezgahların sıklıkla arıza vermesi veya hızlı çalıştırılan tezgahlarda gözlemlenen ekonomik ömür kısaltmalarıdır.

Açılış (ürün) kayıpları, üretim aşamasından önce standartlara uymayan, hatalı veya artan hammadde kayıplarıdır. İki gruba ayrılmaktadır. Birincisi ürün tasarımı veya imalat metotları sonucunda yaşanan hammadde kayıplarıdır. İkinci grup ise tezgahların açılışı esnasında üretilecek ürün için kararlılığa ulaşmaya kadar yaşanan kayıplardır. Örneğin, bazı tezgahların üretim yapabilmesi için gerekli üretim ısısına ulaşabilmesi için gereken zamanda üretilen ürün kayıpları bu grubun altında değerlendirilmektedir.

Üretim hataları, üretilen ürünlerde karşılaşılan istenen kalite koşullarının sağlanamaması veya hurdaya ayrılmasından dolayı oluşan kayıplardır. Bu durumlarda ürünler üzerinde tamirat yapılması veya tekrar işlem görmesi gerekmektedir. Bu kayıplar, kalite kayıpları olarak nitelendirilmektedir. Arslan (2008) üretim alanında karşılaşılan altı büyük kaybın örneklerini Çizelge 6'da görüldüğü gibi örneklendirmiştir.

Çizelge 6. Altı Büyük Kayıp Örnekleri

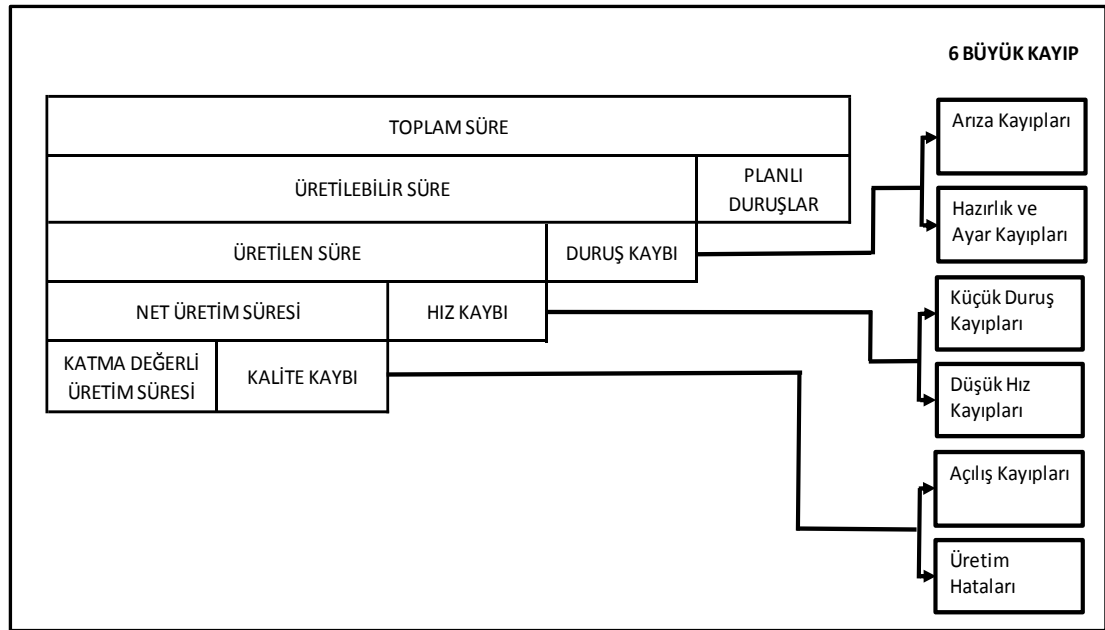
6 BÜYÜK KAYIP	GEV KAYIP	ÖRNEK	AÇIKLAMA
ARIZA KAYIPLARI	DURUŞ	Araç Gereç Hataları	*Oluşan kaybın arıza veya küçük duruş olarak konumlandırılması arasında esneklik vardır. *Bu kayıp genellikle ilk ayar zamanıyla ilgilidir.
HAZIRLIK VE AYAR KAYIPLARI		Planlanmamış Bakım	
		Genel Arızalar	
		Setup/Değişim	
		Operatör Yokluğu	
		Büyük Ayarlar	
KÜÇÜK DURUŞ KAYIPLARI	HIZ	Ürün akış sıkışmaları	*Genel anlamda operatörler tarafından 10 dakikadan daha az sürede çözülebilen kayıplar *Ekipmanı tasarlandığı üretim hızının altında çalıştırılan nedenler
DÜŞÜK HIZ KAYIPLARI		Temizlik/Kontrol	
		Yükleme eksiklikleri	
		Tasarım kapasitesinin altında	
		Operatör verimsizliği	
ÜRETİM HATALARI	KALİTE	Ekipman yıpranması	
		Hurda	*Üretime alınan ürünün beklenen kalite standartlarının altında olması *Isıtma, uygun olmayan ilk ayar gibi problemlerden açılış kayıplarının yaşanması
		Tekrar İşleme	
		Üretimde Hasar	
		Hatalı Montaj	
		Ekipman Dengelenme	
AÇILIŞ KAYIPLARI	Tezgah Dengelenme		

Kaynak: Arslan, Betül. (2008). Overall equipment effectiveness (OEE) implementation: A case study / Genel ekipman verimliliği uygulaması: vaka çalışması. (Yüksek Lisans Tezi, Bahçeşehir Üniversitesi, 2008).

Arıza kayıpları, hazırlık ve ayar kayıpları duruş kayıpları olarak kategorilere ayrılıp, tezgahların kullanılabilirliklerinin hesaplanmasında kullanılır. Küçük duruş ve düşük hız kayıpları ise hız kayıpları altında değerlendirilip performans verimliliğinin hesaplanmasında kullanılmaktadır. Son olarak üretim hatalarından kaynaklanan kayıplar ve açılış kayıpları ise kalite oranının hesaplanmasında kullanılmaktadır.

3.4.1 Altı Büyük Kaybın Toplam Süre İçinde Dağılımı

GEV hesaplaması için kullanılacak denklem, altı büyük kayıptan yola çıkarak oluşturulmaktadır. Muchiri ve Pintelon (2008) altı büyük kaybın toplam süreden başlayarak katma değerli üretim süresine ulaşmaya kadar etkilerini belirtmişlerdir. Bu süreç Şekil 6’da gösterilmiştir.



Şekil 6. Toplam Süre İçerisinde Altı Büyük Kaybın Dağılımı

Kaynak: Muchiri, P., and Pintelon, L. (2008). Performance measurement using overall equipment effectiveness (OEE): Literature review and practical application discussion, *International Journal of Production Research*, 46 (13), 3517-3535.

Üretilebilir Süre: Altı büyük kaybı yok etmeye odaklanan TVB faaliyetleri, GEV hesaplamasında planlı duruş olarak adlandırılan yemek molaları, eğitim, toplantı, planlı bakım gibi faaliyetleri hesaplama dışı bırakmaktadır. Bu nedenle toplam süre

yerine üretilebilir süre üzerinden hesaplama yapılmaktadır. Üretilebilir süre, toplam süreden planlı duruşların çıkarılmasıyla elde edilir.

$$\text{Üretilebilir Süre} = \text{Toplam Süre} - \text{Planlı Duruşlar} \quad (3.1)$$

Üretilen Süre: Üretilen süre, Üretilebilir süre içerisinde bulunan duruş kayıpları altında değerlendirilen arıza ile hazırlık ve ayarlama yapmak için harcanan sürelerin üretilebilir süreden çıkarılmasıyla elde edilmektedir. Bu kayıplar plan dahilinde gerçekleşmediğinden plansız duruş olarak da nitelendirilir.

$$\text{Üretilen Süre} = \text{Üretilebilir Süre} - \text{Duruş Kayıpları} \quad (3.2)$$

Net Üretim Süresi: Gerçekleşen üretim adediyle teorik olarak hesaplanan üretim adedi arasında fark bulunmaktadır. Bu fark, hız kayıpları altında değerlendirilen küçük duruş kayıpları ve düşük hız kayıplarından meydana gelmektedir. Net üretim süresi üretilen süreden hız kayıplarının düşülmesiyle elde edilir.

$$\text{Net Üretim Süresi} = \text{Üretilen Süre} - \text{Hız Kayıpları} \quad (3.3)$$

Katma Değerli Üretim Süresi: Net üretim süresi altında üretilen her ürün katma değer yaratmamaktadır. Bu ürünlerden gereken kalite koşullarını sağlamayan, ıskartaya ayrılan ve yeniden işlem gerektiren ürünler için harcanan zamanın net üretim süresinden çıkarılmasıyla katma değerli üretim süresine ulaşılmaktadır.

$$\text{Katma Değerli Üretim Süresi} = \text{Net Üretim Süresi} - \text{Kalite Kayıpları} \quad (3.4)$$

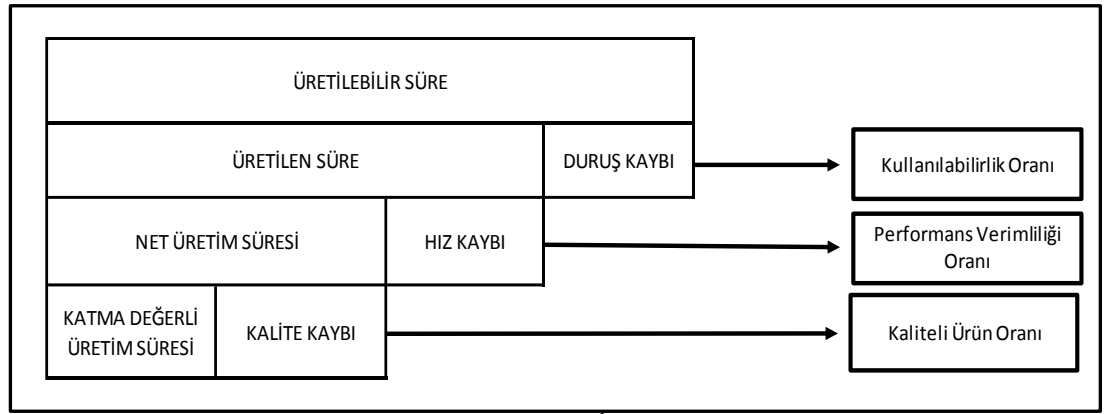
Toyota, üretim sistemindeki kayıpları arıza, hazırlık ve ayar, küçük duruş, düşük hız, açılış ve üretim hataları olarak altı kategoriye ayırmıştır. Bu altı kayıp, bir verimlilik

ölçüm metodunda birleştirilip Genel Ekipman Verimliliğini oluşturmuştur (Chakravarthy, Keller, Wheeler ve Van Oss, 2007).

3.5. GENEL EKİPMAN VERİMLİLİĞİ HESAPLAMASI

TVB uygulamalarının verimliliğinin ölçülmesinde GEV kullanılmaktadır. GEV temel olarak kullanılabilirliğin verimliliği, performansın verimliliği ve kalitenin verimliliğinden oluşmaktadır. GEV'in hesaplanması ise bu üç bileşenin çarpılması ile elde edilir (Giegling, Verdini, Haymon ve Konopka, 1997).

Altı büyük kaybın toplam süre üzerindeki dağılımının gösterilmesinden sonra, GEV'in hesaplanmasını sağlayan Kullanılabilirlik Oranı (KUO), Performans Verimliliği Oranı (PVO) ve Kaliteli Ürün Oranı (KAO) bileşenlerinin ilgili oldukları zaman dilimleri Şekil 7'de gösterilmiştir.



Şekil 7. GEV'i Oluşturan Bileşenlerin İlgili Oldukları Zaman Dilimleri

Kullanılabilirlik Oranı:

Kullanılabilirlik Oranı (KUO), ekipmanın üretilebilir süre içerisinde kullanılabilir durumda mı olduğunu incelemektedir. Üretilen sürenin üretilebilir süreye oranıdır. Üretilen süre ise üretilebilir süreden duruş kayıplarının çıkarılması ile bulunmaktadır.

$$KUO = \frac{\text{Üretilen Süre}}{\text{Üretilabilir Süre}} \quad (3.5)$$

Performans Verimliliği Oranı:

Performans Verimliliği Oranı (PVO), net üretim süresinin üretilen süreye oranıdır. Başka bir ifade ile toplam üretim adedi ve bir ürünün standart çevrim süresinin çarpılması sonucunun üretilen süreye oranıdır. Standart çevrim süresi ise bir parçanın bir üretim sürecindeki iş ölçüm metodu ile önceden hesaplanan beklenen üretim süresidir.

$$PVO = \frac{\text{Net Üretim Süresi}}{\text{Üretilen Süre}} \quad (3.6)$$

$$PVO = \frac{\text{Toplam Üretim Adedi} \times \text{Standart Çevrim Süresi}}{\text{Üretilen Süre}} \quad (3.7)$$

Kaliteli Ürün Oranı:

Kaliteli Ürün Oranı (KAO), üretilen ürünlerin hangi oranda kalite koşullarını sağladığını göstermektedir. Katma değerli üretim süresinin net üretim süresine oranıdır. Başka bir ifade ile toplam üretim adedi ile hatalı üretim adedi farkının toplam üretim adedine oranı olarak da hesaplanmaktadır.

$$KAO = \frac{\text{Katma Değerli Üretim Süresi}}{\text{Net Üretim Süresi}} \quad (3.8)$$

$$KAO = \frac{\text{Toplam Üretim Adedi} - \text{Hatalı Üretim Adedi}}{\text{Toplam Üretim Adedi}} \quad (3.9)$$

Genel Ekipman Verimliliği:

Denklemleri verilen Kullanılabilirlik Oranı (KUO), Performans Verimliliği Oranı (PVO) ve Kaliteli Ürün Oranının (KAO) bir araya getirilmesi ile GEV'e ulaşılmaktadır.

$$GEV = KUO \times PVO \times KAO$$

(3.10)

GEV'in yükselmesi bu üç bileşenin yükselmesine bağlıdır. KUO'daki yükselme ile birlikte üretim hattında arıza gibi nedenlerden dolayı tutulan güvenlik stoğunun düşürülmesi sağlanmaktadır. Güvenlik stoğunun düşürülmesiyle birlikte yapılacak işlerde daha az sıra beklenmekte olup, bu durum teslimat sürelerini de düşürmektedir. Teslimat sürelerinin düşürülmesi, işletmelere teslimat ve esneklik konusunda da avantaj sağlayıp, rekabet pozisyonlarını güçlendirmektedir. Buna ek olarak, emniyet stoğunun düşmesi stok maliyetinin azaltılmasına ve efektif kapasitenin yükseltilmesini sağlayıp birim maliyetlerini azaltmaktadır. PVO'daki yükselme ise KUO'da olduğu gibi emniyet stoğunun düşmesini destekleyip efektif kapasitenin yükseltilmesi konusunda fayda sağlamaktadır. KAO'daki yükselme ile daha az ıskarta ve yeniden işlem adedinin düşmesi maliyetleri azaltmaktadır. Bunun yanında daha yüksek kalitenin yakalanmasına da olanak sağlamaktadır (Kotze, 1993; Frendall ve diğerleri, 1997).

GEV hesaplama yönteminde her bir bileşen eşit öneme sahiptir. Kullanılabilirlik Oranı %100 olsa bile, diğer iki bileşen olan Performans Verimliliği Oranı ve Kaliteli Ürün Oranından dolayı GEV değeri ciddi şekilde düşük oluşabilmektedir (Konopka ve Trybula, 1996). Diğer bir taraftan mevcut endüstriyel şartlarda %100 GEV değerine ulaşmak imkansızdır. Dünya çapındaki çalışmalarda üretim tesislerinin ortalama GEV değerinin %60 olduğu görülmüştür. Dünya standartlarında birinci sınıf üretim işletmelerinin GEV değerinin ise %85 - %92 aralığında olduğu saptanmıştır. Açık bir şekilde görüldüğü üzere hala birçok üretim tesisinin iyileştirilmesi için yeterli alan mevcuttur (Iannone ve Nenni, 2013).

Nakajima'nın (1988) GEV bileşenleri için önerdiği ideal değerler şunlardır:

- Kullanılabilirlik Oranı %90 üzeri
- Performans Verimliliği Oranı %95 üzeri
- Kaliteli Ürün Oranı %99 üzeri

Bu seviyelerdeki Kullanılabilirlik Oranı, Performans Verimliliği Oranı ve Kaliteli Ürün Oranı GEV değerinin %85 civarında oluşmasını sağlamaktadır.

3.6. TOPLAM EFEKTİF EKİPMAN PERFORMANSI

Son yıllarda, hem uygulayıcılar hem de araştırmacılar GEV üzerine birçok görüş bildirmişlerdir. Bu konuların en önemlileri şüphesiz GEV'in çeşitli konularda değişikliğe uğramasının gerekliliği ve işletmelerin kendi ihtiyaçları dahilinde orijinal GEV yapısının daha geniş bir bakış açısı kazanması için genişletilmesidir (Iannone ve Nenni, 2013). Wudhikarn (2012) GEV'in kapasite kullanımını düşüren planlı duruş, operatörün yerinde bulunmaması ve malzeme eksikliği gibi tüm faktörleri göz önünde bulundurmadığını belirtmiştir. Bu durum, üretim müdürlerine bu şekilde gerçekleşen kayıpların kendi sorumlulukları altında olmadığını savunmaları konusunda fırsat vermektedir.

GEV'in zaman içerisinde gelişmesiyle beraber literatüre birçok yeni tanım eklenmiştir. Bu tanımlardan bir tanesi olan Toplam Efektif Ekipman Performansı (TEEP), ilk olarak Ivancic (1998) tarafından önerilmiştir. TEEP metodu GEV'e çok benzer bir yapıda bulunmaktadır. Asıl farklılık TEEP metodunda planlı duruşların hesaplamaya dahil edilmesidir. Bu nedenle TVB faaliyetlerinin işletme verimliliğindeki katkısının görülebilmesi için planlı duruş ve plansız duruş arasındaki ayrımın yapılması gerekmektedir (Muchiri ve Pintelon, 2008).

Costa ve Lima (2002) çalışmalarında planlı duruşları, toplam vardiya zamanı ile üretilebilir süre arasındaki fark olarak tanımlarken, plansız duruşları ise üretilebilir süre ile üretilen süre arasındaki fark olarak tanımlamışlardır. Buna ek olarak çalışmalarında:

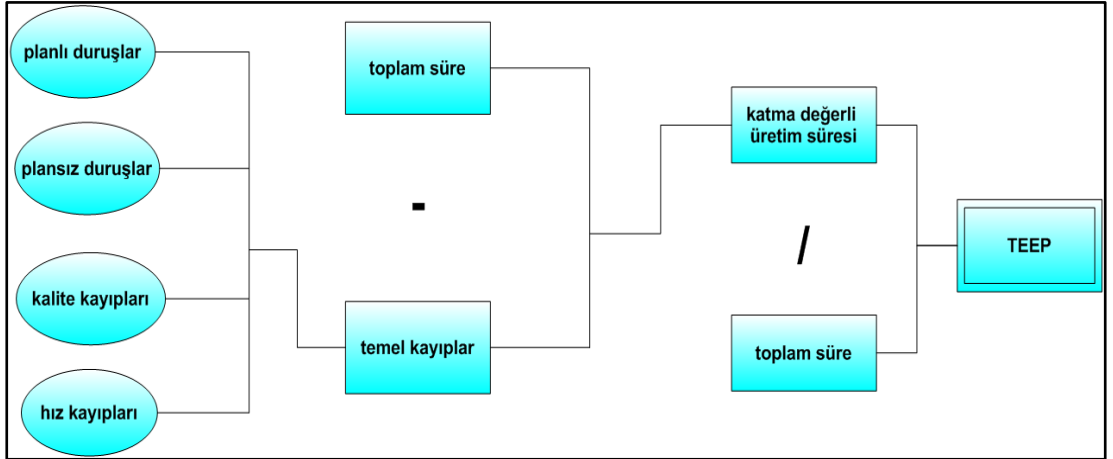
- Planlı duruşlar:
 - Planlı bakım faaliyetleri
 - Operatör molaları
 - TVB faaliyetleri
 - Süreç geliştirme faaliyetleri
 - Mevcut siparişlerin tamamlanması için bekleme
 - Planlı temizlik

- Operatör eğitimleri
- Plansız duruşlar:
 - Düzeltici bakım
 - Arıza
 - Küçük duruşlar
 - İlk ayar ve değişiklik

olarak genel hatlarıyla örneklenmiştir.

3.6.1 Toplam Etkif Ekipman Performansı Hesaplaması

TEEP metodunda planlı ve plansız duruşlar ölçüme dahil edilebilmektedir. Ayrıca, tıpkı GEV’de olduğu gibi TEEP metodunun diğer elemanları da hız kayıpları ve kalite oranından oluşmaktadır. TEEP metoduna göre verimlilik hesabı yapılırken kullanılan bileşenler Şekil 8’de gösterilmiştir. (Muchiri, Pintelon, 2008).



Şekil 8. TEEP Metodunun Hesaplanmasında Kullanılan Bileşenler

Kaynak: Muchiri, P., and Pintelon, L. (2008). Performance measurement using overall equipment effectiveness (OEE): Literature review and practical application discussion, *International Journal of Production Research*, 46 (13), 3517-3535.

Hansen (2001) Toplam Efektif Ekipman Performansının formülasyonunu şu şekilde göstermiştir:

$$TEEP = \text{Varlık Kullanım Oranı} \times \text{Hız Oranı} \times \text{Kalite Oranı} \quad (3.11)$$

Varlık kullanım oranı: GEV’de kullanılan kullanılabilirlik oranı üretilen sürenin üretilebilir süreye oranıyken, varlık kullanım oranında üretilen sürenin toplam süreye oranıdır.

$$\text{Varlık Kullanım Oranı} = \frac{\text{Üretilen Süre}}{\text{Toplam Süre}} \quad (3.12)$$

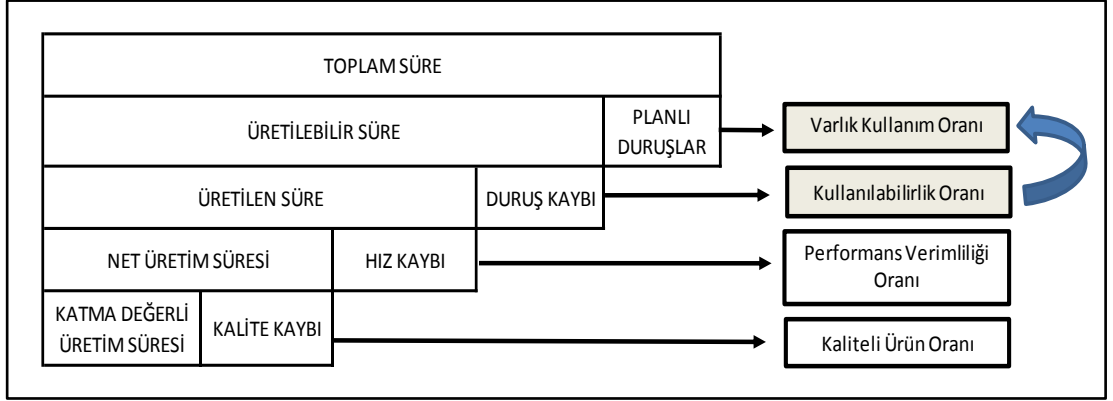
Hız oranı: Tıpkı GEV bileşeni performans verimliliği oranı gibi toplam üretim adedinin standart çevrim süresiyle çarpılıp üretilen süreye oranlanmasıyla bulunmaktadır.

$$\text{Hız Oranı} = \frac{\text{Toplam Üretim Adedi} \times \text{Standart Çevrim Süresi}}{\text{Üretilen Süre}} \quad (3.13)$$

Kalite oranı: Kaliteli oranı da GEV bileşeni olan kaliteli ürün oranının hesaplanmasıyla paralellik göstermektedir.

$$\text{Kalite Oranı} = \frac{\text{Hatasız Üretim Adedi}}{\text{Toplam Üretim Adedi}} \quad (3.14)$$

Tüm bunlar bir araya getirildiğinde, TEEP metodunda, GEV hesaplama yönteminde bulunan altı büyük kayba odaklanan yapı yerine, kullanılan zamanın tümü göz önünde bulundurulmaktadır. Böylece Şekil 9’da gösterildiği gibi planlı ve plansız duruşların tamamı hesaplama dahil edilip, verimlilikler daha büyük bir perspektiften izlenip, kontrol edilebilmektedir.



Şekil 9. GEV'den TEEP'ye Geçiş

Daha önceden de belirtildiği gibi hangi verimlilik metodu kullanılırsa kullanılsın işletmelerin ihtiyaçları dahilinde orijinal yapıları kendi iş süreçlerine uyarlarken çeşitli değişikliklere gitmeleri gerekmektedir. Çünkü işletmelerin süreçleri ve kullandıkları teknoloji farklılık göstermektedir. Bu nedenle; veri girişleri, veri toplama metotları, teknoloji, süreçler ve kullanılan verimlilik metodunun bir bütün halinde değerlendirilip çeşitli tasarımlar ile tüm yapının işletmeler için kullanılabilir hale getirilmesi sağlanmalıdır.

4. YENİ GENEL EKİPMAN VERİMLİLİĞİ HESAPLAMA ÖNERİSİ: ECZACIBAŞI ARTEMA ÖRNEĞİ

4.1. İŞLETME PROFİLİ

Eczacıbaşı Topluluğu'nun Yapı Ürünleri Grubu altında faaliyet gösteren Artema, banyo ve mutfak armatürleri, duş sistemleri, banyo aksesuarları ve gömme rezervuar olmak üzere dört ana ürün grubunda üretim yapmaktadır.

1942 yılında temellerini atılan Eczacıbaşı Topluluğu, bugün 41 kuruluş, 12.450 çalışanı ve 2014 sonu itibariyle 7,4 milyar TL cirosu ile Türkiye'nin önde gelen sanayi toplulukları arasında yer almaktadır. Eczacıbaşı temel olarak yapı ürünleri, sağlık ve hızlı tüketim ürünleri alanında faaliyet göstermektedir. Buna ek olarak; finans, bilgi teknolojileri, kaynak teknolojileri, madencilik ve gayrimenkul geliştirme alanlarında da yer almaktadır. Şekil 10'da Eczacıbaşı markaları gösterilmiştir.



Şekil 10. Eczacıbaşı Markaları

Eczacıbaşı Yapı Ürünleri Grubu, Uzun süredir Türkiye’de banyo ürünleri ve seramik karo alanında pazar lideri durumunda olup Avrupa’da ilk üç içinde bulunmaktadır. Grubun altında faaliyet gösteren markalar ise Artema, Vitra, Engers, Villeroy&Boch, Burgbad ve İntema Mutfak olarak sıralanmaktadır.

Toplamda 4.900 çalışanı olan Eczacıbaşı Yapı Ürünleri Grubu’nun 15 üretim tesisi bulunmaktadır. Bu tesislerden 6 tanesi Bozüyük, Gebze ve Tuzla’da olup geri kalan 9 tesis Fransa, Rusya ve Almanya’da konumlandırılmıştır. Şekil 11’de Bozüyük üretim tesisleri gösterilmiştir.



Şekil 11. Eczacıbaşı Yapı Ürünleri Grubu Bozüyük Üretim Tesisleri

Yapı Ürünleri Grubu’nun başlıca faaliyet alanları şunlardır:

- Sağlık gereçleri,
- Seramik karolar,
- Armatür, banyo aksesuarları, duş sistemleri ve gömme rezervuar,
- Mutfak ve banyo mobilyaları,
- Akrilik banyo küvetleri ve duş tekneleri,
- Dolgu malzemeleri ve tutkallar

1979 yılında Bozüyük, Bilecik’te kurulan Artema Armatür Tesisi, ilk üretimine 1983 yılında başlamıştır. 1995 yılına gelindiğinde ise tesis, armatür üretiminin yanına banyo aksesuarları üretimini de başlatmıştır. 1997 yılında gömme

rezervuar üretiminin İstanbul'dan Bozüyük tesisine kaydırılmasıyla beraber tesiste üretilen ürün çeşitliliği arttırılmıştır.

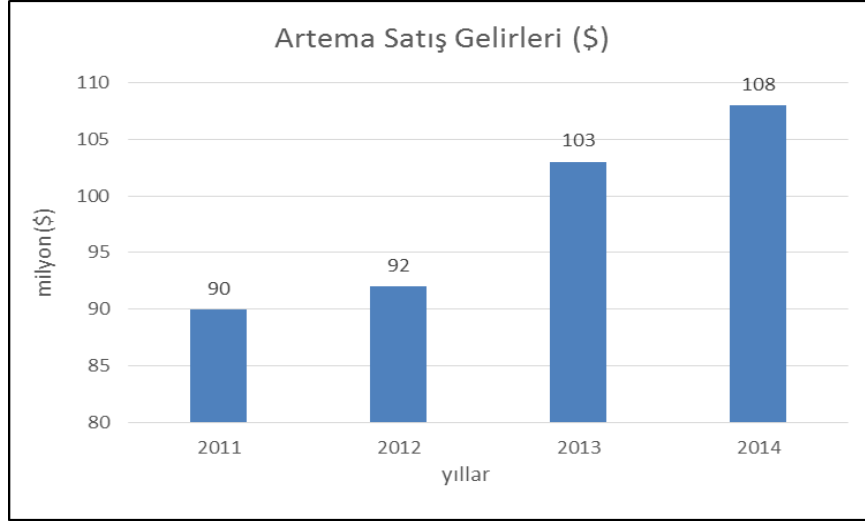
Artema'da; armatür, duş sistemleri, banyo aksesuarları ve gömme rezervuar olmak üzere dört ana ürün grubunda üretim yapılmaktadır. Armatürler kendi içerisinde banyo, mutfak, termostatik ve elektronik olmak üzere gruplara ayrılıp 1529 farklı modeli bulunmaktadır. Aksesuarlar ise tuvalet kağıdı tutucusu, havluluk, tuvalet fırçası, sabunluk gibi ürünlerden oluşup 539 farklı modeli vardır. Gömme rezervuarlar için 92 farklı modelde üretim yapılmaktadır. Şekil 12'de Artema'da üretilen ürünlerden bazıları gösterilmiştir.



Şekil 12. Artema Ürünleri

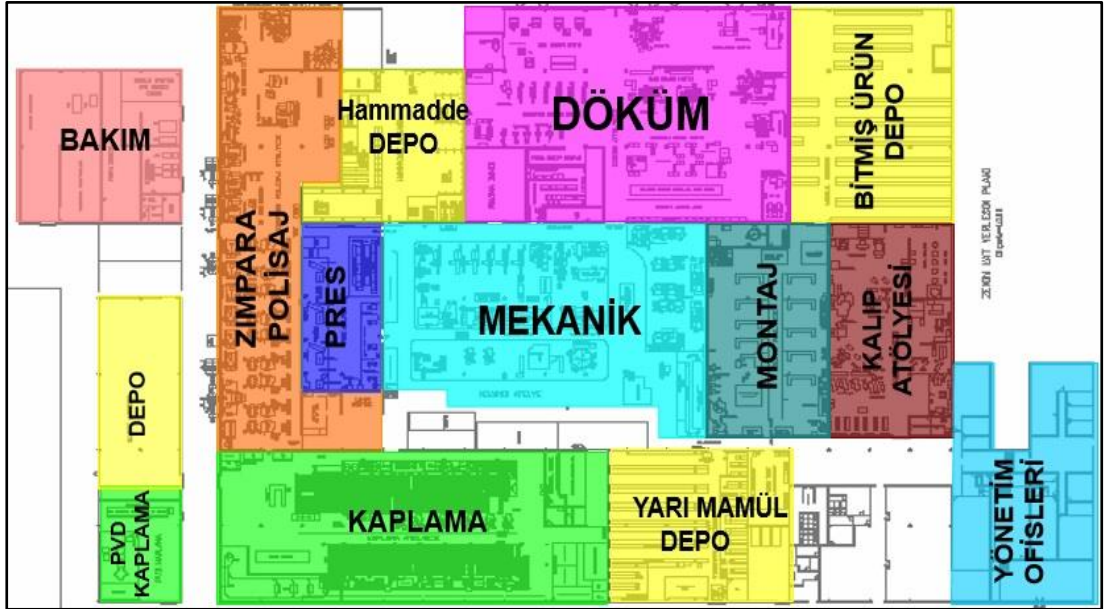
Tesisin yıllık üretim kapasitesi 2.2 milyon armatürdür. Buna ek olarak, üretim oranının en büyük kısmını yine armatürler oluşturmaktadır.

2005 yılından beri Türkiye’de pazar lideri konumunda olan Artema’nın yıllara göre satış gelirleri Şekil 13’de gösterilmiştir.



Şekil 13. Artema Satış Gelirleri

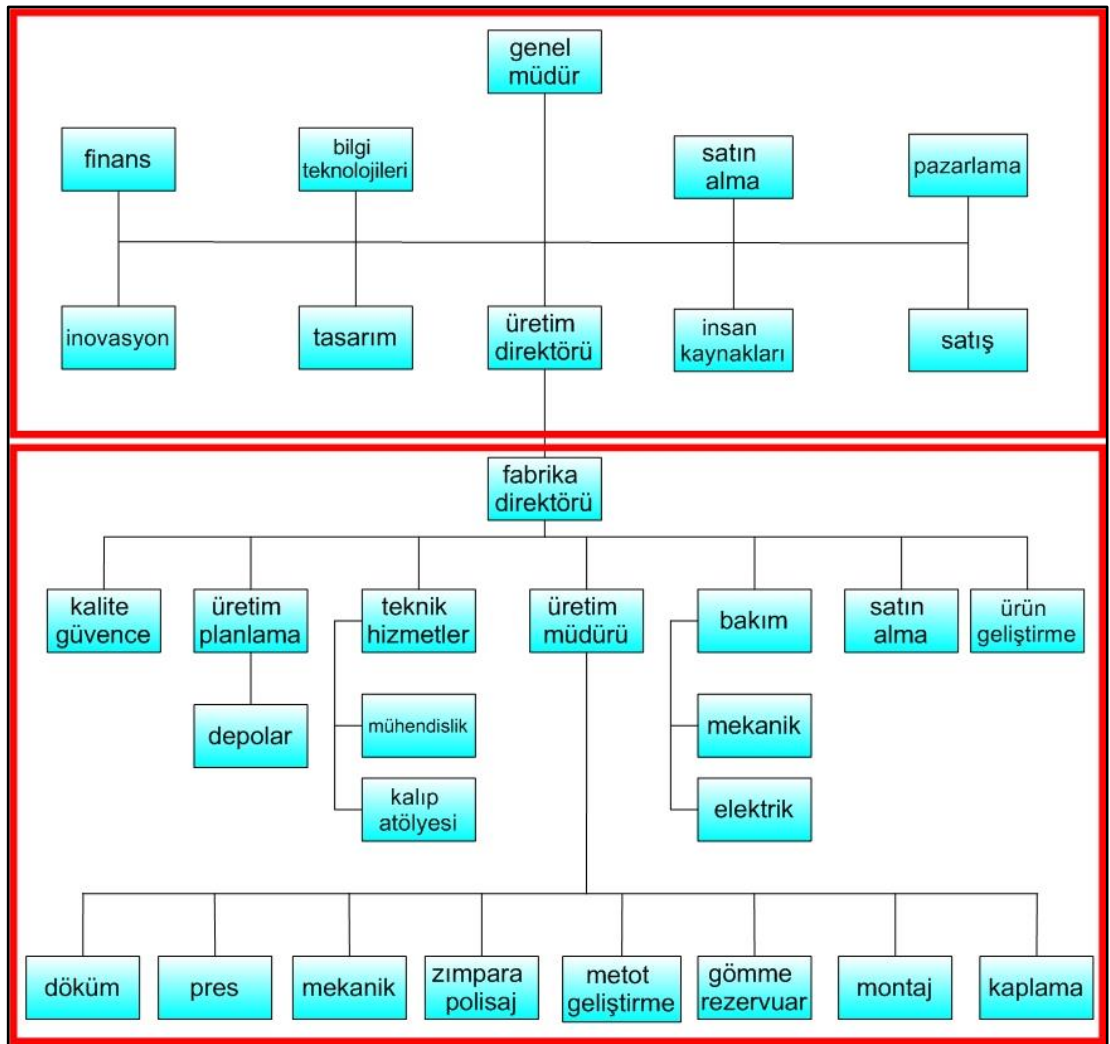
Tesisin toplam alanı 110.000 m² olup bunun 23.000 m²'si kapalı alandan oluşmaktadır. Şekil 14’de tesis yerleşkesi gösterilmiştir.



Şekil 14. Artema Tesis Yerleşkesi

Artema Bozüyük Armatür Tesisinde 70 beyaz yakalı 471 mavi yakalı olmak üzere toplamda 541 çalışan bulunmaktadır.

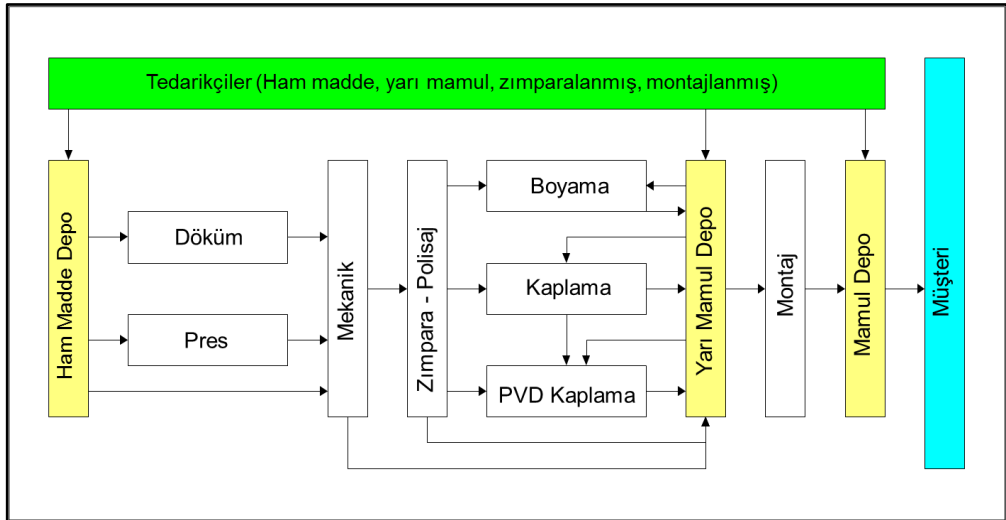
Eczacıbaşı Yapı Ürünleri Grubu altında yer alan tesislerin bazı birimleri, diğer tesisler ile beraber tek bir merkezden yönetilmekte olup bu birimlerden paylaşımlı hizmet alınmaktadır. Levent, İstanbul’da bulunan genel merkezdeki bu birimler; finans, bilgi teknolojileri, inovasyon, tasarım, satın alma, pazarlama, satış, insan kaynakları ve üretim direktörlüğünden oluşmaktadır. Artema Bozüyük Armatür Tesisi ise bu yapıya fabrika direktörlüğü ile bağlı olup kalite güvence, üretim planlama, teknik hizmetler, bakım, satın alma ve ürün geliştirme birimlerinden oluşmaktadır. Bu yapı Şekil 15’de bulunan örgüt şemasında gösterilmiştir.



Şekil 15. Artema Örgüt Şeması

4.2. İŞ AKIŞI VE ÜRETİM SÜREÇLERİ

Artema Bozüyük Armatür Tesisinde iş akışı, tedarikçilerden sağlanan ham maddenin üretime girmesiyle başlamaktadır. Üretilen ürünün geometrik yapısına bağlı olarak parça, döküm veya pres atölyesinde işleme alınmaktadır. Bunu takip eden süreçte mekanik atölyede talaşlı imalatı gerçekleştirildikten sonra zımpara – polisaj atölyesinde yüzey işlemlerine tabi tutulmaktadır. Yüzey işlemlerinin tamamlanmasıyla beraber kaplamaya hazır olan parça, kaplama atölyesi tarafından kaplama, PVD kaplama veya Boyama işleminden geçmektedir. İzleyen süreçte parça, yarı mamul depoda tedarikçilerden sağlanan yarı mamullerle birlikte montaj atölyesine ulaştırılıp parçaların birleştirme işlemi gerçekleştirilmektedir. Son olarak ürün haline gelen parçalar, müşterilere gönderilmek üzere mamul depoya ulaştırılmaktadır. Bu genel süreç üretimin büyük çoğunluğunu oluşturmaktadır ve Şekil 16’da gösterilmiştir.



Şekil 16. İş Akış Şeması

Presleme metodu ile elde edilemeyecek iç boşlukları olan armatür parçalarının üretimleri döküm metodu ile gerçekleştirilmektedir. Armatürlerin ana gövdeleri ve çıkış uçları, yan gövdeler gibi parçaların geometrik yapıları gereği çoğunlukla döküm metoduyla üretilmektedir. Döküm süreci dört aşamadan oluşmaktadır.

- Kum Maça Hazırlama İşlemi

Döküm parçalardaki iç boşluğu veren kalıba maça denilmektedir. Maçanın içerisinde % 98 oranında kum ve % 2 oranında da kum tanelerini bir arada tutmaya yarayan reçine ile maça pişme reaksiyonunu hızlandıran katalizör bulunmaktadır. Bir değirmen aracılığıyla kum, reçine ve katalizör karıştırılmaktadır. Bundan sonra karışım son şeklini alması için pişirilip, kalıp şeklini almaktadır.

- Döküm İşlemi

Hazırlanan kum maça kalıplarına armatürlerin hammaddesi olan pirinç eritilerek dökülür. Artema’da yer çekimi esaslı döküm ve alçak basınçlı döküm olmak üzere iki tip döküm metodu kullanılmaktadır.

- Kumlama İşlemi

Döküm işlemi sonrasında parçaların içinde kalan kum maçanın boşaltılması ve parçaların yüzeyinin temizlenmesi amacıyla kumlama işlemi gerçekleştirilmektedir.

- Kesim İşlemi

Kumlama İşlemi sonrasında elde edilen taslaklarda kesme işleminin yapılması gerekmektedir. Dökme işleminden dolayı, parçanın çeşitli yerlerinde oluşan fazlalıklar parçadan ayrılmakta ve döküm süreci tamamlanmaktadır. Sonrasında, taslaklar mekanik işlem atölyesine alınmaktadır.

İç hatları karışık olmayan, basit yapılı parçalar pres atölyesinde şekillendirilmektedir. Sıcak pres ile şekillendirme işlemi tamamlanan parçalar, çapak kesme preslerinde çapakları kesilerek bir sonraki birime yani mekanik işleme hazır hale getirilmektedirler.

Mekanik atölye, pres ve döküm atölyelerinin taslak olarak şekillendirdiği parçaların tornalama, delik delme, frezeleme, ve vida çekme gibi talaşlı imalat işlemlerinin gerçekleştirildiği üretim atölyesidir. Ayrıca mekanik atölyede, talaşlı imalat işlemlerinden sonra parçaların yıkanarak kesme yağı ve bor yağından arıtılma işlemleri ve sızdırmazlık testleri de gerçekleştirilmektedir.

Pres ve döküm yöntemleri ile imal edilen parçalar, talaşlı imalattan geçirildikten sonra hem kozmetik özelliklerini kazandırmak hem de kaplama işleminin ön hazırlığı olması açısından robotik ve manuel metotlarla zımpara ve polisaj işlemlerine tabi tutulmaktadır.

Polisaj atölyesinden gelen pirinç parçaların yüzeyleri elektrolitik kaplama metodu ile nikel, krom, saten veya altın olarak kaplanmaktadır. İhtiyaç halinde elektrostatik toz boya ile farklı renklere de boyanabilmektedir. Buna ek olarak, diğer kaplama metotlarına göre daha dayanıklı bir yüzey oluşturan PVD kaplama (Physical Vapour Deposition – Fiziksel Buhar Fazında Kaplama) metodunun uygulama olanağı da bulunmaktadır.

Montaj hatlarında tedarikçilerden temin edilen yarı mamuller, tesiste üretilen diğer parçalarla birleştirilerek ürün haline getirilmektedir. Montajı yapılan ürünler, %100 sızdırmazlık testi ve yüzey kontrollerine de tabi tutulmaktadır. Son olarak kalite güvence biriminin yaptığı kontrollerden sonra ise mamul depoya sevk edilmektedirler.

4.3. VERİLER

Çalışma oluşturulurken TVB ve GEV olmak üzere iki temel veri grubu kullanılmıştır. Artema’da yürütülen TVB faaliyetleriyle ilgili veriler, şirketin TVB projesine başladığı ilk yıl olan 2004’ten başlayıp günümüze kadar uzanan tarih aralığını kapsamaktadır. TVB kapsamında kullanılan verilerin başlıca kaynakları:

- TVB eğitim notları,
- Haftalık olarak düzenlenen otonom bakım toplantı notları,
- Üç ayda bir JIPM’den gelen danışmana yapılan TVB faaliyet ve saha sunumları,
- TVB ödülü için JIPM’e başvurulurken oluşturulan Artema TVB Aktivite Kitabı

olarak sıralanabilir.

Bunlara ek olarak işletme içerisindeki verilerin tutulduğu Artema Ortak Sunucusundan faydalanılmıştır. TVB ile ilgili veriler oluşturulurken, üretim

atölyeleri ve Metot Geliştirme Birimi çalışanlarının bilgi ve deneyimleri de çalışmada yol gösterici olmuştur.

Diğer veri grubu olan GEV analizleri için işletmenin bir yıllık dönemi incelenmiştir. Bunun için çalışma başladığında tamamlanmış olan 2014 yılı verileri kullanılmıştır. Artema'da GEV verisini takip etmek ve yönetmek için iki sistemden faydalanılmaktadır. Bunlar, Barkod Sistemi ve Kurumsal Kaynak Planlama yazılımı olan SAP'dir.

Barkod Sistemi; malzeme akış formu, VTT cihazı ve Artema MNG yazılımı adında üç temel bileşenden oluşmaktadır. Bu sistem, üretimden gelen üretim adetleri, üretim süreleri ve duruş verilerinin sisteme girişlerinin yapılabilmesini ve üretim sürecinin tam zamanlı olarak izlenebilmesini sağlamaktadır. Tesis içerisinde LAN bağlantısı ile iletişimi sağlanan bu sistemdeki verilerin tamamı Artema Ortak Sunucusu'nda depolanmaktadır.

SAP işletmenin tüm veri ve aksiyonlarını bir araya getiren bir Kurumsal Kaynak Planlama (Enterprise Resource Planning - ERP) yazılımıdır. Buna ek olarak, ERP sistemleri ise bir şirkette oluşan tüm bilgi akışının entegrasyonunu sağlayan ticari yazılım paketleri olarak da tanımlanabilir (Aydoğan, 2008). Bu bağlamda kullanılan SAP sistemi, Barkod Sisteminden gelen üretim verilerinin diğer birimlerle paylaşılmasını ve ürünlerin standart üretim süreleri vasıtasıyla birim maliyetlerin oluşturulmasına kadar birçok alanda bilgi sağlamaktadır.

GEV analizlerinin oluşturulması, bu iki kaynaktan elde edilen veriler aracılığı ile mümkün kılınmıştır. Tesis içerisinde GEV'lerin oluşturulmasından sorumlu olan ve barkod sistemini yöneten Metot Geliştirme Birimi çalışanları bu kısımda da çalışmaya ciddi katkı sağlamışlardır.

4.4. MEVCUT GENEL EKİPMAN VERİMLİLİĞİ

Artema Armatür Üretim Tesisi'nde GEV süreci üretim birimlerinde çalışan tüm operatörlerin katılımı ve Metot Geliştirme Birimi'nin kontrolüyle

oluşturulmaktadır. Üretim tesisinde verimlilikler günlük olarak hesaplanmaktadır. Aylık GEV değerleri ise ay başlangıcının ilk çalışma günlerinde bir önceki ayın verileri analiz edilip, gerekli kontroller sağlandıktan sonra oluşturulmaktadır. Bu süreç, birbirini takip eden beş adımı içerir:

- 1) Barkod veri girişi ve Artema MNG sistem takibi,
- 2) İş etüdü çalışmaları ve standart zamanların belirlenmesi,
- 3) Verilerin SAP'ye aktarılması,
- 4) Günlük verimlilik tablolarının oluşturulması,
- 5) Aylık GEV değerlerinin oluşturulması.

4.4.1. Barkod Veri Girişi ve Artema MNG Sistem Takibi

Operatörler üretime alınan ürünlerin bilgilerini sisteme veri olarak tanıtabilmek için üretim süreçleri boyunca yanlarında bulunan malzeme akış formlarını kullanmaktadırlar. Bu formlar; ürünün kodu, adı, adedi gibi bilgileri içermektedir. EK 3'de malzeme akış formu örneği gösterilmiştir. Formları sisteme tanıtmayı işlemi için her üretim tezgahının yanında bulunan VTT cihazlarından ve bunların bağlı olduğu barkod okuyuculardan faydalanılmaktadır. Bu işlemden sonra ilgili birimdeki üretim süreci de başlamış olmaktadır.

Üretim birimindeki operatörler üretime devam ederken aynı zaman diliminde Metot Geliştirme biriminde bulunan bir memur üretim sürecini Barkod Sisteminin yazılımı olan Artema MNG üzerinden gerçek zamanlı olarak takip etmektedir. Üretimde herhangi bir duruş gerçekleşmesi durumunda sistemde gerçek zamanlı olarak görölmektedir.

Bu yapının sistemde izlenebilmesini mümkün kılmak için söz konusu duruşların sisteme tanıtılması gerekmektedir. *Puantaj* adı verilen bu duruşlar sisteme *puantaj kodları* vasıtasıyla tanımlanmaktadır. Artema'da kullanılan puantaj kodları izelge 7'de gösterilmiştir.

Çizelge 7. Kullanılan Puantajlar

Puantaj	Puantaj Kodu	Puantaj	Puantaj Kodu
ARA AYAR	A	REVİZYON	U
ARA DURUŞ	AD	TASHİH	T
ÜRETİM ARAÇLARI HATALI / YOK	B	TASLAK VE KUM MAÇA BEKLEME	Z
OPERATÖR YOK	C	DİĞER KAFA BEKLEME	IU
KALIP MAÇA ISITMA/BOŞ ÇALIŞTIR	D	İŞ EMİRSİZ ATÖLYE İÇİ DENEMELER	K
ENERJİ YOK	E	YEMEK ARASI	YY
ARIZA	F	BAKIMA BİLDİRİLMİYEN KÜÇÜK ARIZALAR	1F
TEZGAH BAKIMI VE TEMİZLİĞİ	L	MAKİNA DURDURULARAK YAPILAN YAĞLAMA	Y
MALZEME YOK	M	MALZEMELER YÜKLEME-BOŞALTMA KAYIPLARI	1M
ÜRETİM	R	KALIP/MAÇA TEMİZLİĞİ	H
SET UP	S	KALİTE SONUÇLARI BEKLEME	N

Bu tanımlanan puantajlardan birinin gerçekleşmesi durumunda operatörler VTT cihazlarına ilgili puantajın girişini yapmaktadırlar. Buna ek olarak ilgili ürünlerin üretimleri tamamlandığında operatörler sistemden çıkış yapıp üretim bilgilerini girmektedirler. Manuel olarak yapılan bu girişlerdeki hataları engellemek için periyodik olarak puantaj eğitimleri verilmektedir.

4.4.2. İş Etüdü Çalışmaları ve Standart Zamanların Belirlenmesi

Artema MNG yazılımının genel üretim takip ekranında üretimi gözlemleyen memur, üretimde bulunan ürün kodlarından bazıları için iş ölçümü gerekmesi durumunda hazır bulunmaktadır. Burada bahsedilen iş ölçümü ise metot etüdüyle birlikte iş etüdünün iki alt bileşenidir.

İş etüdü, üretim faktörlerinin sistemli bir şekilde düzenlenmesi ve ölçülmesiyle, bu faktörlerden daha fazla verim alınması hedefleyen çalışmalar için kullanılan tanımlamadır (Tekin, 1996).

Metot etüdü ise makineler ve insanlar tarafından gerçekleştirilen faaliyetlerin daha basit ve güvenli bir şekilde daha yüksek verimlilikte, daha kaliteli olarak düşük maliyetler çerçevesinde üretilebilmesi için mevcut metodun analiz edilip yenilerinin geliştirilmesi için yapılan çalışmalardır (Özcan, 2015).

Kobu (1999) iş ölçümü yapılmasındaki temel hedefin, işin yapılış süresini belirlenerek yönetim birimlerinin daha doğru kararlar almalarının sağlanması olarak tanımlamaktadır.

Bu bilgiler doğrultusunda daha önceden standart üretim süresi olmayan, iyileştirme çalışmalarından sonra yeni üretim süreleri bulunmayan veya standart üretim süresinin belirlenmesi için yeterli gözlem adedine ulaşmamış ürünler için iş ölçümü yapılmaktadır. İş ölçümü ile elde edilen standart süreler vasıtasıyla GEV'in bileşeni olan PVO'nun hesaplanabilmesi veya daha doğru hesaplanabilmesi sağlanmaktadır.

Artema'da, üretim birimleri değiştikçe üretim süreçlerinin de değişkenlik göstermesinden dolayı her süreç için farklı iş ölçüm formu kullanılmaktadır. EK 4'de döküm atölyesinde bulunan IMR tezgahının ilgili kod için oluşturulan iş ölçümü gösterilmiştir. IMR tezgahının yedi alt işlemi belirtilen metot etüdü çalışmaları vasıtasıyla oluşturulmuştur. Bu yedi işlem için alınan iş ölçümü süreleri yapılan gözlem adedine bölünerek her birisi için ayrı ayrı ortalama çalışma sürelerine ulaşılmaktadır. Bunu izleyen işlemde ise ortalaması hesaplanan veri, frekans sayısına bölünerek bir adet ürün için ortalama çalışma süresine ulaşılmaktadır. Frekans sayısı işlemin kaç adet ürün için gerçekleştirildiğini göstermektedir. Tablonun devamında ortalama çalışma sürelerinin toplamları o birimdeki işin niteliğinin analiz edilmesiyle bulunan kişisel dinlenme ve değişken payların eklenmesiyle birlikte bir ürün için standart zamanın oluşturulmasını göstermektedir.

4.4.3. Verilerin SAP'ye aktarılması

SAP sistemi farklı birimler arasında veri transferinin sağlanması ve bilginin yönetilmesi için kullanılmakta olan bir yazılımdır. Konu dahilinde, metot etüdüyle üretim süreçleri tanımlanan ve iş ölçümüyle standart üretim süreleri hesaplanan ürünlerin bu verileri; planlama biriminin ürün teslimat sürelerini hesaplaması, maliyet muhasebesinin ürünlerin birim maliyetlerini oluşturması gibi alanlarda da kullanılabilmesi için sisteme tanıtılması gerekmektedir.

Üretime yeni giren kodlar SAP sisteminde CA01 modülü altına işlenmektedir. Bu kodların üretim alanında izleyeceği rota ve üretim süreçleri yine bu modül aracılığı ile sisteme tanıtılmaktadır. Bir önceki adımda bahsedilen ölçümleri alınan ve güncellenen standart üretim süreleri ise CA02 modülü altına girişleri yapılmaktadır. Böylece sisteme işlenen sürelerle birlikte ürün kodlarının temel verileri kayıt altına alınmaktadır. Şekil 17’de CA02 modülü gösterilmiştir.

Ahtr.sözcük	Giriş kuralı	G...	Tanım
Makine Süresi	Girilmesi ge...		
İşçilik Süresi	Girilmesi ge...		
GUG süresi	Doğrulama yok		
DUG süresi	Doğrulama yok		
Hazırlık Süresi	Girilmesi ge...		

Şekil 17. CA02 Modülü

GEV değerlerinin oluşturulma sürecinde ise SAP sistemi bir köprü vazifesi görmektedir. Birinci adımda anlatılan duruşların sisteme girişinin sağlanmasıyla KUO, ikinci adımdaki standart sürelerin oluşturulmasıyla PVO, kalite biriminin ürünlerin hatalı üretim adetlerini sisteme girişini yapmasıyla beraber KAO hesaplanması için gerekli veriler sistemde bulunacaktır. Bir sonraki adım günlük verimliliklerin oluşturulması aşamasında sistemden çekilen raporla beraber, bunlar birleştirilmiş halde ilgili üretim faaliyetleri için elde edilmiş olacaktır.

4.4.4. Günlük Verimliliklerin Oluşturulması

Günlük verimliliklerin oluşturulmasına sistemden bir önceki günün verimlilik raporu çekilerek başlanmaktadır. Rapor, tüm tesis için çekilebildiği gibi üretim atölyeleri için ayrı ayrı veya tezgah bazında da çekilebilmektedir. İstenen tarih aralığı ve üretim birimi tanımlandıktan sonra, çekilen rapor işlenmemiş excel dosyası halinde elde edilmektedir. Çekilen bu rapor, önceden formülleri hazırlanmış şablonun üstüne oturtularak daha sonraki adımda aylık GEV değerlerinin oluşturulmasında kolaylık sağlamaktadır.

Bu aşamada örnek olarak mekanik atölye için 2014 yılının ilk çalışma gününün verimlilik raporu çekilecektir. Sonraki aşamalarda bu günlük olarak çekilen raporlar birleştirilerek aylağa çevrilecek ve atölyenin aylık GEV değerine ulaşılabilecektir. Aynı işlem diğer atölyeler içinde yapılacak böylece aylık bazda tesisin GEV değerine ulaşılabilecektir. Çalışmada bu işlem, 2014 yılındaki tüm aylar için hazırlanıp bir yıllık verimlilik değerleri analiz edilecektir.

EK 5'te çekilen raporun birinci kısmı, Barkod Sistemine giriş yapan operatörün sicil numarası, işlemi yapan tezgahın kodu, tezgahta birden daha fazla üretim kafası varsa numarası, tezgahın bağlı olduğu iş birimi, hangi vardiyada üretildiği, tarih, sipariş kodu, işlenen parça birden fazla işlem içeriyorsa numarası (tek işlem için 10, iki işlem için 20), parçanın tesis içerisindeki kodu, parçanın adı, standart üretim süresi, operatör sistemden çıkmayı unuttuğunda sistemin atadığı otomatik üretim miktarı, operatör tarafından girilen üretim miktarı, R üretim puantajı (parçanın duruşlar hariç üretimde kaldığı süre), standart vardiya miktarı olarak (R puantaj süresi/standart süre) bilgilerini kapsamaktadır. Raporun ikinci kısmı ise, KUO, PVO, KAO, GEV ve puantajların dağılımından oluşmaktadır.

GEV denklemini tesis içerisinde kullanılabilir kılmak için puantajlardan yararlanılmaktadır. GEV hesaplama yönteminde toplam süre yerine planlı duruşların dahil edilmediği üretilebilir sürenin baz alınmasından dolayı bu duruşların net bir şekilde ayrılması gerekmektedir. Artema'da kullanılan puantaj türleri Çizelge 8'de gösterilmiştir.

Çizelge 8. Puantajlar Türleri

PUANTAJ TÜRLERİ	PUANTAJ KODLARI
ÜRETİM PUANTAJI	R
PLANLI DURUŞLAR	C, J, L, Q, U, V, YY, 1M
PLANSIZ DURUŞLAR	A, AD, B, D, E, F, G, H, IU, K, M, N, S, T, X, Y, Z, 1F, 1N

Nakajima'nın (1989) genel hatlarını belirlediği GEV denkleminin tesis içerisinde tanımlı puantajlar yardımıyla kullanılabilirliğini sağlayan denklemler aşağıdaki gibi uygulanmaktadır.

$$KUO = \frac{\text{R Puantajı}}{\text{Tüm Puantajlar - Planlı Duruşlar}} \times 100 \quad (4.1)$$

$$PVO = \frac{\text{Üretilen Miktar} \times \text{Standart Süre}}{\text{R Puantajı}} \times 100 \quad (4.2)$$

$$KAO = \frac{\text{İşlenen Ürün} - (\text{Hatalı} + \text{Tamirli} + \text{Hurda})}{\text{İşlenen Ürün}} \times 100 \quad (4.3)$$

$$GEV = \frac{KUO \times PVO \times KAO}{10.000} \quad (4.4)$$

4.4.5. Aylık Genel Ekipman Verimliliği Değerlerinin Oluşturulması

Günlük oluşturulan verimlilik tabloları, aylık GEV değerlerine ulaşılabilmesi için bir araya getirilip, birleştirilmesi gerekmektedir. Bu adımda asıl amaç; tezgahların, tezgah gruplarının ve atölyenin ağırlıklandırılıp her bir tezgahın, tezgah grubunun ve atölye genelinin verimliliklerine ayrı ayrı ulaşmaktır. Bu adımda bir

önceki adımda olduğu gibi mekanik atölyenin verileri kullanılmıştır. Değerler Ocak 2014 dönemi için bir aylık periyodu kapsamaktadır.

Öncelikli olarak her bir tezgahın işlemlerini kendi içlerinde üretim sürelerine göre ağırlıklandırıp tezgahların ilgili aydaki KUO, PVO, KAO ve GEV değerleri bulunmaktadır. Böylece atölye içindeki verimsiz tezgahlar ve verimsizlik kaynakları tespit edilebilmektedir. Ağırlıklandırma işlemi sonrasında oluşturulan tezgahların aylık verimlilik çıktısı Çizelge 9’da gösterilmiştir.

Çizelge 9. Mekanik Atölye Aylık Tezgah Verimliliği

	KUO	PVO	KAO	GEV
3815	88,44	100,26	99,99	88,75
3816	95,32	96,61	100,00	91,88
3817	87,38	93,38	94,00	76,66
3820	97,25	99,63	100,00	96,92
3821	87,20	96,90	96,91	82,05
3822	87,20	99,85	97,96	85,28
3823	89,23	98,45	96,79	85,10
3824	89,17	99,19	99,15	88,25
3830	96,23	92,68	99,65	89,18
3831	91,77	74,69	84,39	57,78
3832	96,26	84,39	100,00	80,68
3835	92,03	82,19	99,61	74,79
3836	94,56	81,32	99,79	76,12
3837	94,72	71,98	99,87	68,23
3901	85,09	96,75	99,92	82,17
3902	84,21	98,72	99,97	83,14
3904	93,89	97,44	100,00	91,41
3905	87,12	97,49	99,73	84,81
4000	90,46	98,65	100,00	89,51
4101	90,97	98,12	99,88	89,23
4103	93,69	94,44	99,51	88,13
4105	94,10	98,32	97,77	90,46
4106	95,64	96,14	99,80	91,78
3825	97,25	90,95	93,00	82,17
3838	93,23	96,95	98,23	88,89
3839	91,85	94,64	97,96	85,17

Tezgah gruplarının ağırlıklandırılması bir önceki adımda tezgahların ağırlıklandırılması gibi hesaplanmaktadır. Her bir tezgah grubunun işlemlerini kendi içlerinde üretim sürelerine göre ağırlıklandırıp grupların ilgili aydaki KUO, PVO, KAO ve GEV değerleri bulunmaktadır. Ağırlıklandırma işlemi sonrasında oluşturulan tezgah gruplarının aylık verimlilik çıktısı Çizelge 10’da gösterilmiştir.

Çizelge 10. Mekanik Atölye Aylık Tezgah Grubu Verimliliği

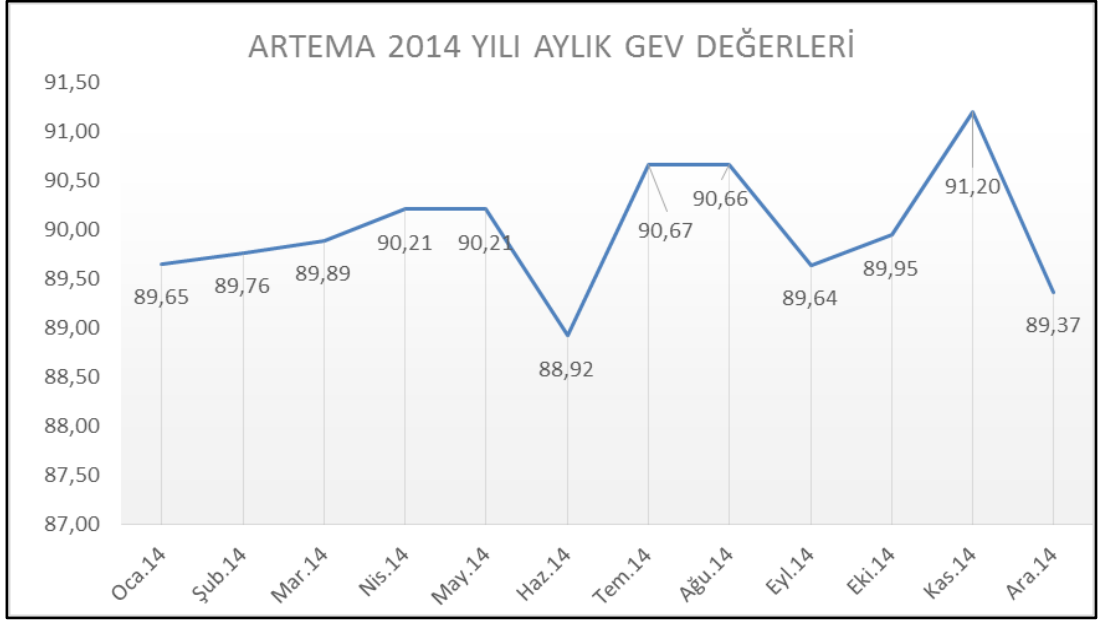
	KUO	PVO	KAO	GEV
CHIRO	94,14	80,69	96,02	73,14
DIA	97,25	99,63	100,00	96,92
GM	88,08	97,62	99,88	85,88
M4103	93,69	94,44	99,51	88,13
M4105	94,10	98,32	97,77	90,46
MAZAK	90,97	98,12	99,88	89,23
RIELO	87,86	98,46	97,25	84,19
MASPE	89,17	99,19	99,15	88,25
M14M	88,44	100,26	99,99	88,75
M18M	95,32	96,61	100,00	91,88
MBM	87,38	93,38	94,00	76,66
PFD70	90,46	98,65	100,00	89,51
M4106	95,64	96,14	99,80	91,78
YTM	97,25	90,95	93,00	82,17
FANUC	92,63	95,94	98,11	87,26

Son olarak, ilgili ayda oluşan tüm işlem kayıtlarını üretim sürelerine göre ağırlıklandırılıp atölyenin GEV değerinin bulunması gerekmektedir. Mekanik Atölyenin Ocak 2014 döneminde gerçekleşen GEV değeri ve bileşenleri Çizelge 11’de gösterilmiştir.

Çizelge 11. Mekanik Atölye Aylık GEV Değerleri

Mekanik Ocak 2014			
KUO	PVO	KAO	GEV
91,90	94,28	98,11	85,08

Iannone ve Nenni (2013) yaptıkları çalışmada dünya standartlarında birinci sınıf üretim yapan kuruluşların GEV değerinin %85 - %92 aralığında olduğu saptamışlardır. İlgili dönemde Artema Mekanik Atölye’nin bu aralıkta üretim yaptığı gözlemlenmiştir. Ancak detayları incelediğimizde Nakajima’nın (1988) yaptığı çalışmasında GEV bileşenleri için önerdiği ideal değerler olan; KUO için %90 üzeri, PVO için %95 üzeri ve KAO için %99 üzeri seviyelerinden Artema Mekanik Atölyenin PVO ve KAO değerlerinin ideal değerlerin altında kaldığı saptanmıştır. Örnek olarak hesaplanan Mekanik Atölye aylık GEV değerleri diğer atölyelerde de bu beş aşamalı metotla hesaplanmaktadır. Bu yolu kullanarak, öncelikle Ocak 2014 döneminin sonrasında da tüm yılın tesis geneli GEV değerleri elde edilmektedir. Bu değerler Şekil 18’de görülmektedir.



Şekil 18. 2014 Yılı Gerçekleşen GEV Değerleri

4.5. ÖNERİLEN GENEL EKİPMAN VERİMLİLİĞİ

Genel Ekipman Verimliliği, yalın üretim felsefesine dayanan işletme içerisinde oluşan kayıpların tanımlanması ve analiz edilmesi için kullanılan bir araçtır. Diğer bir taraftan, TVB kapsamında yapılan iyileştirme çalışmalarının işletmeye olan katkılarını yine GEV ölçümünün kullanılmasıyla belirlenebilmektedir. GEV hesaplama yöntemi, işletme içerisinde verimsiz alanların ve kayıpların teşhis edilmesi için bu kayıplara odaklanarak çalışmaktadır. Ancak, kayıplara odaklanan bu yapının çeşitli dezavantajları vardır. Ljunberg (1998) yaptığı çalışmada GEV'in kapasite kullanımını düşüren tüm faktörleri göz önünde bulundurmadığını belirtmiştir. Oechsner ve diğerlerine (2002) göre tüm tesisin verimliliği sadece ekipmana odaklanmaktan daha kapsamlı olmalıdır. Bu nedenle tesisin nihai hedefinin sadece ekipmanın değil, bütünleşmiş tüm sistemin verimliliğinin artırılması olmalıdır.

Bu dar bakış açısı altında planlı duruş gibi faktörlerin göz ardı edilmesi ise üretim birimi yöneticilerinin bu kayıpların kendi sorumlulukları dışında gerçekleştiğini savunabilmeleri için fırsat vermiştir (Wudhikarn, 2012). Kişisel deneyimler ise hesaplama dışı bırakılan planlı duruşların üretim alanında etik

olmayan faaliyetleri de beraberinde getirdiğini savunmaktadır. Üretimin devam ettiği süreçte operatörlerin planlı duruş puantajlarından herhangi bir tanesini sisteme girmesi GEV değerini olduğundan yüksek çıkmasına neden olmaktadır. GEV yapısının gerek kapsama alanının dar olması, gerekse işletmelerin kendilerine özgün iş süreçlerine uyum sağlayabilmesi için çeşitli değişikliklerle yeniden tasarlanması zorunludur.

4.5.1. Toplam Efektif Ekipman Performansı Yaklaşımı

Bu aşamada çalışma, ilk olarak Ivancic (1998) tarafından önerilen TEEP metodunun işletmenin yapısına uyarlanarak verimliliklerin, planlı duruşların da hesaplama dahil edildiği toplam süre üzerinden hesaplanmasını dikkate almaktadır. Konu dahilinde TEEP hesaplama yöntemi işletmenin puantaj tanımlarıyla uyumlu hale getirilmeye çalışılmıştır. İzleyen süreçte işletmenin bir yıllık tüm verimlilik girişleri TEEP'ye göre düzenlenip tekrardan hesaplanmıştır. Böylece örnekleme yapılmadan iki yapı arasındaki farklılıkları bir yıllık periyotta net olarak gözlemleme imkanı oluşmuştur.

İşletmenin mevcut durumda kullandığı puantajlar kullanılarak düzenlenen TEEP metodu, (4.5), (4.6), (4.7) ve (4.8) denklemleri yardımıyla hesaplanmıştır.

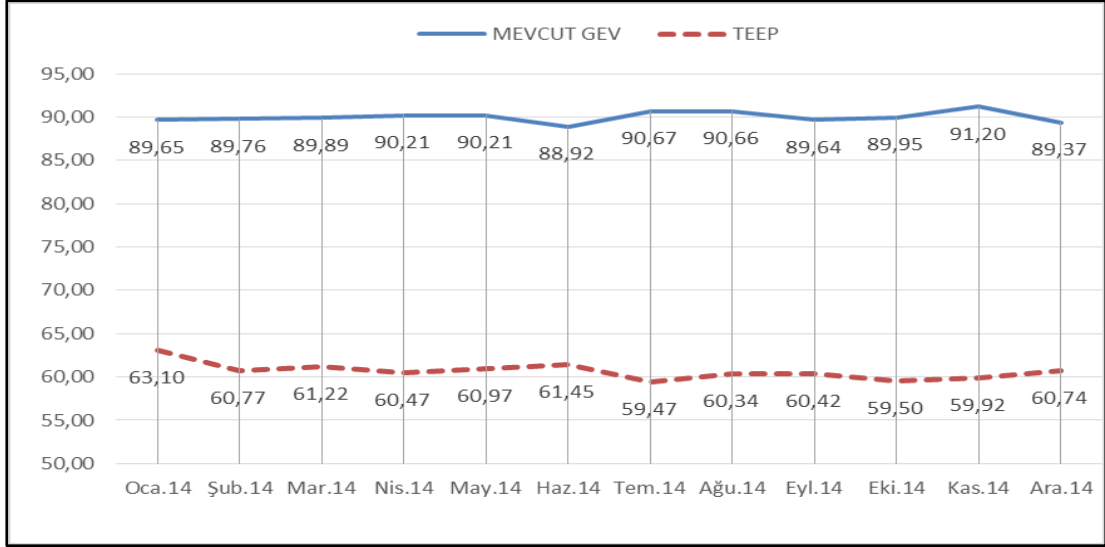
$$TEEP = \frac{\text{Varlık Kullanım Oranı} \times \text{Hız Oranı} \times \text{Kalite Oranı}}{10.000} \quad (4.5)$$

$$\text{Varlık Kullanım Oranı} = \frac{\text{R Puantajı}}{\text{Toplam Süre}} \times 100 \quad (4.6)$$

$$\text{Hız Oranı} = \frac{\text{Üretilen Miktar} \times \text{Standart Süre}}{\text{R Puantajı}} \times 100 \quad (4.7)$$

$$\text{Kalite Oranı} = \frac{\text{İşlenen Ürün} - (\text{Hatalı} + \text{Tamirli} + \text{Hurda})}{\text{İşlenen Ürün}} \times 100 \quad (4.8)$$

Kurulan bu yapı tüm verimlilik girişlerinin üzerine uyarlanmıştır. Böylece her iki metot arasında oluşan bir yıllık verimlilik sonuçlarının farkı Şekil 19’da gösterildiği gibi oluşmuştur.



Şekil 19. 2014 Yılı Mevcut GEV ve TEEP Metodu Karşılaştırması

İşletmeye TEEP yapısının uyarlanıp, uygulanması esnasında çeşitli sorunlar gözlemlenmiştir. TEEP metodunda verimlilik hesaplaması, planlı ve plansız duruş farkı gözetmeksizin toplam süre üzerinden yapılmasını amaçlamaktadır. Ancak, GEV yapısının asıl güçlü olduğu yer bu kayıpların tanımlanması, gruplara ayrılması ile üretim alanında karşılaşılan problemlerin çözülmesidir. Bu nedenle GEV’in odağının uygun olmayan bir yolla genişletilmeye çalışılması, GEV’in asıl işlevini yapamaz hale getirecektir. Böylece üretim alanındaki problemlerin çözümü ile verimliliğin arttırılması negatif yönde etkilenecektir. Ericsson (1997) ekipman hatalarının kapsamı ve üretim kayıplarının nedenleri tam olarak anlayamadığında, TVB faaliyetleri büyük problemleri çözemeyeceğini ve kötüye giden performansı teşhis edemeyeceğini savunmuştur.

Diğer bir husus, yalın üretim sistemi içerisinde aynı vardiyalarda ve aynı tezgahlarda kısa süreli ilk ayarların yapılması hedeflenerek farklı ürünler üretilmesi amaçlanmaktadır. Ancak, aynı zaman diliminde ve aynı tezgahlarda farklı ürünlerin üretilmesi toplam zamanı esas alan TEEP metodunun hesaplanabilmesini güçleştirmekte veya hatalı hesaplanmasına neden olmaktadır.

Son olarak TEEP yapısı işletmenin kullanabileceği bir yapı olmaktan uzaktır. Yapıya uygun olmamasından kaynaklanan hesaplama hatalarının önüne geçebilmek için mevcut düzenin kaldırılması ve yeni bir yapının kurulmasını gerektirmektedir. Bu durum yeni yatırım ve eğitim ihtiyaçlarını da beraberinde getirecektir. Bu nedenlerden dolayı hem GEV hem TEEP metodunun eksikliklerini kapatacak, işletme için kullanılabilir bir yapının tasarlanması elzemdir.

4.5.2. Önerilen Genel Ekipman Verimliliği Yapısı: Alternatif 1

Önerilen GEV yapısında amaçlanan, hem GEV hem TEEP metodlarının avantajlı kısımlarını barındıran, dezavantajlı kısımlarını ise ortadan kaldıran bir yapının tasarlanmasıdır. Bu sebeple, GEV hesaplama yöntemindeki kayıplara odaklanan yapının bozulmaması ve mevcut kullanılan puantajlara uyumlu bir yapı kurulması ilk koşul olarak öne çıkmaktadır. İkinci koşul ise TEEP metodunda göz önünde bulundurulmuş planlı duruşların da hesaplama dahil edilebileceği bir yapı kurulmasıdır.

Puantajların kullanılması ve ekipmanın değil genelin verimliliğinin ölçülmesinden dolayı *Puantaj Bazlı Genel Verimlilik (PBGV)* adı uygun görülen bu yapının hesaplanması şu şekilde işlemektedir.

$$PBGV = \frac{\text{Kapasite Kullanım Oranı} \times \text{Performans Oranı} \times \text{Kalite Oranı}}{10.000} \quad (4.9)$$

Kapasite Kullanım Oranı (KKO): R puantajı olan üretim süresinin; planlı duruş puantajları, plansız duruş puantajları ve R puantajı toplamına oranlanmasıdır. Böylece vardiya içerisinde üretimin durduğu her an hesaplamada gösterilebilecek ve her puantaj işlemi ilgili tezgahta üretilen parçaya yüklendiğinden hesaplama hatalarının önüne geçilebilecektir.

$$KKO = \frac{\text{R Puantajı}}{\text{R Puantajı} + \text{Planlı Duruşlar} + \text{Plansız Duruşlar}} \times 100 \quad (4.10)$$

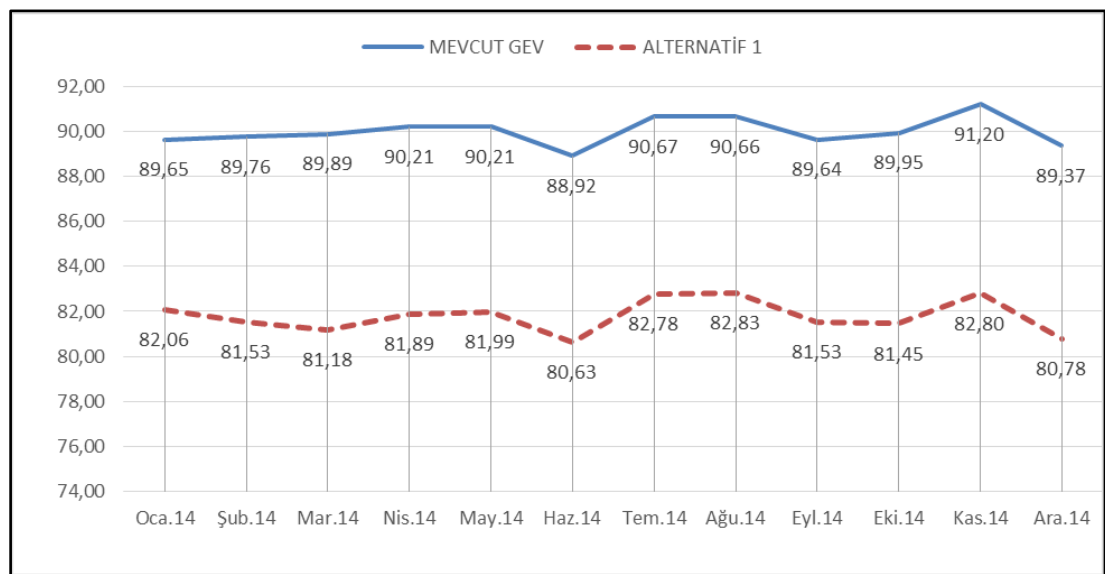
Performans Oranı (PO): Yapılan tasarım, duruş kayıpları üzerinden yapıldığından diğer iki bileşen GEV ve TEEP metotlarıyla aynı olmaktadır. Performans Oranı, GEV'deki PVO ve TEEP'deki Hız Oranı ile aynıdır.

$$PO = \frac{\text{Üretilen Miktar} \times \text{Standart Süre}}{\text{R Puantajı}} \times 100 \quad (4.11)$$

Kalite Oranı (KO): Kalite oranı, yine TEEP ve GEV metotlarındaki kalite oranlarıyla aynı olmaktadır.

$$KO = \frac{\text{İşlenen Ürün} - (\text{Hatalı} + \text{Tamirli} + \text{Hurda})}{\text{İşlenen Ürün}} \times 100 \quad (4.12)$$

Önerilen yapıyı şirketin 2014 yılı boyunca oluşan verimlilik verilerini kullanıp tekrar hesapladığınızda mevcut GEV yapısının sonuçlarından daha düşük çıktığı gözlemlenmiştir. Beklenen bu sonuç, planlı duruşların da verimliliği düşüren etmenlerin içerisinde gösterilip, hesaplama dahil edilmesinden kaynaklanmaktadır. Her iki metot arasında oluşan bir yıllık verimlilik sonuçlarının farkı Şekil 20'de gösterilmiştir.



Şekil 20. 2014 Yılı Mevcut GEV ve Alternatif 1 Metodu Karşılaştırması

4.5.3. Önerilen Genel Ekipman Verimliliği Yapısı: Alternatif 2

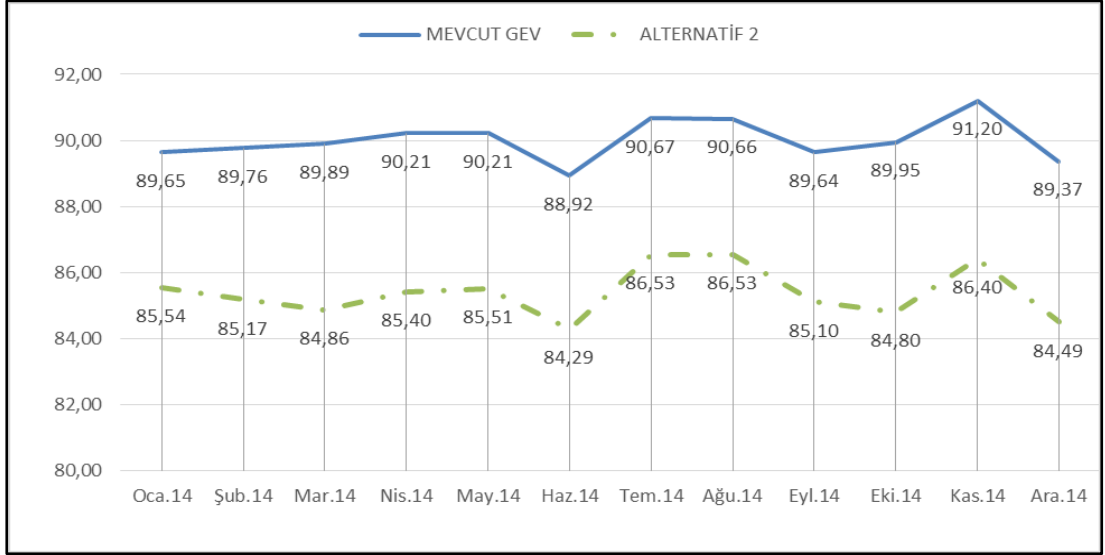
İkinci alternatif olarak tasarlanan yapıda ise planlı duruşlar altında değerlendirilen öğle tatilinin (YY puantajı) hesaplama dışı bırakılmasını içermektedir. Planlı duruşların altında bulunan operatörün bulunmaması, tezgah bakım ve temizliği, planlı bakım, malzeme yükleme ve boşaltma puantajları gerekli çalışmalar yapılarak iyileştirilebilir duruşlardır. Ancak iş kanunlarında verilmesi zaruri olan öğle arası tatilinin bu çalışmaların dışında tutulması gerekmektedir.

TVB projelerinin temelinde bulunan otonom bakım faaliyetleri çerçevesinde tezgahlarda çalışan operatörlere çalışma alanının sahiplendirilmesi ve “Benim makinem” anlayışının kazandırılması, bu sebeple de üretim alanında çalışan odaklı bir yapının kurulması gerekmektedir. Ancak, öncesinde çalışanların temel hakları gözetilmeli ve öğle tatili kaynaklı duruşların kayıp olarak nitelendirilmemesi gerekmektedir.

İkinci alternatifteki hesaplama yönteminin birinci alternatiften farkı, Puantaj Bazlı Genel Verimliliğin bileşeni olan Kapasite Kullanım Oranı (KKO) üzerinde gerçekleşmiştir. İkinci alternatifin kapasite kullanım oranı şu şekilde oluşturulmuştur.

$$KKO = \frac{R \text{ Puantajı}}{R \text{ Puantajı} + \text{Planlı Duruşlar} + \text{Plansız Duruşlar} - YY \text{ Puantajı}} \times 100 \quad (4.13)$$

Öğle tatili puantajının hesaplama dışında bırakılmasıyla ikinci alternatifin verimlilikleri birinci alternatife göre nispeten daha yüksek oluşmaktadır. Ancak, diğer planlı duruşların verimlilik hesaplanmasının içerisinde bulunması ikinci alternatifin verimliliklerinin, GEV metodundan yine de düşük oluşmasına neden olmuştur. İkinci alternatifin mevcut GEV yapısıyla karşılaştırılması Şekil 21’de gösterilmiştir.

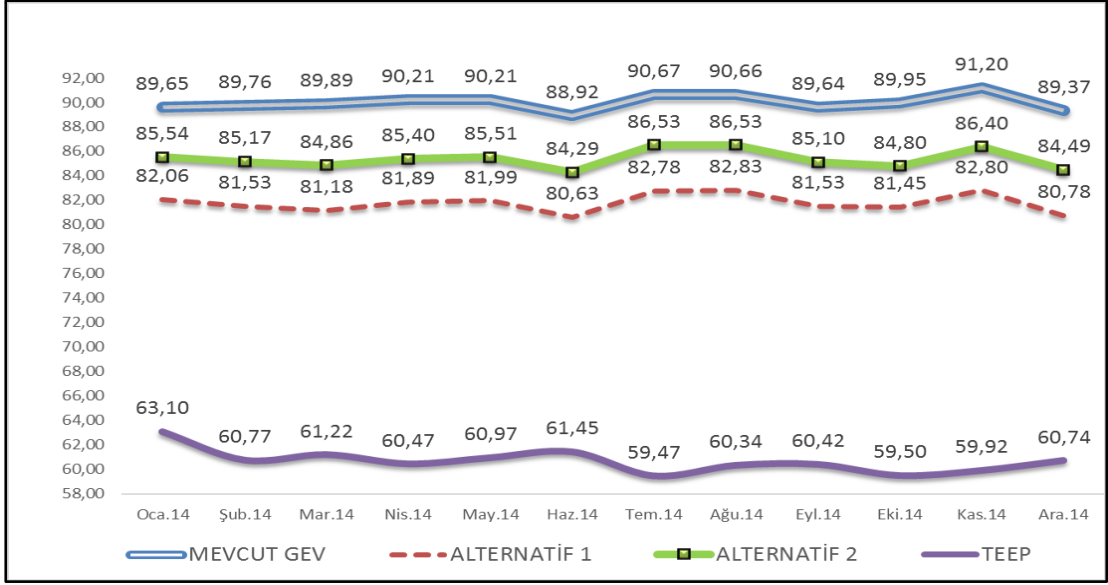


Şekil 21. 2014 Yılı Mevcut GEV ve Alternatif 2 Metodu Karşılaştırması

4.6. BULGULAR VE YORUMLAR

Yalın üretim felsefesini benimsemiş ve bu kapsamda TVB projeleri yürüten işletmede verimliliklerin daha doğru ve daha kapsamlı oluşturulabilmesi için verimlilik tasarımı amaçlanmıştır. Bu doğrultuda tasarım çalışmalarına işletmenin mevcut düzende kullandığı GEV, üretim alanında yaşadığı kayıpları kayıt altına alabilmek ve aynı şekilde yönetebilmek için kullandığı puntajlar ve Barkod Sistemi irdelenerek başlanmıştır. Mevcut literatürde GEV yapısına alternatif olarak geliştirilen ve kapsam alanı GEV'e göre daha geniş olan TEEP metodu yapıya uyarlanmış ve sonuçları izlenmiştir. Her iki metodun avantaj ve dezavantajları analiz edilip sonuçlarına göre iki farklı alternatif ile bu dezavantajların bertaraf edilmesi amaçlanmıştır.

Kullanılan GEV, TEEP, Alternatif 1 ve Alternatif 2'yi metotları işletmenin her atölyesinde ayrı ayrı bir yıllık periyotta hesaplanmış ve bu metotlara ait alt bileşenleriyle verimlilik çıktıları; EK 6'da Mekanik Atölye, EK 7'de Döküm Atölyesi, EK 8'de Pres Atölyesi, EK 9'da Zımpara Polisaj Atölyesi için gösterilmiştir. Bu dört metoda göre tesis genelinde oluşan verimliliklerin sonuçları Şekil 22'de kıyaslanmıştır.



Şekil 22. 2014 Yılı Tüm Metotların Verimlilik Karşılaştırması

İşletmenin mevcut durumda kullandığı ve kayıpların teşhis edilebilmesi için bu kayıplara odaklanma konusunda avantajı bulunan GEV yapısının gerek literatürde gerek uygulama esnasında gözlemlenen dezavantajları şu şekilde sıralanabilir.

- Kapasite kullanımını düşüren tüm faktörlerin göz önünde bulundurulmayıp planlı duruşların hesaplama dışı bırakılması,
- Üretim birimlerinin verimlilik hedeflerinin bu mevcut yapı üzerinden oluşturulması nedeniyle birim yöneticilerine bu kayıplar üzerinde sorumluluk yüklememesi,
- Üretim alanında, etik olmayan verimlilik yapısını aldatmaya yönelik faaliyetlere açık olmasıdır.

Hesaplama yöntemini toplam süre üzerine kurarak, planlı duruşların göz ardı edilmemesi konusunda GEV'e göre daha avantajlı olan TEEP metodunun işletmenin mevcut süreçlerine uyarlanması esnasında gözlemlenen dezavantajları;

- Kayıplara odaklanmak yerine toplam süreyi esas alması nedeniyle, GEV'in TVB projelerindeki asıl işlevi olan kayıpların analizi ile iyileştirme projelerinin yapılabilmesini olumsuz yönde etkilemesi,
- Toplam süreyi esas alan yapısı ile aynı vardiyada aynı tezgahlarda üretim değişikliğinin gerçekleştiği ve farklı parçaların üretime girdiği durumlarda işletmenin kullandığı mevcut sistemle uyumsuz olması ve hesaplama hatalarına neden olması,

- Tam anlamıyla yapıya uyarlanabilmesi için sistem değişikliğine ihtiyaç duyması ile yatırım, eğitim ve iş gücü gerektirmesidir.

Tasarlanan iki alternatif ile hem GEV metodunun kayıplara odaklanan yapısı bozulmamış hem TEEP metodundaki gibi odak genişletilerek planlı duruşlar verimlilik hesabının içerisine dahil edilebilmiştir. İşletmenin kullandığı mevcut Barkod Sistemi ve puantajlar ile uyumlu olması ile uygulanabilir kılınmıştır. Böylece hem GEV hem TEEP metodunun dezavantajlı kısımları ortadan kaldırılabilmiştir.

4.7. POLİTİKA ÖNERİLERİ

Çalışmada, GEV'in işletme için uygulanabilirliğine zarar vermeden, hesaplama yöntemi üzerinde yapılan tasarımlarla daha geniş bir ölçeği kapsamına gayret edilmiştir. Sürekli iyileştirme felsefesinden hareketle verimliliklerin oluşturulması konusunda da her zaman daha iyisinin hedeflenmesinde fayda bulunmaktadır. Muchiri ve Pintelon (2008) yaptıkları çalışmada, verimliliklerin ölçümü konusunda verinin kaynağı, verimlilik metodunun ölçeği ve ölçümlerin yapılma sıklığının önemli konular olduğunu, GEV'in kullanılabilirliğinin ve geçerliliğinin ise büyük ölçüde verilerin toplanmasına ve doğruluğuna bağlı olduğunu belirtmişlerdir.

Ekipmanların analizi konusunda veri toplama metotları ise farklılık göstermekte olup otomatik ve manuel metot olarak ikiye ayrılmaktadır. Sürekli otomatik veri toplama metodu ekipmanlardan alınan faydayı arttırmak için çok güçlü bir metottur (Wiendahl ve Winkelhake, 1988). Bununla beraber, Bourne ve diğerleri (2000) verilerin toplanması, analizi ve raporlanması, tutarlılığın yanında zamandan da tasarruf sağlanması için otomatik olarak yürütülmesi gerektiğini savunmuşlardır.

Artema Armatür Tesisi'nde her ne kadar verimliliklerin oluşturulması, takip edilmesi ve yönetilmesi için Barkod Sistemi ve SAP'den yararlanılsa da, GEV oluşturulma sürecinin en başında operatörlerin puantajları manuel olarak VTT cihazlarına girdiği ve sürecin en sonunda verilerin analizinin ve raporlanmasının yine manuel olarak yapıldığı bilinmektedir.

Bilişim teknolojileri vasıtasıyla verilerin analiz edilmesi ve raporlanmasının ise otomasyona büyük katkı sağladığını görülmektedir. Bilişim teknolojileri destekli performans ölçümleri altında ise ERP uygulamaları öne çıkmaktadır. ERP sistemleri satın alma, envanter yönetimi, müşteri ilişkileri yönetimi ve üretim gibi birimleri bir araya getiren çok modüllü yazılımlar olmasının yanında SAP, PeopleSoft ve Oracle gibi bazı ERP sağlayıcıları platformlarına performans ölçümlerini de dahil etmeye başlamışlardır (Nudurupati ve Bititci 2005).

Çalışmanın yapıldığı tesiste, SAP yazılımına performans ölçüm modülünün eklenmesiyle verilerin raporlanması ve analiz edilmesi aşaması insan kontrolünden çıkartılarak bu sürecin daha doğru ve daha hızlı işletilebilmesi mevcut teknolojik koşullarda mümkün görünmektedir. Bununla beraber Artema'da GEV değerleri bir aylık periyotlar halinde oluşturulmaktadır. SAP sistemine gereken eklentilerin yapılması ile GEV değerlerinin oluşturulması ve raporlanması, sistemi gerçek zamanlı olarak takip edebilme olanağı sunacağından sadece aylık değil istenen her an gerçek zamanlı olarak hesaplama yapılabilecektir.

Üretim alanında ekipmanların üretim, arıza veya bakım gibi puantajlarının analizleri konusunda veri toplamak için otomatik ve manuel olmak üzere iki metot bulunmaktadır. Ljunberg (1998) çalışmasında birçok endüstride verilerin toplanması konusunda operatör veya formenlerin direnç gösterdiğini bu nedenle bu faaliyetler için olabilecek en az zaman alan metodun bulunmasının gerektiğini öğütlemiştir.

Artema'da her ne kadar verilerin toplanması için otomatik metotlardan biri olan Barkod Sisteminden faydalanılsa da puantajların sisteme ilk girildiği anda operatör yardımına ihtiyaç duyulmaktadır. Bu sebeple tam otomatikleşmiş bir performans takip sisteminden bahsetmek doğru bir tespit olmayacaktır. Üretim alanında performans ölçüm ve takip sistemini tam otomatikleşmiş bir sisteme dönüştürmek, böylece insan kaynaklı hataları olabilecek en az seviyeye indirmek için literatürde tanımlanan otomatik veri toplama yerine daha farklı bir teknolojiye ihtiyaç duyulmaktadır. Mevcut durumda bu duruşlarla ilgili verilerin otomatik olarak toplanmasından önce bilgilerin yaratılması aşamasında başka bir ifadeyle *duruşların otomatik olarak tanımlanması* ile sürecin en başından sonuna kadar otomatikleşmesi sağlanabilecektir.

Kayda değer büyüklükte bir ekibin çalışması gerektirdiğinden dolayı TVB uygulamaları çoğunlukla büyük ölçekli işletmeler tarafından kullanılmaktadır. Bamber, Sharp ve Hides (1999) ise küçük ve orta ölçekli işletmelerin (KOBİ) de TVB uygulamalarında başarıyı yakalayabilmeleri için kullanabilecekleri bir metot önermektedirler. Buna ek olarak, Malviya ve Nagaich (2000) çalışmalarında küçük ölçekli bir işletmeye TVB yapısını kurmuş ve GEV değerinde yüzde 15 oranında artış elde etmişlerdir. Bu bilgiler, TVB yapısının sadece büyük ölçekli işletmeler için değil KOBİ'ler için de başarılı çözümler sunabildiğini göstermektedir.

5. SONUÇLAR

Günümüzün zorlu rekabet ortamında; müşteri ihtiyaçlarında değişen beklentiler, eş zamanlı olarak maliyetleri düşürüp, kaliteyi artırma çabaları ve modern pazarlama anlayışındaki değişiklikler; üretim sistemlerinin de tüm bu değişimlere uyarlanmasını zorunlu kılmaktadır. Üretim sistemleri altında değer katmayan tüm faaliyetlerden kurtularak atıkları ve kayıpları yok etmeye odaklanan, müşteri ihtiyaçlarının zamanında karşılanması için oluşturulan yalın üretim felsefesi ise son derece faydalı bir yaklaşımdır.

Yalın üretimin uygulanabilmesi için 5S, tam zamanlı üretim, çekme sistemleri, kaizen, TKY ve TVB gibi birçok araç kullanılmaktadır. Bu araçlar içinde TVB uygulamaları imalat işlemlerini gerçekleştiren operatörlerden üst yönetime kadar tüm çalışanların katılımının sağlandığı, işletme çapında makine - ekipman bakım yönetim sisteminin oluşturularak daha verimli bir üretim alanını hedefleyen sistematik yaklaşımlar bütünü olarak öne çıkmaktadır.

TVB uygulamalarında, çalışan personelin kullandığı ekipman ve tezgahlar üzerinde sorumluluğu ve işini daha doğru yapabilmesi için yetkisi vardır. Bu anlayış dahilinde, verilen eğitimler ile personelin iş yapma kapasitelerini sürekli geliştirmeleri ve işletmeye sürekli değer katmaları amaçlanmaktadır. TVB uygulamaları ile işletmeler; verimlilik artışı, ekipman arızalarında azalma, maliyetlerde düşüş, müşteri şikayetlerinde azalma, iş kazaları ve çevre kirliliğinde azalma gibi birçok konularda gözle görünür faydalı gelişimler elde etmiştir.

TVB uygulamalarında verimlilikler kullanılarak bölümler arası rekabet ortamı oluşturulur. Böylece bir birimde yaşanan verimlilik artışının sonucunda diğer birimlerin de verimliliklerinin artırılması için gerekli motivasyon sağlanmaktadır. Bunun için üretim alanının çeşitli yerlerine panolar yerleştirilerek bölümlerin mevcut durumlarını görünür kılmak esastır.

Diğer bir konu ise verimlilik artışının istihdam üzerindeki etkisidir. Suiçmez (2009) istihdam ile verimlilik arasında kısa dönemde negatif bir ilişki olduğunu göstermiştir. İmalat sanayinde verimliliklerde meydana gelen yüzde 10'luk bir artış, istihdamda yüzde 0,4'lük bir azalış yaratmaktadır. Bu sonucunda gösterdiği gibi verimlilikteki artışlar kısa dönemde istihdam seviyesinde önemli sayılabilecek düzeyde bir azalışa yol açmamaktadır. Ancak uzun dönemde verimlilik artışları ciddi derecede istihdam artışlarına yol açmaktadır. Buna ek olarak, bir ülkenin refah seviyesinin yükseltilebilmesi için verimliliğinin, rekabet gücünün ve istihdamının birlikte artırılması gerekmektedir.

TVB uygulamalarının temelinde, üretim alanında görülen kayıplara odaklanarak, bu kayıpları ekipman arızaları, hız kayıpları ve kalite kayıpları ana başlıkları altında değerlendirip, ortadan kaldırma yoluna giderek ekipmanların kullanılmadığı süreleri azaltmak, maliyetleri düşürmek ve dolayısıyla verimlilikleri arttırmak yatmaktadır. TVB uygulaması yapan işletmelerde, kayıpların belirlenip üç ana başlık halinde gruplara ayrılması vasıtasıyla hem kayıpların hem verimliliklerin kontrol edilmesi GEV metodu ile sağlanmaktadır.

GEV metodu, toplam süre içerisinde planlı duruş olarak adlandırılan süreleri hesaplama dışı bırakıp, üretilebilir süre üzerinden ekipmanlarda gerçekleşen kayıplara odaklanmaktadır. Ancak, GEV'in ekipman kayıplarının nedenlerini teşhis edebilmesi konusunda avantajı olan bu yapı, aynı zamanda bazı problemleri de beraberinde getirmektedir. Yapılan akademik çalışmalar, GEV'in ölçeğinin dar bir alana odaklanması nedeniyle ölçeğinin dışında bulunan diğer kayıpları belirleyemediğini göstermektedir. Böylece üretim birimlerinin gerek verimlilik hedeflerinin bu kayıplar üzerinden hesaplanması, gerekse diğer geliştirilebilir alanların hesaplama dışı bırakılmasından dolayı ilgili birimlerin yöneticilerinin planlı duruşlardan kaynaklanan kayıplar için sorumluluk hissetmemesine neden olmaktadır.

Diğer bir taraftan, GEV hesaplama yönteminin işletmeler için kullanılabilir olması amacıyla temel hatları belirlenen yapıda çeşitli düzenlemelere gidilmesi gerekmektedir. Böylece GEV yapısının, her işletmenin kendisine has olan süreçleri ve kullandıkları teknolojiyle uyum içerisinde çalışması beklenmektedir. GEV'in çeşitli konularda değişikliğe uğramasının gerekliliği ve işletmelerin kendi ihtiyaçları dahilinde orijinal GEV yapısının daha geniş bir bakış açısı kazanması için GEV

metoduna alternatif yapılar önerilmiştir. Bu yapılardan bir tanesi de TEEP metodudur.

Çalışmada, Artema Armatür Üretim Tesisi'nde TVB uygulamalarının etkinliğinin denetlenmesinde mevcut durumda kullanılan GEV metodu analiz edilmiş ve yeni bir GEV yapısı tasarlanmıştır. Bunun için hem GEV hem TEEP metodu işletmenin verimlilik oluşturma süreçleri üzerine uygulanmış ve sonuçları bir yıllık süreçte izlenmiştir. Elde edilen sonuçlardan sonra önerilen yeni yapı, yine bir yıllık dönemde uygulanmış ve diğer metotlar ile kıyaslanmıştır. Bu tasarım oluşturulurken işletmenin kullandığı mevcut yapı tamamen değiştirilmeden mevcut düzene uygulanabilir olmasına dikkat edilmiş, bu sayede tasarlanan yeni yapının kullanılabilir olması sağlanmaya çalışılmıştır.

İşletmede GEV'in kullanılmasıyla; kapasite kullanımını düşüren planlı duruşların hesaplama dışı bırakılması, üretim birimi yöneticilerinin bu hesaplama dışı bırakılan alanlarda sorumluluk üstlenmemesi ve üretim alanında etik olmayan, verimlilik yapısını aldatmaya yönelik faaliyetlere açık olması gibi konularda dezavantajları bulunmaktadır. Diğer yandan TEEP yapısının kullanılmasıyla; kayıplar yerine toplam süreyi esas almasından kaynaklanan GEV'in asıl işlevi olan kayıpların analiz edilememesi, mevcut sistemle uyumsuzluğundan kaynaklanan hesaplama hatalarına neden olması, tam anlamıyla kullanılabilir kılınması için sistemin tamamen değiştirilip yatırım, işgücü ve yeni eğitimleri gerektirmesi konularında dezavantajları gözlemlenmiştir.

İki alternatifli olarak oluşturulan yeni yapıların hesaplama yöntemlerinde planlı duruşların da kullanılmış olmasından dolayı GEV'de gözlemlenen problemler bertaraf edilmiştir. Buna ek olarak, işletmenin kullandığı puantaj tanımları üzerinden oluşturulması ile de TEEP'de gözlemlenen kayıpların analiz edilememesi, hesaplama hatalarına neden olması ve yeni yatırımlar gerektirmesi konularının önüne geçilmiştir.

Bu çalışmanın belirlemeye çalıştığı temel katkılar uygulamalı literatüre, çalışmanın yapıldığı işletmeye, çalışanlara ve çevreye olmak üzere dört ana başlıkta toplanabilir. Konuyla ilgili yapılan çalışmalar literatürde incelendiğinde, özellikle işletmelerin kullanabileceği GEV yapılarının tasarımları konusunda kısıtlı düzeyde bilgi olduğu gözlemlenmiştir. Bu çalışmanın sonuçları bundan sonra yapılacak

çalışmalarda yeni yapıların şirketlere uyarlanması konusunda yardımcı olacaktır. Buna ek olarak, tesis genelinde oluşturulan bu çalışma, üretim birimleri ve aksiyonları için bir yıllık dönemlik periyotta hesaplanmıştır. Böylece örnekleme yerine tüm verilerin analizinin yapılması ile varsayım kullanılmadan mevcut GEV ve Önerilen GEV yapılarının sonuçları ve farklılıkları net bir şekilde ortaya konulmuştur.

Yapılan çalışmanın işletme açısından sağlamaya çalıştığı katkıya baktığımızda, önerilen yeni yapının işletmenin duruşları tanımlamak için kullandığı puantaj kodları üzerinden geliştirildiğinden uygulanabilir olduğu görölmektedir. Buna ek olarak GEV değerleri sadece performans ölçümü olarak değil aynı zamanda hedef parametresi olarak kullanıldığından, verilerin daha gerçekçi oluşturulması işletmenin geleceğe dair daha doğru kararlar alabilmesi ve daha gerçekçi planlar yapabilmesi için altyapı oluşturacaktır.

Önerilen GEV yapılarından ikincisinde planlı duruşlar hesaplamaya dahil edilirken çalışanların dinleme zamanları dikkate alınarak oluşturulmuştur. Böylece üretim sistemleri geliştirilirken sadece daha verimli ve daha karlı olmasının yanında çalışan personele de duyarlı olmasının gerekliliği göz önünde bulundurulmuştur.

Son olarak, israfları yok etmeye çalışıp doğanın sunduğu kaynakları daha verimli kullanmaya odaklanan yalın üretim, sürdürülebilir üretim konusunda çok önemli bir yere sahiptir. Bu nedenle, yalın üretim felsefesi altında değerlendirilen TVB ve GEV yapıları için geliştirme çalışmalarının, doğanın dengesinin korunmasına direkt olarak katkısının olduğu bir gerçektir.

6. KAYNAKÇA

- Al-Hassan, K., Chan, J.F., and Metcalfe, A.V. (2000). The role of total productive maintenance in business excellence. *Total Quality Management*, 11(4-6), 596-601.
- Andersson, R., Manfredsson, P., and Lantz, B. (2015). Total productive maintenance in support processes: an enabler for operation excellence. *Total Quality Management & Business Excellence*, 26(9-10), 1042-1055.
- Arslan, Betül. (2008). Overall equipment effectiveness (OEE) implementation: A case study / Genel ekipman verimliliği uygulaması: vaka çalışması. (Yüksek Lisans Tezi, Bahçeşehir Üniversitesi, 2008) Uluslararası Tez Özeti, 69, 216271.
- Askin, G. R., and Goldberg, J. B. (2002). *Design and Analysis of Lean Production Systems*. New York: John Wilen&Sons Inc.
- Attri, R., Grover, S., Dev, N., and Kumar, D. (2013). An ISM approach for modelling the enablers in the implementation of Total Productive Maintenance (TPM). *International Journal of System Assurance Engineering and Management*, 4(4), 313-326.
- Aydoğan, E. (2008). Kurumsal Kaynak Planlaması. *Türkiye Sosyal Araştırmalar Dergisi*, 12(2), 107-118.
- Bamber, C. J., Sharp, J. M., and Hides, M. T. (1999). Factors affecting successful implementation of total productive maintenance: a UK manufacturing case study perspective. *Journal of Quality in Maintenance engineering*, 5(3), 162-181.
- Borris, Steve. (2006). *Total Productive Maintenance*. New York: McGraw-Hill Press.
- Bourne, M., Mills, J., Wilcox, M., Neely, A., and Platts, K. (2000). Designing, implementing and updating performance measurement systems. *International journal of operations & production management*, 20(7), 754-771.
- Bozoğlu, M. Önem. (1998). Toplam Üretken Bakım ve Uygulaması. Yayınlanmamış Yüksek Lisans Tezi, Anadolu Üniversitesi Sosyal Bilimler Enstitüsü, Eskişehir.

- Chakravarthy, G. R., Keller, P. N., Wheeler, B. R., and Van Oss, S. (2007, June). A methodology for measuring, reporting, navigating, and analyzing overall equipment productivity (OEP). Paper presented at *Advanced Semiconductor Manufacturing Conference*, Stresa, Italy.
- Chan, F. T. S., Lau, H. C. W., Ip, R. W. L., Chan, H. K., and Kong, S. (2005). Implementation of total productive maintenance: A case study. *International Journal of Production Economics*, 95(1), 71-94.
- Choy S. Y., (2003) . TPM Implementation Experiences. Web:<http://www.maintenanceresources.com/referencelibrary/ezine/tpmimplementation.htm> adresinden 6 Mart 2016'da alınmıştır.
- Costa, S. E., and Lima, E. (2002). Uses and misuses of the 'Overall Equipment Effectiveness' for production management, *IEEE International Engineering Management Conference*, 2, 816-820.
- Çayır, E., ve Yanmaz, M. (2005). Demir ve çelik fabrikalarında bilgisayar destekli verimlilik yönetim sistem, *III. Demir-Çelik Kongresinde* sunuldu, Zonguldak.
- Dal, B., Tugwell, P., and Greatbanks, R. (2000). Overall equipment effectiveness as a measure of operational improvement - A practical analysis. *International Journal of Operations & Production Management*, 20(12), 1488-1502.
- De Ron, A. J., and Rooda, J. E. (2006). OEE and equipment effectiveness: an evaluation. *International Journal of Production Research*, 44(23), 4987-5003.
- Demiray, Ayşegül. (2010). Toplam Verimli Bakım ve Bir İmalat İşletmesinde Uygulanması. (Yüksek Lisans Tezi, Gazi Üniversitesi, 2010). Uluslararası Tez Özeti, 160, 269913.
- Dönmez, Cumhuri. (2004). Toplam Verimli Bakım ve Hedeflerinin Gebze Lever Elida Fabrikasında İncelenmesi. (Yüksek Lisans Tezi, Dokuz Eylül Üniversitesi, 2004). Uluslararası Tez Özeti, 162, 145499.
- Elvan, Funda. (2012). Türkiye'de Başarılı Toplam Verimli Bakım Uygulaması Yapan Seçilmiş Kuruluşların Kıyaslaması. (Yüksek Lisans Tezi, Erciyes Üniversitesi, 2012). Uluslararası Tez Özeti, 176, 317833.
- Ericsson, J. (1997). Disruption analysis-an important tool in lean production (Doctoral dissertation, Lund University, 1997). *Dissertation Abstracts International*, 227, ISBN 91-628-2805-3.
- Fredendall, L. D., Patterson, J. W., Kennedy, W. J., and Griffin, T. (1997). Maintenance: modeling its strategic impact. *Journal of Managerial Issues*, 9(4), 440-453.
- Genç, Ahmet. (2007). Toplam Verimli Bakım ve Uygulaması. (Yüksek Lisans Tezi, Erciyes Üniversitesi, 2007). Uluslararası Tez Özeti, 147, 177678.

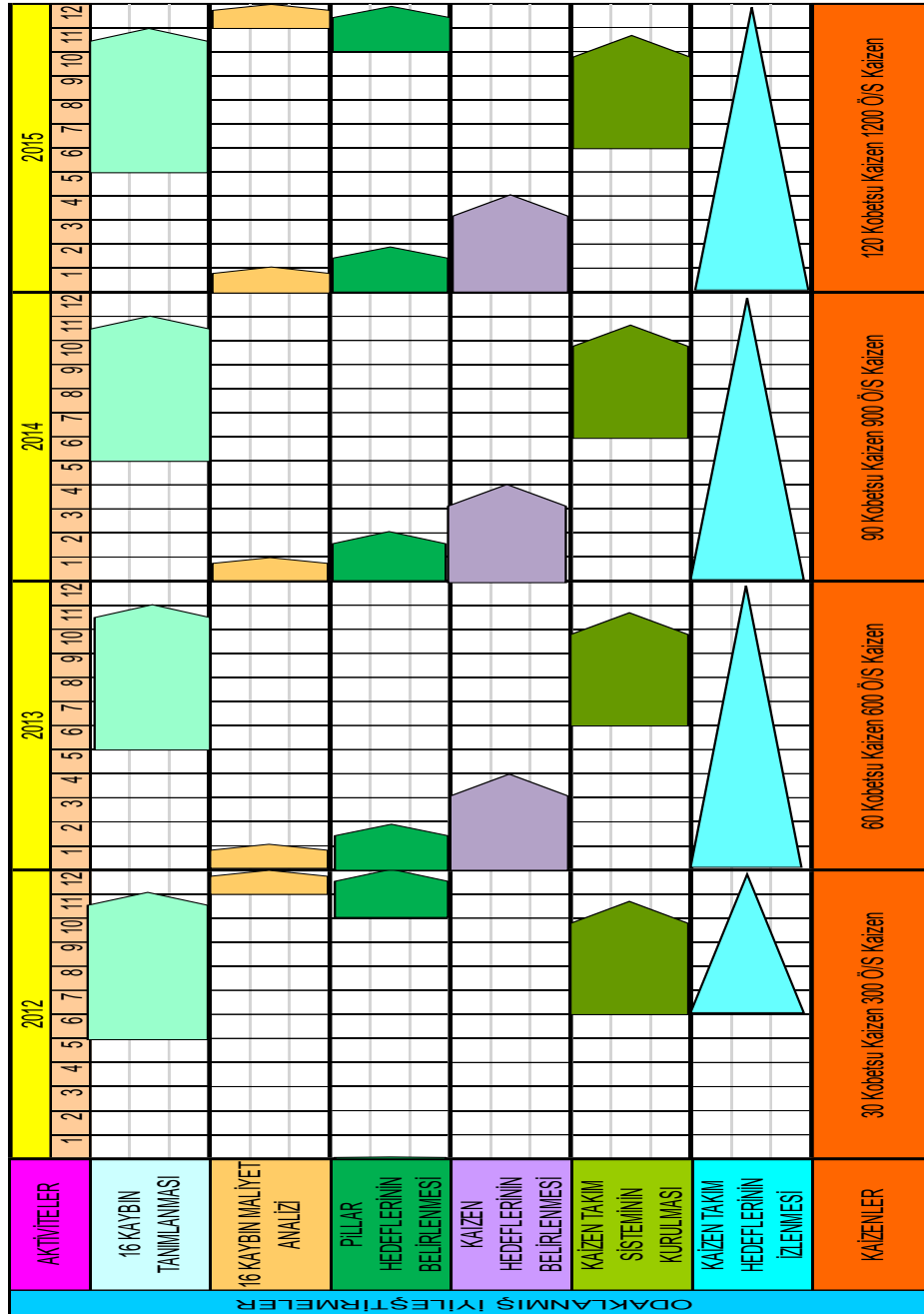
- Giegling, S., Verdini, W. A., Haymon, T., and Konopka, J. (1997, October). Implementation of overall equipment effectiveness (OEE) system at a semiconductor manufacturer. Paper presented at *Electronics Manufacturing Technology Symposium*, Austin, USA.
- Goldratt, Eli. (1997). *Critical Chain: a business novel*. Great Barrington, Massachusetts: The North River Press.
- Hansen, C., R. (2001). *Overall equipment effectiveness: a powerful production / maintenance tool for increased profits*. New York: Industrial Press Inc.
- Huang, S.H., Dismukes, J.P., Shi, J., Su, Q., Razzak, M.A., Bodhale, R. and Robinson, D.E. (2003). Manufacturing productivity improvement using effectiveness metrics and simulation analysis. *International Journal of Production Research*, 41(3), 513-527.
- Iannone, R., and Nenni, M. E. (2013). Managing OEE to Optimize Factory Performance. INTECH Open Access Publisher. Web:<http://www.intechopen.com/books/operations-management/managing-oee-to-optimize-factory-performance> adresinden 7 Mart 2016'da alınmıştır.
- Ivancic, I. (1998). Development of maintenance in modern production. Paper presented at *Euromaintenance'98 Conference Proceedings*, Dubrovnik, Hrvatska.
- İşşar, İ.E., (2006). Toplam Verimli Bakım ve Bir Firma Örneği. (Yüksek Lisans Tezi, Karadeniz Teknik Üniversitesi, 2006). Uluslararası Tez Özeti, 124, 210773.
- JIPM Solutions. (2006). *TPM Manual*. Tokyo, JIPM.
- Jones, M. (2015). What is autonomous maintenance?. *Asset Management & Maintenance Journal*, 28(5), 6.
- Jostes, Robert S., and Helmes, Marilyn M. (1994). Total Productive Maintenance and Its Link to Total Quality Management. *Work Study*, 43(7), 18-20.
- Kaydos, W. (1999). *Operational performance measurement: increasing total productivity*. Florida: CRC press.
- Korkut, Derya Sevim. (2005). Toplam Bakım Yönetimi ve Orman Ürünleri İşletmesinde Uygulanması. (Doktora Tezi, İstanbul Üniversitesi, 2005). Uluslararası Tez Özeti, 198, 198471.
- Konopka, J., and Trybula, W. (1996). Overall equipment effectiveness (OEE) and cost measurement (semiconductor manufacturing). Paper presented at *Electronics Manufacturing Technology Symposium*, Austin, USA.
- Kotze, D. (1993). Consistency, accuracy lead to maximum OEE benefits. *TPM Newsletter*, 4(2), 1-4.

- Ljungberg, O. (1998). Measurement of overall equipment effectiveness as a basis for TPM activities. *International Journal of Operations & Production Management*, 18(5), 495-507.
- Mahadevan, S. (2004). *Automated simulation analysis of overall equipment effectiveness metrics* (Doctoral dissertation, University of Cincinnati).
- Malviya, P. K., & Nagaich, R. (2000). Enhancing the Overall Equipment Effectiveness through Total Productive Maintenance in SME. *Lathe*, 1-2.
- Miyake, D. I. (1995). Improving manufacturing systems performance by complementary application of just-in-time, total quality control and total productive maintenance paradigms. *Total Quality Management*, 6(4), 345-364.
- Muchiri, P., and Pintelon, L. (2008). Performance measurement using overall equipment effectiveness (OEE): Literature review and practical application discussion, *International Journal of Production Research*, 46 (13), 3517-3535.
- Nakajima, Seiichi. (1988). *Introduction to TPM*. Cambridge: Productivity Press.
- Nakajima, Seiichi. (1989). *TPM Development Program*. Cambridge: Productivity Press.
- Nudurupati, S. S., and Bititci, U. S. (2005). Implementation and impact of IT-supported performance measurement systems. *Production Planning & Control*, 16(2), 152-162.
- Oechsner, R., Pfeffer, M., Pfitzner, L., Binder, H., Müller, E., and Vonderstrass, T. (2002). From overall equipment efficiency (OEE) to overall Fab effectiveness (OFE). *Materials Science in Semiconductor Processing*, 5(4), 333-339.
- Pehlevan, O. (2013). Sürdürülebilir Üretim İçin Toplam Verimli Bakım. 3. *Sanayi Şurasında* sunuldu, Ankara.
- Rahman, C. M. (2015, March). Assessment of total productive maintenance implementation in a semiautomated manufacturing company through downtime and mean downtime analysis. Paper presented at *International Conference on Industrial Engineering and Operations Management (IEOM)*, Dubai.
- Roberts, J. (1997). Total Productive Maintenance (TPM). The Technology Interface Fall 1997, 4.
- Sharma, A. K., and Shudhanshu, A. B. (2012). Manufacturing performance and evolution of TPM. *International Journal of Engineering Science and Technology*, 4(03), 854-866.
- Shirose, Kunio. (2002). *TPM New Implementation Program in Fabrication and Assembly Industries*. (Fifth Printing). Tokyo: JIPM Press.

- Singh, R., Gohil, A. M., Shah, D. B., and Desai, S. (2013). Total productive maintenance (TPM) implementation in a machine shop: a case study. *Procedia Engineering*, 51, 592-599.
- Smith, R. ve Hawkins B. (2004) *Lean Maintenance*. Burlington: Elsevier Inc.
- Stamatis, D., H. (2010). *The OEE primer : understanding overall equipment effectiveness, reliability, and maintainability*. New York: Productivity Press.
- Suiçmez, H. (2009). *Verimlilik-istihdam ilişkisi*. Milli Prodüktivite Merkezi.
- Suzuki, T., Ed. (1994). *TPM in process industries*. Portland: Productivity Press.
- Tazegün, Alper. (2009). Toplam Verimli Bakım ve Çimento Sektöründe Uygulamaları. (Yüksek Lisans Tezi, Trakya Üniversitesi, 2009). Uluslararası Tez Özeti, 105, 256228.
- Tekin, Mahmut. (1996). *Üretim Yönetimi (6. Baskı)*. Konya: Arı Ofset Matbaacılık.
- Tiryakioğlu, U., Utaş, T. ve Savaş, H. (2011). Toplam Verimli Yönetim “TPM”, *İstanbul Sanayi Odası*, 27, 101.
- Türkan, Y. S., ve Esnaf, Ş. (2008). Bakım yönetim çatisının oluşturulmasına yönelik bir uygulama. *VIII. Ulusal Üretim Araştırmaları Sempozyumu Bildiriler Kitabı*, 613-624.
- Venkatesh, J. (2007). An introduction to total productive maintenance (TPM). The plant maintenance resource center, 3-20. Web:http://www.plant-maintenance.com/articles/tpm_intro.shtml adresinden 9 Şubat 2016’da alınmıştır.
- Wiendahl, H. P., and Winkelhake, U. (1988). Permanent automatic supervision of assembly lines. *Developments in Assembly Automation*, 289-300.
- Willmott, Peter and McCarthy, Dennis. (2001). *TPM - A Route to World Class Performance*. Oxford: Butterworth-Heinemann Press.
- Womack, J., Jones, D., and Roos, D. (1990). *The Machine That Changed the World*. New York: John Wiley & Sons Inc.
- Wudhikarn, R. (2012). Improving overall equipment cost loss adding cost of quality. *International Journal of Production Research*, 50(12), 3434-3449.
- Yavuz, V. A. (2010). Sürdürülebilirlik Kavramı ve İşletmeler Açısından Sürdürülebilir Üretim Stratejileri. *Mustafa Kemal Üniversitesi Sosyal Bilimler Enstitüsü Dergisi*, 7(14), 63-86.

7. EKLER

EK 1: Odaklanmış İyileştirmeler Yapı Taşı Master Plan Örneği



EK 2: Hata Kartı Örneği

ARTEMA®
TPM
Eczacıbaşı

1. Bölüm

TPM HATA KARTI

N: 007732

Tespit Eden :
Tespit Edilen Bölümü :
Makine No / Adı :
Tarih :

HATANIN TANIMI

Hatanın İş Güvenliğine Etkisi Var mı? Evet Hayır

Bilinen Akıllı Tipler:

Sulu/Sulu Sistem Çıkış Hava/Hava Sistem Çıkış Gaz/Gaz Sistem Çıkış
 Akışkanlıkların Akışkanlığı Yarı Akışkanlıkların Akışkanlığı

2. Bölüm

ÖNERİLEN ÇÖZÜM

3. Bölüm







Bilinen Akıllı Tipler:

Sulu/Sulu Sistem Çıkış Hava/Hava Sistem Çıkış Gaz/Gaz Sistem Çıkış
 Akışkanlıkların Akışkanlığı Yarı Akışkanlıkların Akışkanlığı

ALINAN ÖNLEM

Bilinen Tarihi :
Bilinen Kişi :
Kartın No :
Kartın Durumu: Tamam Kısmen Çözülür
SRP Giriş No :

EK 3: Malzeme Akış Formu

12/12/2015	12:04	MALZEME AKIŞ FORMU	Form No:164 Rev:0
Lavabo Gövdesi Franke 11 (Orj. 390132591)			
İŞEMRİ NO : 0600333077		İZLENEBİLİRLİK: 06003330770050	
			
PARÇA KODU : A2540220		PARÇA ADEDİ : 46	
			
İŞLEM NO: 0050		GELDİĞİ YER: 0004	
			
K. GÜVENÇE RAPOR NO	KALİTE GÜVENÇE Ad. Soyad - İza Tarih	TESLİM EDEN Ad. Soyad - İza Tarih	SİGİLİ 29644

EK 4: İş Ölçüm Formu (1/2)

Makine Adı:	2116 IMR	Kum Ağırlığı/Baskı (gr)	580	Etüd Başl. Zamanı:														
Ürün Adı:	A2234720 Ares 40 Benyo Çıkışucu Maçası (A7: Ortalama Kum Miktarı/Bidon (g 25000	Etüd Btış Zamanı:		Gözetimci Adı:														
Atölye Adı:	DÖKÜM ATEL YESI MAÇAHANE IMR	ZAMAN ÖLÇÜMLERİ		Tarih:	14.03.2013													
Operasyon Adı:	HEDEF BELİRLEME	FREKANS		ORT. ÇZ.														
Sıra no	İŞ ELEMENLARI VE ÖLÇÜM NOKTALARI	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	TEMPO	Gözetim Yeterlilik Testi	
1	Kum Üfleme ve Pışme Süresi	15.72	15.84	15.21	14.79	15.84	15.27	14.91	15.21	15.72	14.79					1	7.67	Gözetim Yeterlidir
2	Maçaların Alınması	12.25	14.8	10.72	12.24	12.18	13.19	14.7	11.61	14.45	14.33					1	6.52	8 Gözetim Daha Al
3	Kalıba Hava Tutma	8.75	6.48	7.46	8.42	6.72	6.74	6.24	5.18							1	3.50	32 Gözetim Daha Al
4	Kum Geilme ve Yükleme	92	90.6	97.3												1	2.16	Gözetim Yeterlidir
5	Dolan Tablannın Değiştirilmesi	45	44	43.7												1	1.84	Gözetim Yeterlidir
6	İzlenebilirlik Fişi Doldurma	51.55	52.4	49.9												1	0.53	Gözetim Yeterlidir
7	Maça Traşlama Farkı	3.26	2.76	3.43	3.05	3.57	3.91									1	3.33	14 Gözetim Daha Al

İş Ölçüm Formu Devamı (2/2)

Op. No.	Süre	Hedef	Sabit Paylar		Kişisel Dinlenme Payları:	23%
1	25.56	25.56	Kişisel Gereksinimler	5	Diğer Paylar:	
2	0		Yorgunluk Payı	4	Toplam:	23%
3	0		Değişken Paylar			
4	0		Ayakta Durma	2	Std. Zaman:	31.4
			Anormal Pozisyon	0	Vardiyalık Üretim Hedefi	830
			Ağırık Kaldırma	0	DAKİKA/1000 ADET	523.974
			Aydınlatma Şartları	0		
			Atmosferik Koşullar	5		
			Gürültü	3		
			Görsel Zorlanma	0		
			Zihinsel Zorlanma	2		
			Zihinsel Monotonluk	0		
			Fiziksel Monotonluk	2		
				23.0		

EK 5: Günlük Verimlilik Raporu (1/2)

Sicil Kodu	Tezgaah Kodu	Kafa No	İş Birimi	Vard.	TARİH	Sip. Tipi	Ü. Sipariş Kodu	İşlem No	Parça Kodu	Parça Açıklaması	Std. Süre	Otomatik Girilen Miktar	R. Puanaj süresi	Std.Vrd. Miktar
0009729	3830	2	CHRO	1	02.01.2014	MASP000600232063	0010	A2494740	T4 Lavabo Bat. Gövdesi-Perlatörü_ Yeni	7,34	0	42	438	60
4002366	3830	2	CHRO	2	02.01.2014	MASP000600232063	0010	A2494740	T4 Lavabo Bat. Gövdesi-Perlatörü_ Yeni	7,34	0	60	428	58
5000013	3830	2	CHRO	3	02.01.2014	MASP000600232063	0010	A2494740	T4 Lavabo Bat. Gövdesi-Perlatörü_ Yeni	7,34	0	60	440	60
0009729	3831	1	CHRO	1	02.01.2014	MASP000600232824	0010	A2499940	Gövde - Nest Trendy Banyo Bat.	8,12	0	32	439	54
4002366	3831	1	CHRO	2	02.01.2014	MASP000600232824	0010	A2499940	Gövde - Nest Trendy Banyo Bat.	8,12	0	39	437	54
5000013	3831	1	CHRO	3	02.01.2014	MASP000600232824	0010	A2499940	Gövde - Nest Trendy Banyo Bat.	8,12	0	43	439	54
0009729	3831	2	CHRO	1	02.01.2014	MASP000600232824	0020	A2499940	Gövde - Nest Trendy Banyo Bat.	8,12	0	32	439	54
4002366	3831	2	CHRO	2	02.01.2014	MASP000600232824	0020	A2499940	Gövde - Nest Trendy Banyo Bat.	8,12	0	39	438	54
5000013	3831	2	CHRO	3	02.01.2014	MASP000600232824	0010	A2499940	Gövde - Nest Trendy Banyo Bat.	8,12	0	43	439	54
0009731	3832	2	CHRO	2	02.01.2014	MASP000600233147	0010	A2449740	Gövde-Küvet Bataryası	2,58	0	10	27	10
4000115	3832	2	CHRO	3	02.01.2014	MASP000600233749	0010	A2524940	Gövde - X-Line Yüksek Lavabo Bataryası	6,23	0	52	137	52
4002366	3835	2	CHRO	2	02.01.2014	DNSP000600232446	0010	A2524640	Gövde - X-Line Banyo Bataryası	7,91	0	39	189	38
0009734	3835	2	CHRO	3	02.01.2014	DNSP000600232446	0010	A2524640	Gövde - X-Line Banyo Bataryası	7,91	0	43	340	43
0012838	3837	1	CHRO	3	02.01.2014	MASP000600232946	0030	A2438840	Çıkış ucu Yeni İlla Eviye	1,40	0	230	334	239
0006868	3820	1	DA	2	02.01.2014	MASP000600232603	0040	A2523840	Gövde Filtreli Ara Musluk	0,68	0	582	390	574
4000130	3820	1	DA	3	02.01.2014	MASP000600232603	0040	A2523840	Gövde Filtreli Ara Musluk	0,68	0	635	440	647
0021692	3838	1	FANJUC	1	02.01.2014	MASP000600233815	0010	A2447640	Gövde - Yeni Mhmrx S Dus	1,93	0	105	221	115
0021694	3838	1	FANJUC	2	02.01.2014	MASP000600233798	0010	A2270940	Gövde Dus Bataryası	2,15	0	171	358	167
4000622	3838	1	FANJUC	3	02.01.2014	MASP000600233798	0010	A2270940	Gövde Dus Bataryası	2,15	0	28	68	32
0006469	3839	1	FANJUC	1	02.01.2014	MASP000600233830	0010	A2476940	Axe S_Serisi_Lavabo_Gövdesi	1,36	0	296	402	296
0007281	3839	1	FANJUC	2	02.01.2014	MASP000600233830	0010	A2476940	Axe S_Serisi_Lavabo_Gövdesi	1,36	0	227	305	224
4000622	3839	1	FANJUC	3	02.01.2014	MASP000600233807	0010	A2339040	Çıkış Ucu - Armix V3 Ank. Ban. Bat.-Kum.	1,19	0	231	333	280

Günlük Verimlilik Raporu Devamı (2/2)

KÜO	PVO	KAO	GEV	AÇIKLAMALAR																										Toplam Pu-Süresi			
				A	AD	B	C	D	E	F	G	H	I	J	K	L	M	N	Q	R	S	T	U	X	V	Y	YY	Z	1F		1M	1N	
100	70	95	67	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	438	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	468
100	103	95	98	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	428	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	458	
100	100	95	95	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	9	0	0	0	0	0	440	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	479	
100	59	100	59	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	439	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	469	
100	72	100	72	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	437	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	467	
100	80	100	80	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	439	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	469	
100	59	100	59	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	439	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	469	
100	72	100	72	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	438	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	468	
100	80	100	80	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	439	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	469	
42	96	100	40	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	27	38	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	65	
100	100	100	100	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	137	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	167	
62	102	100	63	88	0	0	0	0	0	0	0	0	0	9	0	0	0	0	0	189	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	346	
100	100	100	100	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	5	0	0	0	0	0	340	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	375	
92	96	100	88	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	17	0	0	0	0	0	334	30	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	411	
100	101	100	101	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	8	0	0	0	0	0	390	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	428	
100	98	100	98	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	9	0	0	0	0	0	440	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	479	
65	92	100	59	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	221	121	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	372	
82	103	100	85	0	0	76	0	0	0	0	0	0	0	14	0	0	0	0	0	358	1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	479	
33	89	100	29	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	14	0	0	0	0	0	68	138	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	220	
100	100	100	100	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	402	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	432	
80	101	100	81	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	305	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	412	
80	83	100	66	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	10	0	0	0	0	0	333	84	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	457	

EK 6: Mekanik Atölye Yıllık Verimlilik Çıktıları

MEKANİK ATÖLYE											
	KUO	PVO	KAO	GEV	ALT 1 KUO	ALT 1 GEV	ALT 2 KUO	ALT 2 GEV	TEEP KUO	TEEP	Toplam İretim Sırası
Oca.14	91,90	94,28	98,11	85,08	83,67	77,46	88,81	82,17	72,04	66,75	398.374
Şub.14	91,37	97,10	99,31	88,08	83,02	80,01	88,17	84,96	71,53	69,26	374.754
Mar.14	92,55	95,96	99,28	88,18	84,03	80,03	89,27	85,01	71,11	67,85	407.599
Nis.14	92,52	95,59	99,36	87,85	83,29	79,04	88,24	83,72	70,22	66,82	387.808
May.14	92,41	94,46	99,65	86,91	83,68	78,63	88,68	83,32	71,30	67,12	380.040
Haz.14	92,67	95,43	99,23	87,70	84,08	79,57	89,31	84,51	73,48	69,72	381.354
Tem.14	92,07	100,13	99,38	91,69	82,73	82,39	88,46	88,09	69,47	69,24	333.072
Ağu.14	92,12	95,81	99,66	87,94	83,24	79,46	88,35	84,31	69,84	66,80	256.096
Eyl.14	92,85	93,84	99,19	86,33	83,95	78,05	89,15	82,87	72,65	67,68	421.198
Eki.14	92,23	94,53	98,47	85,89	81,54	75,87	86,49	80,47	69,00	64,55	273.029
Kas.14	93,09	95,80	99,16	88,37	82,91	78,69	87,87	83,38	70,80	67,25	369.337
Ara.14	93,38	95,99	99,15	88,86	83,18	79,14	88,41	84,12	72,02	68,59	430.471

EK 7: Döküm Atölyesi Yıllık Verimlilik Çıktıları

DÖKÜM ATÖLYESİ											
	KUO	PVO	KAO	GEV	Alternatif 1	ALT 1 GEV	Alternatif 2	ALT 2 GEV	TEEP KUO	TEEP	Toplam üretim süresi
Oca.14	93,04	96,28	97,35	87,52	83,08	78,18	87,29	82,16	65,54	61,65	368.328
Şub.14	92,43	95,02	95,19	83,68	81,21	73,66	85,35	77,40	59,78	54,04	312.677
Mar.14	92,72	94,73	98,42	86,61	80,25	75,02	84,45	78,95	61,95	57,79	382.088
Nis.14	92,59	95,22	97,11	85,71	81,73	75,71	85,64	79,34	63,67	58,93	353.720
May.14	92,08	95,09	96,33	84,61	81,48	74,98	85,53	78,73	61,56	56,43	387.523
Haz.14	92,11	94,98	94,06	82,52	80,65	72,36	84,83	76,11	62,56	56,11	357.516
Tem.14	92,01	95,26	96,21	84,55	81,61	75,06	85,59	78,75	62,27	57,41	311.231
Ağu.14	91,57	95,19	97,63	85,40	81,21	75,77	84,87	79,22	59,00	54,89	290.143
Eyl.14	91,75	95,62	95,38	84,04	81,17	74,34	84,70	77,61	60,22	55,43	397.996
Eki.14	90,46	95,10	94,89	82,01	79,86	72,46	83,87	76,12	59,03	53,47	286.993
Kas.14	90,34	94,84	94,95	81,65	79,93	72,27	83,91	75,90	59,96	54,17	344.164
Ara.14	91,91	94,68	93,71	82,02	80,08	71,55	84,29	75,37	61,02	54,73	366.282

EK 8: Pres Atölyesi Yıllık Verimlilik Çıktıları

PRES ATÖLYESİ											
	KUO	PVO	KAO	GEV	Alternatif 1	ALT 1 GEV	Alternatif 2	ALT 2 GEV	TEEP KUO	TEEP	Toplam üretim süresi
Oca.14	91,48	100,07	98,59	90,69	85,40	84,65	85,40	84,65	63,37	63,25	21.583
Şub.14	90,67	100,81	99,66	91,17	84,09	84,58	84,09	84,58	62,45	62,99	21.946
Mar.14	88,88	99,87	99,83	88,64	81,80	81,57	81,80	81,57	62,74	62,62	22.303
Nis.14	94,08	98,81	99,56	92,52	87,50	86,08	87,50	86,08	63,39	62,40	27.179
May.14	93,86	99,43	99,65	93,15	86,43	85,82	86,43	85,82	65,29	64,67	23.628
Haz.14	89,92	99,64	98,96	89,02	83,02	82,29	83,02	82,29	63,87	63,44	20.194
Tem.14	89,43	100,77	99,64	90,04	84,07	84,66	84,07	84,66	54,26	54,63	16.060
Ağu.14	91,20	101,01	99,88	92,08	85,29	86,10	85,29	86,10	62,34	62,98	15.526
Eyl.14	90,59	99,86	99,52	90,31	83,84	83,56	83,84	83,56	59,45	59,34	20.028
Eki.14	94,04	100,21	99,96	94,40	87,31	87,65	87,31	87,65	69,52	69,88	17.533
Kas.14	95,00	101,64	99,93	96,50	88,82	90,22	88,82	90,22	64,07	65,15	18.613
Ara.14	89,62	98,84	98,93	88,02	83,12	81,65	83,12	81,65	64,27	63,32	15.046

EK 9: Zımpara Polisaj Atölyesi Yıllık Verimlilik Çıktıları

ZIMPARA - POLİSAJ ATÖLYESİ											
	KUO	PVO	KAO	GEV	Alternatif 1	ALT 1 GEV	Alternatif 2	ALT 2 GEV	TEEP KUO	TEEP	Toplam üretim süresi
Oca.14	99,38	98,51	97,34	95,31	91,71	87,95	97,14	93,16	63,20	60,75	122.119
Şub.14	98,87	97,33	99,88	96,11	90,37	87,87	96,41	93,72	58,53	56,81	116.206
Mar.14	98,86	97,83	99,39	96,14	90,56	88,09	96,54	93,90	58,19	56,63	133.499
Nis.14	99,27	97,67	97,73	94,76	90,83	86,73	96,86	92,48	56,16	53,72	124.391
May.14	98,99	97,34	99,81	96,17	91,12	88,53	96,95	94,18	57,31	55,65	121.749
Haz.14	99,06	97,56	99,81	96,45	90,69	88,32	96,79	94,26	58,12	56,54	127.805
Tem.14	98,24	98,26	99,87	96,40	90,73	89,01	96,44	94,63	57,69	56,61	116.999
Ağu.14	99,62	97,73	99,86	97,22	92,22	90,01	98,85	96,48	58,08	56,70	85.132
Eyl.14	99,93	98,05	99,90	97,88	92,06	90,17	98,39	96,37	60,46	59,23	140.027
Eki.14	99,72	97,94	99,81	97,49	91,87	89,83	97,13	94,95	51,28	50,12	97.025
Kas.14	99,92	98,52	99,85	98,29	91,50	90,01	97,70	96,10	54,03	53,11	123.508
Ara.14	100,00	98,61	99,96	98,58	92,09	90,78	98,22	96,82	57,15	56,33	130.389